

Historisch-kritische Analyse

des

Lebens und der Arbeiten

Sir William Herschel's

von

A r a g o.

Einleitung.

Wilhelm (William) Herschel, einer der größten Astronomen aller Länder und aller Zeiten, wurde zu Hannover am 15. November 1738 geboren. Der Name Herschel's ist zu berühmt geworden, als daß man es hätte unterlassen sollen, weiter zurückzugehen und über die gesellschaftliche Stellung der Familien, die ihn vor ihm trugen, Untersuchungen anzustellen. Die gerechte Neugierde, welche die gelehrte Welt in dieser Hinsicht gezeigt hatte, hat nicht ganz befriedigt werden können. Man weiß blos, daß Abraham Herschel, der Urgroßvater des Astronomen, in Mähren lebte, woraus er wegen seiner unzweideutigen Anhänglichkeit an die protestantische Lehre vertrieben wurde; daß der Sohn Abraham's, Isaaß, in der Gegend von Leipzig Pächter war; daß der älteste Sohn Isaaß's, Jakob Herschel, dem Wunsche seines Vaters zuwider, der aus ihm einen Landwirth machen wollte, Musiker ward und sich in Hannover häuslich niederließ.

Jakob Herschel, der Vater des Astronomen Wilhelm Herschel, war ein ausgezeichnete Künstler; eben so ausgezeichnet

war er durch die seltensten Eigenschaften des Herzens und des Geistes. Seine äußerst beschränkten Vermögens-Umstände erlaubten ihm nicht, seiner aus sechs Knaben und vier Mädchen bestehenden Familie eine vollständige Erziehung zu geben. Er that also, was er konnte und es gelang ihm auch, seine zehn Kinder zu trefflichen Musikern zu bilden. Jakob, der älteste seiner Söhne, erlangte sogar eine seltene Geschicklichkeit, die ihm in einem hannöverschen Regimente, mit dem er nach England ging, die Stelle eines Kapellmeisters verschaffte. Der dritte Sohn, Wilhelm, war unter dem väterlichen Dache geblieben. Ohne die schönen Künste zu vernachlässigen, lernte er mit großem Eifer französisch und lag dem Studium der Metaphysik ob, dem er auch mit besonderer Liebe bis an's Ende seiner Tage zugethan blieb.

Im Jahre 1759 ging Wilhelm Herschel, damals 21 Jahre alt, nach England, nicht in Gesellschaft seines Vaters, wie man immer irriger Weise geschrieben hat, sondern mit seinem Bruder Jakob, dessen Bekanntschaften in diesem Lande ihm bei seinem Auftreten nützlich werden zu müssen schienen. Er fand jedoch anfänglich weder in London, noch in den Grafschaften ein Unterkommen und die zwei oder drei ersten Jahre seines Aufenthalts in England war er vielfachen und grausamen Entbehrungen ausgesetzt, die er übrigens immer mit großer Standhaftigkeit ertrug. Ein glücklicher Zufall verbesserte endlich die Lage des armen Hannoveraners: Lord Durham stellte ihn in der Eigenschaft eines Musiklehrers bei dem Musikkorps eines englischen Regiments an, das an der schottischen Grenze in Garnison lag. Von diesem Augenblicke an erwarb sich der Musiker Herschel einen immer größern Ruf, so daß er im Jahre 1765 zum Organisten in Halifax (Yorkshire) ernannt wurde. Der mit dieser Stelle verbundene Gehalt, Privatstunden in der Stadt und auf dem Lande verhalfen dem jungen Wilhelm bald zu einem gewissen Wohlstande. Er benützte diesen glücklichen Umstand, um seine erste Erziehung wieder von vorn anzufangen oder vielmehr zu vollenden. So lernte er denn lateinisch, italienisch und ein wenig griechisch, ohne einen andern Lehrer, als eine Grammatik

und ein Wörterbuch. So groß war der Wissensdrang Herschel's während seines Aufenthalts in Halifax, daß es ihm möglich ward, mit seinen mühsamen Sprachstudien ein gründliches Studium des gelehrten, aber sehr dunkeln Werkes von Robert Smith über die mathematische Theorie der Musik zu paaren. Dieses Werk setzte ausdrücklich oder folgerungsweise Kenntnisse in der Algebra und Geometrie voraus, die Herschel nicht hatte und die er sich in sehr kurzer Zeit anzueignen wußte.

Im Jahre 1766 wurde Herschel Organist an der achteckigen Kapelle von Bath. Diese Stelle war einträglicher, als die, welche er in Halifax bekleidet hatte, aber auch mit vielen neuen Obliegenheiten für den geschickten Klavierspieler verbunden. Unaufhörlich mußte er sich in den Dratorios, den Gesellschaftssälen der Badegäste, im Theater, in den öffentlichen Konzerten hören lassen. Im Mittelpunkte der fashionablesten Welt von England konnte Herschel nicht wohl die zahlreichen Schüler zurückweisen, die bei ihm Unterricht nehmen wollten. Es ist kaum begreiflich, wie bei so vielen Beschäftigungen, so vielen Zerstreuungen jeder Art Herschel die Studien fortsetzen konnte, die schon in der Stadt Halifax von seiner Seite eine außergewöhnliche Verstandes- und Willenskraft, so wie eine seltene Beharrlichkeit erfordert hatten. Herschel kam, wie man weiter oben gesehen hat, durch die Musik zur Mathematik; die Mathematik führte ihn ihrerseits zur Optik, der ersten und fruchtbaren Quelle seines großen Ruhmes. Die Stunde schlug endlich, wo diese theoretischen Kenntnisse dem jungen Musiker in ihrer Anwendung auf Arbeiten nützlich werden sollten, die ganz außer seiner bisherigen Sphäre lagen und deren glänzender Erfolg, deren außerordentliche Kühnheit ein gerechtes Staunen erregen werden.

Ein Teleskop, ein einfaches, zwei englische Fuß langes Spiegelteleskop fällt unserm Herschel während seines Aufenthalts in Bath in die Hände. Dieses Instrument zeigt ihm, so unvollkommen es auch ist, am Himmel eine Menge von Sternen, die das bloße Auge dort nicht entdeckt, läßt ihn einige der alten Gestirne in ihren wahren Dimensionen erblicken, enthüllt ihm Formen, welche die blühendsten Phantasien des Alterthums nicht

einmal geahnt hatten. Herschel ist von Bewunderung erfüllt. Unverzüglich will er ein ähnliches, aber größeres Instrument haben. Die Antwort aus London läßt einige Tage auf sich warten; sie sind für ihn Jahrhunderte. Endlich kommt die Antwort an; aber der Preis, den der Optikus verlangt, übersteigt die Geldmittel eines bloßen Organisten bedeutend. Für jeden Andern wäre dies ein Donnerschlag gewesen. Dieses unerwartete Hinderniß flößt hingegen Herschel'n neue Energie ein: da er kein Teleskop zu kaufen vermag, so will er sich mit eigenen Händen ein solches fertigen. Der Musiker der achteckigen Kapelle stellt alsbald eine Menge Versuche an über die Metall-Verfärbungen, welche das Licht am stärksten zurückwerfen, über die Mittel, den Spiegeln eine parabolische Gestalt zu geben, über die Ursachen, die beim Poliren der Regelmäßigkeit der geschliffenen Figur schaden u. s. w. Eine so seltene Ausdauer empfängt endlich ihren Lohn. Im Jahre 1774 ist Herschel so glücklich und kann den Himmel mit einem, ganz mit eigener Hand verfertigten Newton'schen Spiegelteleskope von 5 (englischen) Fuß Fokus untersuchen. Dieser Erfolg spornt ihn zu ferneren und noch schwierigeren Unternehmungen an. Spiegelteleskope von 7, 8, 10 und sogar 20 Fuß Fokaldistanz krönen seine angestrengtesten Bemühungen. Gleichsam um zum Voraus denjenigen den Mund zu schließen, die nicht ermangelt haben würden, die Größe der neuen Instrumente und die außerordentliche Sorgfalt, mit der sie gearbeitet waren, für einen überflüssigen Prunk, einen unnützen Luxus zu erklären, behielt die Natur dem Musiker-Astronomen die unerhörte Ehre vor, am 13. März 1781 in der Laufbahn der Beobachtung mit der Entdeckung eines neuen, an den Grenzen unseres Sonnensystems gelegenen Planeten aufzutreten. Von diesem Augenblicke an verbreitete sich der Ruf Herschel's, nicht länger in seiner Eigenschaft als Musiker, sondern als Verfertiger von Spiegelteleskopen und als Astronom, in der ganzen Welt. Der König Georg III, der ein großer Freund der Wissenschaften war und Alles, das aus Hannover kam, gern beschützend anerkannte, ließ sich Herschel vorstellen; die einfache, klare, bescheidene Auseinandersetzung der langen Versuche des

Astronomen entzückte ihn in dem Munde des letzteren; er ahnete sogleich, welchen Glanz ein so beharrlicher Beobachter auf seine Regierung werfen könnte und sicherte ihm einen lebenslänglichen Gehalt von 300 Guineen, so wie eine Wohnung in der Nähe des Schlosses von Windsor, zuerst in Clay-Hall und sodann in Slough zu. Die Voraussetzungen Georg's III haben sich vollkommen bestätigt. Man darf von dem Garten und dem Häuschen von Slough dreist sagen, sie seien der Ort der Welt, an dem die meisten Entdeckungen gemacht worden. Der Name dieses Dorfes wird nie untergehen: die Wissenschaften werden ihn sorgfältig unsern spätesten Enkeln überliefern.

Ich will diese Gelegenheit benützen, um einen Irrthum zu berichtigen, woraus die Unwissenheit und Trägheit sich eine siegreiche Waffe machen wollen, oder auf den sie sich wenigstens als auf einen unwiderstehlichen Rechtfertigungsgrund zu ihren Gunsten stützen. Man wiederholt bis zum Ekel, Herschel habe zur Zeit, als er seine glänzende Laufbahn als Astronom betrat, keine mathematischen Kenntnisse besessen. Ich habe schon gesagt, daß der Organist der achteckigen Kapelle sich während seines Aufenthalts in Bath mit den Grundsätzen der Geometrie und Algebra vertraut gemacht hatte. Aber hier kann ich eine noch bestimmtere Thatsache anführen: eine schwierige Frage über die Schwingungen der mit kleinen Gewichten belasteten Saiten war im Jahre 1779 als Preisfrage ausgeschrieben worden; Herschel unternahm deren Lösung und seine Abhandlung wurde in mehrere wissenschaftliche Sammlungen vom Jahre 1780 eingerückt.

Ich bin jetzt mit der Erzählung der Lebensumstände Herschel's zu Ende. Der große Astronom verläßt von nun an seine Sternwarte kaum noch in einer andern Absicht, als um der königlichen Gesellschaft von London die erhabenen Resultate seiner mühsamen Nachtwachen mitzutheilen. Diese Resultate sind in 69 Memoiren enthalten; sie machen einen der Hauptreichtümer der berühmten Sammlung aus, die unter dem Namen *Philosophical Transactions* bekannt ist. Eine chronologische und in's Einzelne gehende Analyse so vieler Arbeiten würde uns zu zahlreichen Wiederholungen nöthigen. Die systematische

Ordnung wird daher den Vorzug verdienen; sie wird die ausgezeichnete Stelle genauer bestimmen, die Herschel unter den wenigen, wirklich genialen Männern unserer Zeit einnimmt, deren Name noch in der fernsten Zukunft genannt werden wird. Der Leser wird übrigens am Ende dieser Notiz die Titel der 69 Memoiren des berühmten Astronomen und das genaue Datum ihrer Veröffentlichung verzeichnet finden. Diese Tabelle, die sich nicht minder durch die Mannigfaltigkeit und den Glanz der Entdeckungen, als durch ihre Ausdehnung auszeichnet, wird das Interesse sogar derer erregen, denen diese unsere Skizze als gelungen erscheinen möchte. Es verhält sich mit den großen Männern wie mit den Denkmälern der Künste; man kennt sie erst dann recht, wenn man sie von verschiedenen Gesichtspunkten aus beobachtet hat.

Hier noch eine Bemerkung. Die Herschel'schen Memoiren sind meistens bloße Auszüge aus den unererschöpflichen Beobachtungs-Tagebüchern von Slough, mit einigen Bemerkungen begleitet. Ein solcher Plan ließ historische Einzelheiten nicht wohl zu. In dieser Hinsicht hat der Verfasser seinen Biographen gar wenig vorgearbeitet. Ich werde es versuchen, die Lücken auszufüllen und den Vorgängern des großen Astronomen den ihnen rechtmäßiger Weise gebührenden Antheil an den Entdeckungen anzuweisen, die das Publikum, aufrichtig gesprochen, mit Unrecht zu ausschließlich Herschel'n zugeschrieben hat.

Ich hatte eine Zeit lang im Sinne gehabt, zu der Analyse eines jeden der Memoiren des berühmten Astronomen eine Note hinzufügen, welche eine genaue Anzeige der Bervollkommnungen oder Berichtigungen, die der progressive Gang der Wissenschaft mit sich gebracht hat, enthalten haben würde. Um dieser Notiz keine übergroße Ausdehnung zu geben, habe ich auf mein Vorhaben verzichten müssen. Herschel'n ward das seltene Glück, in einem ausgedehnten Zweige der Astronomie Epoche zu machen; aber hier bezwecke ich nichts Anderes, als eine Darstellung des Standes der Wissenschaft zu jener wichtigen Zeit, in welcher er lebte.

Erster Abschnitt.

Beobachtende Astronomie.

Kap. 1. Verbesserungen in den Beobachtungsmitteln.

Die von Herschel im Baue und in der Handhabung der Teleskope vielfach angebrachten Bervollkommnungen haben einen zu direkten Antheil an den Entdeckungen gehabt, womit dieser große Beobachter die Astronomie bereichert hat, als daß ich anstehen könnte, ihnen die erste Stelle anzuweisen.

Kap. 2. Methode, die Herschel bei Fertigung der Spiegel seiner Teleskope befolgte.

Ehe Herschel direkte, gewisse Mittel gefunden hatte, den Spiegeln die Form von Kegelschnitten zu geben, mußte er wohl, wie alle Optiker, die ihm vorangegangen waren, das Ziel im Finstern zu erreichen suchen. Nur waren seine Versuche immer von der Art, daß ein Rückschritt unmöglich war. Bei seiner Arbeitsweise war, was auch ein altes Sprichwort dagegen sagen mag, das Bessere dem Guten nie feind. Wenn Herschel die Konstruktion eines Teleskops unternahm, so goß und modelte er immer mehrere Spiegel zugleich, z. B. zehn. Derjenige unter den Spiegeln, dem himmlische Beobachtungen, unter günstigen Umständen ausgeführt, den ersten Rang anwies, wurde bei Seite gelegt und man arbeitete sodann wieder an den neun andern. Wurde einer unter diesen zufälliger Weise besser, als der bei Seite gelegte Spiegel, so nahm er die Stelle des letztern ein, bis wieder ein anderer ihn an Güte übertraf u. s. w. Will man wissen, in welcher Ausdehnung dieses Geschäft selbst zu der Zeit betrieben wurde, als Herschel in der Stadt Bath noch ein

bloßer Liebhaber der Astronomie war? Er fertigte nicht weniger, als zweihundert Newton'sche Spiegel von 7 englischen Fuß Fokus, nicht weniger, als ein hundert fünfzig Spiegel von 10 Fuß und etwa achtzig Spiegel von 20 Fuß ¹⁾).

Es scheint, als sei es Herschel'n während seines Aufenthaltes zu Slough nach vielen Versuchen endlich gelungen, direkte und sichere Verfahrungsarten an die Stelle der methodischen Routine, wovon ich so eben gesprochen habe, treten zu lassen. Diese Verfahrungsarten sind dem Publikum noch nicht bekannt geworden. Ihre Wirksamkeit dürfte indessen keinem Zweifel unterliegen, wenn ich dabei folgende Worte, die mir Sir John Herschel unter dem 5. Juli 1839 schrieb, als Maßstab annehme: „Durch pünktliche Befolgung der von meinem Vater hinterlassenen Vorschriften, durch Benützung seiner Apparate ist es mir gelungen, in einem Tage und ohne fremde Beihülfe drei Newton'sche Spiegel von beinahe 19 englischen Zoll Oeffnung auf's Beste zu poliren.“

Kap. 3. Spiegelteleskop von 39 engl. Fußs Länge und 4 Fußs 10 Zoll Durchmesser.

Die Vortheile, die Herschel in den Jahren 1783, 1784 und 1785 bei Anwendung 20 füssiger Spiegelteleskope mit großen Durchmessern gefunden hatte, machten in ihm den Wunsch rege, noch weit größere zu fertigen. Der Aufwand hiefür mußte bedeutend sein; König Georg III. erklärte sich zu der Uebernahme desselben auf seine Privatkasse bereit. Die gegen das Ende von

¹⁾ Ich lese folgende Stelle in einem Memoire von Lalande, das im Jahre 1783 gedruckt wurde und zu der Vorrede des VIII. Bandes der Ephémérides des mouvements célestes gehört:

„So oft Herschel einen Spiegel (zu einem Teleskope) poliren will, hat er zehn, zwölf, vierzehn Stunden unausgesetzt daran zu arbeiten. Er verläßt, selbst um zu essen, die Arbeit keinen Augenblick und empfängt aus der Hand seiner Schwester die Nahrungsmittel, ohne die man eine so lange und so ermüdende Arbeit nicht aushalten könnte: um Nichts in der Welt würde Herschel von der Arbeit aufstehen seiner Meinung nach, hiesse dies sie verderben.“

1785 angefangene Arbeit wurde im August 1789 beendigt. Eine Beschreibung derselben erschien jedoch erst im Jahr 1795. Dieses Werkzeug hatte eine zylindrische Röhre von 39 engl. Fuß und 4 Zoll Länge (= 12 Meter) und von 4 Fuß 10 Zoll Durchmesser (= 1 Meter, 47). Solche Dimensionen sind ungeheuer, wenn man sie mit denen der bis dahin gefertigten Spiegel-Teleskope vergleicht. Sie werden indessen den Personen, die von einem angeblichen, in dem Slougher Teleskope gegebenen Balle haben sprechen hören, noch als gar klein erscheinen. Diejenigen, welche dieses volkstümliche Gerücht verbreitet haben, hatten den Astronomen Herschel mit dem Bierbrauer Meur und einen Zylinder, worin der kleinste Mensch kaum aufrecht stehen könnte, mit gewissen hausähnlichen, hölzernen Fässern, worin man in London Bier bereitet und aufbewahrt, verwechselt.

Kap. 4. Front-view-Teleskop.

Das Herschel'sche Spiegel-Teleskop von 39 engl. Fuß Länge gestattete die Verwirklichung einer Idee, deren Vortheile man nicht gehörig schätzen dürfte, wenn ich hier nicht an einige Thatfache erinnerte.

Bei jedem Fernrohre mit Glaslinsen (Refraktor) oder Spiegel-Teleskope (Reflektor) sind zwei Haupttheile: der Theil, welche die Luftbilder der entfernten Gegenstände erzeugt, und die kleine Loupe (Vergrößerungslinse), vermittelt deren man diese Bilder vergrößert, gerade wie wenn sie strahlender Stoff wären. Wird das Bild vermittelt eines linsenförmigen Glases hervorgebracht, so liegt der Ort, den es einnimmt, auf der Verlängerung der Linie, die von dem Gegenstande nach dem Mittelpunkte der Linse geht. Der mit einer Loupe bewaffnete Astronom, der dieses Bild zu untersuchen wünscht, muß sich nothwendig jenseits des Punktes aufstellen, wo die Strahlen, die es bilden, sich durchkreuzt haben: jenseits heißt, man merke es sich wohl, weiter von der Objektivlinse. Der Kopf des Beobachters, sein Körper kann daher der Bildung und der deutlichen Ausprägung des Bildes nicht schaden, so klein auch die Entfernung ist, in der er dasselbe untersuchen muß. Mit dem

durch Reflexion hervorgebrachten Bilde verhält es sich aber nicht mehr so. Dieses Bild liegt alsdann zwischen dem Gegenstande und dem reflektirenden Spiegel; der Astronom fängt, wenn er sich demselben nähert, um es zu untersuchen, nothwendig, wo nicht die Totalität, so doch einen sehr bedeutenden Theil der Lichtstrahlen auf, die ohne dies dazu beigetragen haben würden, demselben einen starken Glanz zu verleihen. Nun wird man begreifen, warum man bei den optischen Werkzeugen, wo die Bilder der entfernten Gegenstände durch die Reflexion des Lichtes erzeugt werden, sich genöthigt gesehen hat, diese Bilder vermittlest einer zweiten Reflexion aus dem Rohre zu bringen, das den Hauptspiegel enthält und hält. Ist der kleine Spiegel, auf dessen Oberfläche diese zweite Reflexion vor sich geht, eben und um 45° gegen die Achse des Teleskops geneigt; wird das Bild seitwärts in eine Oeffnung, die am Rande des Rohres sich befindet und die Okular-Loupe trägt, zurückgeworfen; visirt, mit einem Worte, der Astronom definitiv nach einer, mit der Linie, welche die von dem Gegenstande kommenden und auf den Mittelpunkt des großen Spiegels zulaufenden Lichtstrahlen durchlaufen haben, perpendicularen Richtung, so ist das Teleskop ein Newton'sches. Bei dem Gregory'schen Teleskop fällt das in dem Hauptspiegel hervorgebrachte Bild auf einen zweiten, sehr kleinen, leicht gekrümmten, dem ersten parallelen Spiegel. Der kleine Spiegel wirft das erste Bild jenseits des großen Spiegels durch eine Oeffnung zurück, die der Künstler in der Mitte dieses Hauptspiegels angebracht hat.

Bei diesen beiden Teleskopen bildet der kleine Spiegel, der zwischen dem Gegenstande und dem großen Spiegel inne liegt, für diesen letztern eine Art Schirm, der die Totalität seiner Oberfläche verhindert, zur Erzeugung des Bildes beizutragen. Der kleine Spiegel übt ferner in Beziehung auf die Intensität einen anderen höchst nachtheiligen Einfluß aus.

Nehmen wir, um bestimmter zu reden, an, der Stoff, woraus die zwei Spiegel gebildet sind, werfe die Hälfte des einfallenden Lichtes zurück. In dem Akte der ersten Reflexion kann die unermessliche Menge von Strahlen, welche die Oeffnung des

Teleskops empfangen hatte, als um die Hälfte vermindert angesehen werden. Auf dem kleinen Spiegel ist die Schwächung nicht minder groß. Nun aber ist die Hälfte einer Hälfte ein Viertel. Demnach wird das Instrument dem Auge des Beobachters nur den vierten Theil des einfallenden Lichtes zuzenden, das seine Oeffnung in sich begriffen hatte. Ein Fernrohr mit Glaslinsen läßt, wenn diese zwei Ursachen der Schwächung nicht vorhanden sind, bei gleichen Dimensionen die Bilder viermal stärker erscheinen, als ein Newton'sches oder Gregory'sches Spiegel-Teleskop.

Bei seinem großen Teleskope hat Herschel den kleinen Spiegel weggelassen. Der große Spiegel ist auf dem Rohre, das ihn enthält, nicht mathematisch centrirt: es liegt auf demselben etwas schief. Diese geringe Schiefe ist von der Art, daß die Bilder sich nicht länger auf der Achse des Rohres, sondern sehr nahe an seiner Zirkumferenz, oder, wenn man lieber will, an seinem äußern Loche erzeugen. Der Beobachter kann sie also da mit Hilfe eines Okulars direkt beobachten. Ein kleiner Theil des Kopfes des Astronomen kommt zwar alsdann mit dem Rohre in's Spiel, und hält nach Art eines Schirmes einige einfallende Strahlen auf; allein bei einem großen Teleskope beläuft der Verlust sich bei Weitem nicht auf die Hälfte, wie dies bei Anwendung des kleinen Spiegels schlechterdings der Fall wäre.

Diese Teleskope, wobei der Beobachter, an dem äußersten Vorder-Ende des Rohres stehend, direkt in den Spiegel sieht und den Gegenständen den Rücken kehrt, hat Herschel Front-view-Teleskope (Vorn-Ansichts-Teleskope) genannt. In dem 76sten Bande der philosophical Transactions sagt er, daß er schon im Jahre 1776 diese Konstruktions-Art gekannt und damals ohne Glück auf ein 10füßiges so wie im Laufe des Jahres 1784 mit gleich schlechtem Erfolge auf ein 20füßiges Teleskop angewandt habe. Ich finde indessen, daß er am 7. September 1784 sich eines Front-view-Teleskopes zu Beobachtung der Nebelflecken und Sterngruppen bediente. Man könnte übrigens, wie es sich auch mit diesen verschiedenen Daten

verhalten mag, sich nicht wohl ohne Ungerechtigkeit der Bemerkung enthalten, daß ein Front-view-Teleskop schon im Jahre 1732 in dem 6ten Bande der Sammlung beschrieben war, die den Titel trägt: *Machines et inventions approuvées par l'Académie des Sciences*. Erfinder desselben ist Jacques Lemaire, den man irriger Weise mit dem englischen Jesuiten Christoph Maire, einem Mitarbeiter Boscowichs bei Messung der zwischen Rom und Rimini begriffenen Mittagslinie verwechselt hat. Da Jacques Lemaire nur Teleskope von mäßigen Dimensionen bezweckte, so mußte er, um Nichts von dem Lichte zu opfern, dem großen Spiegel eine abweichende Richtung geben, so daß das von dessen Oberfläche erzeugte Bild ganz über das Rohr des Instruments hinausfiel. Eine so starke Neigung würde die Gegenstände zuverlässig entstellen haben. Die Front-view-Konstruktion ist daher nur bei sehr großen Teleskopen anwendbar.

Kap. 5. Teleskope mit Glasspiegeln bei gewissen Beobachtungen angewandt.

Ich finde in den *philosophical Transactions* vom Jahre 1803, daß Herschel bei Sonnen-Beobachtungen bisweilen Teleskope gebrauchte, deren großer Spiegel aus Glas war. Eines solchen Teleskops bediente er sich zur Beobachtung des Durchgangs Merkurs am 9. November 1802. Es war 7 englische Fuß lang und hatte $6\frac{3}{10}$ Zoll im Durchmesser.

Kap. 6. Füße der Herschel'schen Spiegel-Teleskope.

Die praktischen Astronomen wissen es, wie sehr die Füße der Fernröhre mit Glaslinsen und Spiegel-Teleskope zur Genauigkeit der Beobachtungen beitragen. Die Schwierigkeit einer festen und doch leicht veränderlichen Aufstellung nimmt mit den Dimensionen und dem Gewichte der Instrumente rasch zu. Man kann sich daher leicht denken, daß Herschel viele Hindernisse zu überwinden hatte, um ein Teleskop, dessen bloßer Spiegel mehr als 20 (alte) Zentner wog, gehörig aufzustellen. Dieses Problem löste er zu seiner völligen Zufriedenheit mittelst einer Kom-

bination von Masten, Rollen und Seilen, wovon wir ohne Figuren hier wohl keinen genauen Begriff geben könnten. Wir beschränken uns daher auf die Behauptung, daß dieser große Apparat, so wie die Füße ganz anderer Art, die Herschel zu den Teleskopen von geringeren Dimensionen erdachte, diesem berühmten Beobachter eine ausgezeichnete Stelle unter den originellsten Mechanikern unserer Zeit anweisen.

Kap. 7. Das große 39füßige Spiegel-Teleskop ist für die Wissenschaft nicht unnütz gewesen. Warum hat es Herschel nicht öfter gebraucht?

Nicht-Astronomen, ja selbst die meisten Astronomen wissen nicht, welche Rolle das große 39füßige Spiegel-Teleskop bei den Arbeiten und Entdeckungen Herschel's gespielt hat. Man täuscht sich nicht minder, wenn man sich einbildet, der Beobachter von Slough habe sich beständig dieses Teleskopes bedient, als wenn man mit v. Zach (siehe Monatliche Korrespondenz, Januar 1802) behauptet, das kolossale Instrument sei von keinem Nutzen gewesen, habe zu keiner einzigen Entdeckung gedient und müsse daher als ein bloßer Gegenstand der Neugierde angesehen werden. Diesen Behauptungen stehen die eigenen Worte Herschel's geradezu entgegen. In dem Bande der *philosophical Transactions* vom Jahre 1795 (pag. 350) lese ich z. B. wie folgt: „Den 28. August 1789 richtete ich mein (39füßiges) Teleskop gen Himmel, entdeckte den sechsten Satelliten Saturns und bemerkte die Flecken dieses Planeten besser, als mir es bis dahin möglich gewesen war.“ (Man sehe auch in Betreff dieses sechsten Trabanten die *philosophical Transactions* vom Jahre 1790, Seite 10.) In demselben Bande vom Jahre 1790 finde ich, Seite 11: „Das große Licht meines 39füßigen Teleskops war mir damals so nützlich, daß ich am 17. September 1789 den siebenten Trabanten, der damals in seiner größten westlichen Elongation (Digression, Ausweichung) stand, bemerkte.“

Am 10. October 1791 sah Herschel den Ring des Saturn und den vierten Trabanten mit unbewaffnetem Auge, ohne

Okular irgend einer Art, in dem Spiegel seines 39füßigen Teleskops.

Geben wir hier die wahren Gründe an, die Herschel von einer öfteren Anwendung des ungeheuren 39füßigen Spiegelteleskops abhielten. Der Vollkommenheit des Mechanismus ungeachtet erheischte die Handhabung dieses Instruments die beständige Beihülfe von zwei starken Männern, so wie die einer dritten Person, um sich auf der Pendeluhr die Stunde zu merken. In Nächten mit etwas bedeutenden Temperatur-Wechseln konnte das Teleskop wegen seiner großen Masse nie allen thermometrischen Variationen der Atmosphäre geschwind genug folgen, was der Schärfe der Bilder natürlich großen Eintrag that.

Herschel's Berechnung zufolge gibt es in England das ganze Jahr hindurch nicht mehr als 100 Stunden, während welcher man mit einigem Nutzen den Himmel mit einem 39füßigen und 1000 Mal vergrößernden Spiegel-Teleskope beobachten kann. Diese Bemerkung führte den berühmten Astronomen zu dem Schlusse, daß nicht weniger als 800 Jahre nöthig wären, um mit seinem großen Instrumente eine der Art kombinirte Musterrung des Himmels anzustellen, daß das Feld einem jeden Punkte des Raumes einen einzigen Augenblick zugewandt würde.

Herschel erklärt auf eine sehr natürliche Weise die Seltenheit der Umstände, unter denen man von einem 39füßigen Spiegel Teleskope mit sehr weiter Oeffnung mit Nutzen Gebrauch machen kann.

Ein Spiegel-Teleskop vergrößert nicht allein die wirklichen Gegenstände, sondern auch die scheinbaren Unregelmäßigkeiten, die ihren Grund in den atmosphärischen Brechungen haben. Nun aber müssen, wenn sonst Alles gleich bleibt, diese Unregelmäßigkeiten in der Brechung um so stärker und häufiger sein, je breiter die Luftschicht ist, durch welche die Strahlen gedrungen sind, um das Bild zu erzeugen.

Anmerkung. Die englischen Blätter haben über die Vorkehrungen berichtet, welche die Familie Wilhelm Herschel's getroffen hat, um die Erhaltung der Ueberreste des 39füßigen Teleskops zu sichern.

Das bronzene Rohr des Instruments, das an seinem äußersten Ende den frisch gepulzten Spiegel von 4 Fuß 10 Zoll Durchmesser trägt, ist horizontal, in der Richtung der Mittagslinie, auf massiven steinernen Pfeilern mitten in dem Kreise, in dem ehedessen der zu dessen Handhabung nöthige Mechanismus sich befand, aufgestellt worden. Am 1. Januar 1840 vereinigten sich Sir John Herschel, seine Frau, ihre Kinder, sieben an der Zahl, so wie einige alte Diener der Familie zu Slough. Schlag 12 Uhr ging die kleine Versammlung mehrmals in Prozession um das Denkmal herum, stieg sodann in das Rohr hinein, setzte sich auf die zu diesem Zwecke im Voraus darin angebrachten Bänke und stimmte ein von Sir John Herschel selbst verfaßtes Requiem in englischen Versen an. Nachdem die Gesellschaft wieder heraus gekommen war, stellte sie sich in einem Kreise um das Rohr herum auf und die Oeffnung wurde hermetisch verschlossen. Ein Familien-Fest beschloß den Tag.

Jene Leute, die Alles von dem besonderen Standpunkte aus würdigen wollen, auf den die Umstände sie gestellt haben, dürften in verschiedenen Einzelheiten der Ceremonie, worüber ich hier berichtet habe, etwas Sonderbares finden. Was mich anbelangt, so kann ich wenigstens so viel sagen, daß wohl Jedermann dem frommen Gefühle, das Sir John Herschel hiebei geleitet, seinen Beifall schenken wird. Alle Freunde der Wissenschaften werden es ihm Dank wissen, daß er durch ein Denkmal, in seiner Einfachheit ausdrucksvoller, als Pyramiden und Bildsäulen, den bescheidenen Garten geweiht, worin sein Vater so viele unsterbliche Arbeiten ausgeführt hat.

Kap. 8. Komparative Vergrößerungen der alten Fernröhre (mit Glaslinsen, oder Refraktoren, dioptrischen Fernröhre) und der Herschel'schen Teleskope (Spiegel-Teleskope, oder Reflektoren, katoptrischen Fernröhre).

Die Fernröhre (Refraktoren), die Galilei fertigte, die, womit er die Trabanten Jupiters, die Phasen der Venus entdeckte und die Sonnenflecken beobachtete, vergrößerten vier, sieben und zwei und dreißig Mal die Linear-Dimensionen

der Gestirne. Letztere Zahl überschritt der berühmte Astronom von Florenz nicht. Indem ich so viel als möglich bis auf die Quellen zurückgehe, wo ich einige bestimmte Angaben über die Instrumente zu finden hoffen durfte, mit deren Hülfe Huygens und J. D. Cassini ihre schönen Beobachtungen machten, sehe ich, daß die 12 und 23 füssigen (= 4 und 7,5 Meter) Refraktoren mit einer Oeffnung von $2\frac{1}{3}$ Zoll (= 63 Millimeter), die Huygens auf die Entdeckung des ersten Trabanten Saturns und auf die Bestimmung der wahren Gestalt des Ringes führten, acht und vierzig, fünfzig und zwei und neunzig Mal vergrößerten. Nichts beweist, daß diese berühmten Beobachter auf ihre ungeheuren Refraktoren je mehr, denn einhundert und fünfzigmalige Linear-Vergrößerungen angewandt haben. Auzout, der, zu gleicher Zeit Astronom und Künstler, den Stand der praktischen Optik zu seiner Zeit (1664) genau kannte, führt die besten dioptrischen Fernröhre des berühmten Campani, Fernröhre von 17 Fuß Länge (= 5,5 Met.), welche die himmlischen Gegenstände 150 Mal vergrößerten, an. Auch thut er eines 35 füssigen (= 11,5 Met.) dioptrischen Fernrohrs Erwähnung, das, von Rives gefertigt und dem Herzoge von Orleans vom König von England zum Geschenke gemacht, einhundert Mal, so wie eines dioptrischen Fernrohrs von Hooke von 12 Fuß (= 4 Met.) Länge, das nicht mehr als 74 Mal vergrößerte; ferner spricht er von einem, von ihm selbst (Auzout) gefertigten, 31 füssigen (= 10 Met.) Refraktor, der 140 Mal, so wie endlich von einem ebenfalls von Auzout gefertigten dioptrischen Fernrohre, das bei seiner kolossalen Fokal-Länge von 300 Fuß (= 97,5 Met.) nur 600 Mal vergrößerte. Nach der Entdeckung des Achromatismus wurden, bei gleicher Länge der Fernröhre, diese Zahlen bedeutend überschritten. Indessen erstaunten die Astronomen nicht wenig, als sie im Jahre 1782 erfuhren, Herschel habe auf ein Reflexions-Teleskop oder einen Reflektor von 7 engl. Fuß Länge (= 2,1 Meter) tausend-, eintausend zweihundert-, zweitausend zweihundert-, zweitausend sechshundert und sogar sechstausendmalige Linear-Vergrößerungen angewandt. Die Königl. Gesellschaft von London theilte dieses Erstaunen und

erhielt eine offizielle Einladung zu Veröffentlichung der Mittel, deren er sich bedient hätte, um an seinen Spiegel-Teleskopen die Existenz ähnlicher Vergrößerungen zu erkennen. Dies war der Gegenstand eines in dem 72sten Band der *philosophical Transactions* eingerückten *Memoires*, das alle Zweifel hob. Niemand wird darüber erstaunen, daß man nicht ohne Weiteres an Vergrößerungen glauben wollte, welche die Berge im Monde zeigen zu müssen schienen, wie man die Kette des Mont-Blanc von Mâcon, Lyon und selbst von Genf aus sieht. Man wußte nicht, daß Herschel der 3000 und 6000 maligen Vergrößerungen sich mit Erfolg fast nur zu Beobachtung glänzender Sterne bedient hatte. Man hatte nicht bedacht, daß das von den Planeten und ihren Trabanten zurückgeworfene Licht zu schwach ist, als daß es dieselben Vergrößerungen, wie das eigene Licht der Fixsterne aushalten könnte.

Kap. 9. Ueber die angebliche natürliche Vergrößerungs-Grenze, bei der man vor Herschel stehen geblieben war.

Die Optiker hatten mehr aus theoretischen Gründen, als in Folge genauer Erfahrungen auf die Hervorbringung sehr starker Vergrößerungen, selbst mit Reflexions-Teleskopen oder Reflektoren verzichtet. Sie glaubten, das Bild eines kleinen Kreises könne nicht deutlich, könne an seinen Rändern nicht scharf sein, wenn der von diesem Gegenstande herkommende Pinsel fast paralleler Strahlen, der, nachdem er durch das Okular eines optischen Instruments gegangen, in das Auge eindringt, nicht eine hinreichende Breite habe. Hatte man einmal dieses zugegeben, so lag die Annahme ganz nahe, daß ein Bild aufhöre, mit gehöriger Schärfe hervorzutreten, wenn es nicht auf der Netzhaut wenigstens zwei der Nervenfäden erschüttere, die, wie man glaubt, über dieses Organ hinlaufen. Diese willkürlichen, so auf einander gehäuften Voraussetzungen verschwanden vor den Beobachtungen Herschels. Nachdem er sich gegen die Wirkungen der Diffraction, d. h. gegen die Zerstreung, die das Licht erleidet, wenn es an den Endkanten der Körper vorbeigeht, in Sicherheit gestellt hatte, bewies der berühmte Astronom im

Jahre 1786, daß man einen Gegenstand mit Hülfe von Büßeln, deren Durchmesser nicht dem $\frac{1}{2000}$ sten Theile eines englischen Zolles gleich kommt, deutlich sehen kann.

Kap. 10. Von den komparativen Vortheilen der verschiedenen Arten von Okularen.

Herschel sah als ein höchst nachtheiliges wissenschaftliches Vorurtheil jene fast allgemein angenommene Meinung an, als sei das aus zwei Linsen bestehende Okular dem Okulare mit einer einzigen Linse vorzuziehen. Die Erfahrung bewies ihm, aller theoretischen Deduktionen ungeachtet, daß bei gleicher Vergrößerung die Bilder, wenigstens die der Spiegel-Teleskope, (denn die Beschränkung ist vielleicht nicht ganz unwichtig,) mit dem einfachen Okulare heller und schärfer sind, als mit einem doppelten Okulare. Einmal zeigte ihm dieses letztere Okular die Streifen Saturns nicht, während man sie vermittelst einer einzigen Linse ganz deutlich sah. Das doppelte Okular, sagt Herschel, muß den Liebhabern und denjenigen überlassen bleiben, die zu einem besonderen Gegenstande ein großes Gesichtsfeld brauchen (Philosophical trans. 1782, Seite 94 und 95).

Aber nicht bloß hinsichtlich des relativen Werthes der einfachen oder zusammengesetzten Okulare entfernt Herschel sich von der allgemeinen Meinung der Optiker; er glaubt auch durch entscheidende Erfahrungen dargethan zu haben, daß ein konkaves (hohlrundes) Okular (das, dessen Galilei sich bediente,) in Betreff der Helle und Schärfe vor dem konvexen (runderhabenen) Okulare bei weitem den Vorzug verdiene.

Herschel datirt die, behufs der Entscheidung dieser Frage von ihm angestellten, Erfahrungen vom Jahre 1776 (Philos. trans., Jahrgang 1815, Seite 297). Die eben=hohlrunden oder doppelt=hohlrunden (bikonkaven) Linsen brachten dieselben Wirkungen hervor. Worin waren diese Linsen von den doppelt=runderhabenen (bikonvexen) Linsen verschieden? Nur in einem Stücke; letztere empfangen die von dem großen Spiegel des Teleskopes zurückgeworfenen Strahlen nach ihrer Vereinigung im Brennpunkte, während die konkaven Linsen die-

selben Strahlen vor dieser Vereinigung erhielten. Mache der Beobachter von einer konvexen Linse Gebrauch, so hatten die Strahlen, die bis in die Tiefe des Auges drangen, um auf der Netzhaut das Bild eines Gestirnes hervorzubringen, sich vorher in der Luft durchkreuzt; keine derartige Durchkreuzung fand Statt, wenn der Beobachter eine konkave Linse gebrauchte. Wollte man den doppelten Vorzug dieser letzteren Art Linsen vor der anderen als völlig erwiesen ansehen, so würde man, wie Herschel, annehmen müssen: „Eine gewisse mechanische Wirkung, „nachtheilig für die Helle und Schärfe, begleite den Akt der „Fokal-Durchkreuzung der Lichtstrahlen“).“

Diese Idee von den Wirkungen der Durchkreuzung der Strahlen gab dem genialen Astronomen ein Experiment an die Hand, dessen Resultat hier aufgezeichnet zu werden verdient.

Ein Spiegel-Teleskop von 10 engl. Fuß Länge wurde auf ein mit sehr kleinen Buchstaben bedecktes und in gehöriger Ferne aufgestelltes Plakat gerichtet. Die konvexe Linse des Okulars wurde nicht von einem eigentlichen Rohre, sondern von vier dünnen, starren und rechtwinkelig liegenden Metallfäden getragen. Diese Einrichtung ließ den Fokus fast in allen Richtungen bloß. Nun stellte man einen konkaven Spiegel so auf, daß er seitwärts das sehr kondensirte Bild der Sonne gerade auf die Stelle warf, wo sich das teleskopische Bild der Buchstaben des Plakats erzeugte. Die Sonnenstrahlen, die, nachdem sie sich durchkreuzt hatten, Nichts auf ihrem Wege antrafen, verloren sich in dem Raume. Ein Schirm erlaubte übrigens dem Experimentator, diese Strahlen nach Belieben aufzuhalten, ehe sie sich vereinigten.

Nachdem sodann Herschel das Auge an das Okular gebracht und seine ganze Aufmerksamkeit auf das teleskopische Bild des Plakats geheset hatte, bemerkte er nicht, daß die Buchstaben

¹⁾ Bei Vergleichung der Teleskope von Cassegrain mit kleinem konvexem Spiegel und der Teleskope von Gregory mit kleinem konkavem Spiegel fand Kater, daß erstere, bei denen die Lichtstrahlen sich nicht durchkreuzen, ehe sie auf den kleinen Spiegel fallen, hinsichtlich der Intensität einen entschiedenen Vorzug vor den zweiten besitzen, wo diese Durchkreuzung stattfindet.

dadurch, daß man den Schirm bald hinwegnahm, bald wieder an seine Stelle that, die geringste Veränderung hinsichtlich des Glanzes oder der Schärfe erlitten. Es war somit in einer wie in der anderen Hinsicht einerlei, ob eine ungeheure Menge von Sonnenstrahlen sich gerade auf der Stelle durchkreuzten, wo in einer andern Richtung die Strahlen, welche das Bild der Buchstaben erzeugten, sich vereinigten. Ich habe die Worte, die insbesondere zeigen, in wie fern dieses merkwürdige Experiment von den ersteren verschieden ist und ihnen nicht ganz widerspricht, unterstrichen. Hier durchkreuzten sich die Strahlen von verschiedenem Ursprunge, die von dem Plakate und die von der Sonne kommenden, gegenseitig in fast rechtwinkligen Richtungen; bei der vergleichenden Untersuchung der Gestirne mit konvexen und konkaven Okularen hatten die Strahlen, die auf einander einzuwirken schienen, einen gemeinschaftlichen Ursprung und durchkreuzten sich unter sehr spitzen Winkeln. Man darf daher über die Verschiedenheit der Resultate, wie mir scheint, nicht allzu sehr erstaunen.

Kap. 11. Mit welcher Vorsicht man bei Beobachtung sehr schwacher oder einander sehr nahe liegender Gegenstände zu Werke gehen müßte.

Jedermann hat bemerkt, daß, wenn man aus dem Sonnenlichte an einen schwach erleuchteten Ort kommt, man geraume Zeit braucht, um dort die Gegenstände zu bemerken. Das von der Wirkung eines starken Lichtes mehr oder minder geblendete Auge kommt nur nach und nach in seinen Normalzustand zurück; ist die Empfindlichkeit der Netzhaut einmal abgestumpft, so kann sie nur nach und nach wieder hergestellt werden.

Diese, obgleich schon längst bekannten, Thatsachen hatten bei den Himmels-Beobachtungen vor den Arbeiten Herschels noch keine Rolle gespielt. Der gewissenhafte Astronom sah zuerst ein, daß schwache Lichter, die man in dioptrischen Fernröhren sieht, ebenfalls zu augenblicklichen Blendungen Anlaß geben, unter deren Einfluß noch schwächere Lichter durchaus unsichtbar werden.

„Wenn ich aus dem Lichte ¹⁾ kam, sagt unser Astronom, verfloßen immer zwanzig Minuten, bis mein Gesicht sich wieder so erholt hatte, daß ich in dem Spiegel-Teleskope ganz kleine Gegenstände unterscheiden konnte. Die Beobachtungen des Durchgangs eines Sterns zweiter oder dritter Größe im Felde des Instruments störten mein Auge gleichfalls dergestalt, daß es fast eine gleiche Anzahl von Minuten brauchte, bis es wieder seine ganze Ruhe erlangte.“ (Philos. Trans. 1800, S. 54 — 55.) Diese Phänomene zeigten sich bei einem Spiegel-Teleskope von 20 engl. Fuß Länge, wobei der Durchmesser des austretenden Büschels paralleler, von einem Sterne herkommender Strahlen einen $\frac{12}{100}$ Zoll (engl.) nicht überstieg, eine Zahl, die offenbar schwächer ist, als der Durchmesser des Augapfels bei Nacht. Die Veränderungen in der Oeffnung dieses Organs waren somit hier ohne Einfluß; Alles hing von einer Müdigkeit, einer theilweisen und augenblicklichen Lähmung der Netzhaut ab; ein längeres Verweilen in der Dunkelheit war das einzige Mittel, wodurch diesem Mangel an Empfindlichkeit abgeholfen werden konnte.

Herschel erzählt, sein Auge habe einst eine so große Empfindlichkeit gezeigt, daß die Annäherung des Sirius sich in dem Felde des großen 39füßigen Spiegel-Teleskops wie die Sonne, wenn diese im Begriffe ist, den Horizont zu erreichen, durch eine Dämmerung von immer steigender Intensität angekündigt habe und daß er im Augenblicke, da der Stern in das Feld trat, gezwungen gewesen sei, das Auge zuzudrücken, wie dies beim Anblicke einer schönen aufgehenden Sonne der Fall gewesen wäre.

Sir John Herschel sagt in einem Memoire vom Jahre 1834, das in den VIII. Band der Sammlung der astronomischen Gesellschaft von London eingerückt worden ist, daß „er, um mit seinen starken Spiegel-Teleskopen die Trabanten des Uranus zu erblicken, genöthigt gewesen sei, eine starke Viertelstunde das Auge auf das Okular unverrückt zu heften und sich sehr

¹⁾ Dies deutet, glaube ich, einen von einer Kerze oder einer Lampe erleuchteten Ort an.

„sorgfältig vor der Wirkung jedes äußern Lichtes sicher zu stellen.“ Dies sei denjenigen eine Warnung, welche die Stärke eines Fernrohres in einem Nu beurtheilen wollen und eben so rasch über die Entdeckungen ihrer Vorgänger absprechen.

Herschel vermehrte das schon so ausgedehnte Verzeichniß der Mysterien der Vision, wenn er erklärte, wie man es angreifen müsse, um beide Theile gewisser, einer sehr nahe liegender Doppelsterne besonders zu unterscheiden. Will man, sagte er, darüber zu einer Gewißheit kommen, ob η in der Krone ein Doppelstern sei, so richte man zuerst sein Teleskop auf α in den Zwillingen, ζ im Wassermann, μ im Drachen, ρ im Herkules, α in den Fischen, ε in der Leyer. Man betrachte diese Sterne lange, um sich an die Beobachtung ähnlicher Gegenstände mehr zu gewöhnen. Sodann gehe man zu ζ im großen Bären über, wo beide Theile einander schon näher gerückt sind. Bei einem dritten Versuche wähle man ι im Bärenhüter (als 44 bei Flamsteed und ι in den Karten von Harris aufgeführt), den Stern, der vor α im Orion kommt, ν in demselben Sternbilde, so wird man zur schwierigeren Beobachtung des η in der Krone vorbereitet sein. In der That ist η in der Krone eine Art Miniatur von ι im Bärenhüter, das seinerseits als eine Miniatur von α in den Zwillingen angesehen werden kann. (Philos. Trans. 1782, S. 100).

Kap. 12. Welches sind die kleinsten Gegenstände, deren Formen sich mit den besten bekannten Spiegel-Teleskopen noch unterscheiden lassen?

Sobald Piazzini, Olbers, Harding drei der vier teleskopischen Planeten entdeckt hatten, nahm Herschel sich vor, deren wirkliche Größen zu bestimmen; da man aber die Spiegel-Teleskope noch nicht auf die Messung äußerst kleiner Winkel angewandt hatte, so mußte man, um sich vor jeder Täuschung zu bewahren, erst einige geeignete Versuche anstellen, woraus die Stärke dieser Instrumente sich mit Gewißheit abnehmen ließ. Diese Arbeit des unermüdblichen Astronomen von Slough ist es, wovon dieses Kapitel eine kurze Analyse geben soll.

Herschel erzählt zuerst, wie er im Jahre 1774 mit unbewaffnetem Auge und in einer Entfernung, in der man die Gegenstände noch deutlich zu erkennen vermag, auf dem Wege der Erfahrung zu bestimmen gesucht habe, unter welchem Winkel ein Kreis erscheinen müsse, um sich durch seine Form von einem Quadrate von gleicher Dimension zu unterscheiden. Der Winkel betrug nie weniger als $2' 17''$; demnach war er in seinem Maximum ungefähr ein $\frac{1}{14}$ stel des Winkels, unter dem der mittlere Durchmesser des Mondes erscheint.

Herschel hat weder gesagt, welcher Art die papiernen Kreise und Quadrate, deren er sich bediente, waren, noch auf welchen Grund sie fielen. Es ist dieß eine bedauernswerthe Lücke, denn bei diesen Phänomenen muß die Intensität des Lichtes eine wesentliche Rolle spielen. Wie dem auch sein mag, der gewissenhafte Beobachter nahm, da er das, was er für die Vision mit unbewaffnetem Auge gefunden hatte, nicht auf die teleskopische Vision auszudehnen wagte, sich vor, alle Zweifel durch direkte Beobachtungen zu heben.

Er untersuchte daher mit einem Spiegel-Teleskope von 10 (engl.) Fuß Länge in der Ferne und in freier Luft aufgestellte Stecknadel-Knöpfe und sah ohne Mühe, daß diese Körper rund waren, wenn die Winkel, unter denen sie erschienen, nach ihrer Vergrößerung $2' 19''$ wurden. Dies ist fast genau das Resultat, das man mit unbewaffnetem Auge erhält.

Waren die Kügelchen oder Knöpfchen dunkler, nahm man anstatt der Stecknadel-Knöpfe kleine Kügelchen von Siegellack, so fing die Kugel form erst im Augenblicke, da der vergrößerte Winkel, unter dem sie erschienen, da der natürliche, durch die Vergrößerung multiplicirte Winkel 5 Minuten erreichte, an, deutlich hervorzutreten.

In einer letzten Reihe von Experimenten ließen Silber-Kügelchen, die sehr weit vom Beobachter aufgestellt waren, ihre runde Form erkennen, selbst wenn der vergrößerte Winkel unter 2 Minuten blieb.

Erschienen demnach die Gegenstände unter gleichen Winkeln, so behauptete die teleskopische Vision bei starken Vergrößerungen

einen entschiedenen Vorzug vor der Vision mit unbewaffnetem Auge. Dieses Resultat ist nicht unwichtig.

Bringt man die von Herschel bei diesen mühsamen Untersuchungen in Anwendung gebrachten, oft mehr als 500maligen Vergrößerungen in Anschlag, so darf man es als ausgemacht ansehen, daß die Spiegel-Teleskope, die den neuern Astronomen zu Gebot stehen, zur Bestimmung der Form runder euferner Körper, somit auch der Form der Himmels-Körper selbst dann dienen können, wenn die Durchmesser dieser Körper nicht natürlich (bei unbewaffnetem Auge) unter Winkeln von mehr als $\frac{3}{10}$ Sekunde erscheinen; 500 multipliziert mit $\frac{3}{10}$ Sekunde gibt wirklich 2' 30".

Kap. 13. Von der Stärke der Spiegel-Teleskope bei Beobachtung sehr entfernter oder nicht stark leuchtender Gegenstände.

Man verstand die dioptrischen Fernröhre noch nicht, sie waren noch Instrumente ohne gewisse Theorie, eine Frucht des Zufalls, als sie schon dazu dienten, glänzende astronomische Phänomene zu enthüllen. Ihre Theorie, in so fern sie von der Geometrie und Optik abhing, machte indessen bald rasche Fortschritte. Diese beiden ersten Seiten des Problems lassen heut zu Tage nur wenig zu wünschen übrig; nicht so verhält es sich aber mit einer dritten, bis jezt ziemlich vernachlässigten, welche die Physiologie, die Art, wie das Licht auf das Nervensystem einwirkt, betrifft. So würde man in den alten Lehrbüchern der Optik und Astronomie vergebens eine strenge, vollständige Erörterung der komparativen Rolle suchen, welche die Größe und die Intensität der Bilder, die Vergrößerung und die Oeffnung eines dioptrischen Fernrohres, eines Spiegel-Teleskopes sowohl am hellen Tage, als während der Nacht rücksichtlich der Sichtbarkeit der schwächsten Gestirne spielen können. Diese Lücke suchte Herschel im Jahre 1799 auszufüllen; dies war der Zweck des Memoires, das den Titel führt: *On the power of penetrating into space by telescopes* (über das Vermögen, durch Spiegel-Teleskope in den Raum zu dringen).

Dieses Memoire enthält zwar manches Treffliche, erschöpft

jedoch den Gegenstand bei Weitem nicht. Der Verfasser läßt darin z. B. die bei Tag angestellten Beobachtungen gänzlich bei Seite. Auch finde ich, daß der hypothetische Theil der Erörterung von dem auf strengen Beweisen beruhenden Theile vielleicht nicht scharf genug getrennt ist, daß bestreitbare Zahlen, obgleich ihnen die kleinsten Originalbrüche zur Seite stehen, sich zu Vergleichungsgliedern für gewisse Resultate, die im Gegentheile sich auf Beobachtungen, unbestreitbar wie eine mathematische Wahrheit, stützen, gar übel eignen.

Wie dem auch sein mag, Astronomen und Physiker, welche die Frage von der Sichtbarkeit durch Fernröhre hindurch von Neuem zum Gegenstande ihrer Untersuchungen machen wollen, werden in dem Herschel'schen Memoire wichtige Fakta und sinnreiche Beobachtungen finden, die ihnen treffliche Führer sein können.

Die Netzhaut ist weit entfernt, eine in's Unendliche gehende Empfindlichkeit zu besitzen. Gleichwie sehr schwache Töne das Ohr nicht merklich affiziren, so bringen gewisse Lichter keine berechenbare Wirkung auf das Auge hervor. So ist unter der 7ten Größe ein einzelner Stern mit unbewaffnetem Auge nicht mehr sichtbar. Ich sage ein einzelner Stern, denn ein Haufen Sterne 8ter und 9ter Größe und selbst von einer noch viel niederen Stufe kann vollkommen sichtbar sein.

Wenn man über die Art, wie die Vision vor sich geht, nachgedacht hat, wenn man zu der Einsicht gelangt ist, daß jeder Punkt eines Gegenstandes auf der Netzhaut ein besonderes und deutliches Bild hat, so findet man zu seinem großen Erstaunen, daß ein Körper im Ganzen sichtbar sein kann, während seine Elemente es nicht sind. Als Beweis für die Thatsache führt Herschel an:

Den weißlichen Fleck, den ein gutes Auge in dem Hefte des Schwertes des Perseus während einer ganz heiteren Nacht erblickt (nicht einen Stern dieses Nebelflecks würde man ohne die Hülfe eines dioptrischen Fernrohres oder eines Spiegel-Teleskops sehen);

Den von Messier etwas nördlich und östlich von *H* in den

Zwillingen entdeckten Nebelfleck (die Sterne dieser Gruppe, die schwächer sind als die des Nebelflecks des Perseus, würde man gewiß nicht einzeln mit unbewaffnetem Auge sehen, während man sie bei ganz reinem Himmel in ihrer Gesamtheit erblickt);

Den zwischen η und ζ im Herkules enthaltenen Nebelfleck (die Sterne, die ihn bilden, sind noch kleiner als die der zwei vorhergehenden Nebelflecken).

Aber nicht bloß bei Beobachtungen mit unbewaffnetem Auge hängt die Sichtbarkeit, der Meinung Herschel's zufolge, von dem bei der Erzeugung des Bildes des Gegenstandes mitwirkenden Totallichte und nicht von dem eines jeden seiner Theile ab; auch die mit optischen Instrumenten angestellten Beobachtungen bieten analoge Phänomene dar. So erzählt der Verfasser des Memoires, er habe im Jahre 1776 bei seinen ersten Versuchen mit einem 20 füssigen Newton'schen Spiegel-Teleskope Abends mit diesem Instrumente ganz gut einen Kirchturm gesehen, dessen Existenz man mit unbewaffnetem Auge nicht einmal vermuthete, obgleich er unter einem bedeutenden Winkel erschien *).

In dem Memoire, wovon dieses Kapitel nur ein kurzer und unvollkommener Inbegriff ist, setzt Herschel voraus, alle Sterne seien ungefähr gleich groß und ihr Abstand sei gleichfalls derselbe. Demnach wären die Sterne zweiter Größe von einander und von den Sternen erster Größe entfernt, wie diese letzteren von der Sonne. Diese Vertheilung würde sich auf die Sterne dritter Größe, verglichen mit den Sternen zweiter Größe, erstrecken und so fort.

Nach dieser Hypothese würde Sirius, der glänzendste Stern des Himmels, ein schöner Stern zweiter Größe werden, wenn er noch einmal so weit, als jetzt, uns entrückt, d. h. wenn seine Intensität auf ein Viertel reduzirt würde.

Er würde in einer dreimal so großen Entfernung, oder wenn sein Licht auf ein Neuntel reduzirt würde, ein Stern 3ter Größe werden.

*) Man sehe die Anmerkung am Ende dieses Kapitels.

In einer sieben Mal so großen Entfernung, oder wenn ihm nur noch der 49ste Theil seiner ursprünglichen Intensität bliebe, würde er ein Stern 7ter Größe werden.

Wollte man die Analogie fortsetzen, so würde Sirius in einer 100 und 1000 Mal so großen Entfernung ein Stern 100ster und 1000ster Größe sein.

Durch eine Reihe von Betrachtungen, wogegen sich ernstliche Zweifel wohl nur rücksichtlich ihrer Anwendung auf die Sichtbarkeit der Planeten erheben lassen, fand Herschel:

Daß man mit seinem 20 füssigen Spiegel-Teleskope in den Raum 75 Mal tiefer eindringen konnte, als mit unbewaffnetem Auge, wenn man den Durchmesser des Augapfels als $= \frac{2}{10}$ Zoll (engl. Maß) annimmt.

Bei einem 25 füssigen Spiegel-Teleskope stieg dieses Vermögen, in den Raum einzudringen, auf 96.

Endlich zeigten dieselben Betrachtungen, daß ein Stern, der mit unbewaffnetem Auge in einer gewissen Entfernung gerade noch sichtbar ist, mit Hülfe des 39 füssigen Spiegel-Teleskops noch in einer 192 Mal größern Entfernung gesehen werden könnte.

Da die letzten, mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Sterne siebenter Größe sind, so mußte, der Herschel'schen Klassifikation zufolge, das 39 füssige Spiegel-Teleskop das Auge offenbar bis zu den isolirten Sternen 1344ster Größe vordringen lassen: denn wirklich ist $1344 = 7$ multipliziert mit 192.

Wollte man die Sichtbarkeit immerfort als proportional der Total-Intensität des Lichtes, welches das Auge trifft, annehmen, so würde man eine sehr zusammengedrückte Gruppe von 25,000 Sternen 1344ster Größe in einer Entfernung sehen, wo jeder Stern 25,000mal schwächer geworden wäre, in einer Entfernung, die 158mal größer wäre, als die Grenze, deren Werth wir so eben für die isolirten Sterne angegeben haben.

Ein Lichtstrahl könnte, ungeachtet seiner ungeheuren Geschwindigkeit, die in einer Sekunde nicht weniger als 77,000

Stunden (lieues, = 308,000 Kilometer) beträgt, die Distanz von einem solcher Nebelflecke bis zur Erde kaum in einer halben Million Jahre durchlaufen. (Die Grenze, die für einen Stern erster Größe nur 3 Jahre beträgt, steigt für einen Stern 1344ster Größe schon zu 4000 an. Handelt es sich von dem Nebelflecke, so wird die 158mal größere Grenze 632,000 Jahre.) Demnach sind die Veränderungen, welche die Nebelflecke dieser Klasse erleiden, mehr als eine halbe Million Jahre alt, wenn wir sie zu Gesicht bekommen; demnach könnte ein ähnlicher Nebelfleck heute verschwinden, erlöschen, und würde dennoch noch länger als eine halbe Million Jahre von der Erde aus gesehen werden. In dieser Hinsicht darf man sagen, die Spiegel-Teleskope dienen zur Ergründung der Zeit und des Raumes.

Im Jahre 1781, zwanzig Jahre vor Veröffentlichung seines *Memoires: On the power of penetrating into space by telescopes* gab Herschel in einer gesteigerten Vergrößerung ein Mittel zuerspähung der kleinsten Sterne an. Die Beobachtungen, worauf er sich stützte, sind folgende:

Der kleine Stern in der Nähe desjenigen, der auf α im Adler folgt, ist bei 227maliger Vergrößerung nicht sichtbar, wird es aber, wenn dasselbe Teleskop 460mal vergrößert;

Der kleinste der beiden Sterne, die K im Adler begleiten, ist bei 227maliger Vergrößerung unsichtbar, bei 460maliger aber sichtbar.

Die kleinen Sterne in der Nähe von α in der Leier, von μ im Herkules werden bei 460maliger Vergrößerung sichtbar, während sie bei 227maliger unsichtbar sind.

Anmerkung. Meiner Ansicht nach dürfte es nicht sehr schwer zu erklären sein, wie 10, 20, 50, 100, 1000 Sterne, die einander sehr nahe stehen, leicht gesehen werden können, während ein gewisser einzeln stehender Stern derselben Größe mit unbewaffnetem Auge nicht sichtbar ist. Meine Erklärung hätte den Vortheil, daß sie der Herschel'schen Theorie ihren paradoxen Charakter benehmen würde. Sie würde gleichfalls angeben, bis zu welcher Durchmesser-Grenze die Sichtbarkeit eines Gegenstandes von dem Total-

lichte, das von diesem Gegenstande dem Auge zugesandt wird, abhängen könnte.

Das Bild eines mit unbewaffnetem Auge gesehenen Sternes scheint ausgedehnt und aus divergirenden Strahlen zusammengesetzt zu sein; das Licht des Sternes, welches der Augapfel aufgefaßt hat, nimmt somit auf der Netzhaut eine gewisse Ausdehnung ein. Hätte dieses ganze Licht sich auf einen einzigen Punkt konzentriert, so würden die entsprechenden Nervenbüschelchen, womit der Grund des Auges überzogen ist, stark erschüttert werden. Dasselbe Licht muß, wenn es auf einem großen Raume verbreitet ist, bedeutend schwächere Wirkungen hervorbringen. Nehmen wir an, der Stern sei an und für sich schwach, so wird er im Zustande der Konzentration sichtbar sein, und im Gegentheile verschwinden, wenn er mehr an Ausdehnung gewinnt oder sich verflacht.

Ein sehr einfaches Experiment wird die Wahrheit dieser Betrachtungen außer Zweifel setzen. Man pointire ein dioptrisches Fernrohr oder ein Spiegelteleskop, dessen Okular gehörig gerichtet ist, auf einen sehr schwachen, aber doch noch ziemlich sichtbaren Stern. Man drücke sodann das Okular weiter hinein oder ziehe es weiter heraus, so wird der Stern ganz verschwinden. Was hat diese Bewegung hervorgebracht? Die Ausdehnung, Entfaltung, Verflachung des Bildes und sonst Nichts. Das Okular verfehlt, wenn es einmal verrückt ist, den Beobachter in Betreff der Schärfe der Bilder in die Lage eines Menschen, der mit unbewaffnetem Auge sehen würde.

Nachdem wir uns so von diesen Dingen einen deutlichen Begriff gemacht haben, wollen wir zuerst untersuchen, was bei Beobachtung der schwachen Sterne mit unbewaffnetem Auge vorgeht.

Die Sterne 7ter Größe bilden, der Nomenklatur der Astronomen zufolge, die erste Klasse der Sterne, die für ein gewöhnliches unbewaffnetes Auge nicht mehr sichtbar sind. Das entfaltete, verflachte Bild eines Sternes 7ter Größe erschüttert die Netzhaut nicht hinlänglich; es bringt auf derselben keine merkliche Licht-Empfindung hervor. Wäre das Bild

nicht verflacht, so würde die Empfindung stärker sein, so würde man den Stern sehen können. Die erste Klasse der mit unbewaffnetem Auge nicht unsichtbaren Sterne wäre alsdann nicht mehr die 7te: man würde, um sie zu finden, alsdann vielleicht bis auf die 12te herabgehen müssen.

Betrachten wir eine Gruppe von Sternen 7ter Größe, die einander so nahe stehen, daß die Zwischenräume dem Auge nothwendig entgehen. Hätte die Vision die gehörige Schärfe, wäre das Bild jedes Sternes sehr klein und scharf begrenzt, so würde der Beobachter ein Lichtfeld erblicken, in welchem jeder Punkt den konzentrirten Glanz eines Sternes 7ter Größe haben würde. Der konzentrirte Glanz eines Sternes 7ter Größe reicht zur Vision mit unbewaffnetem Auge hin; die Gruppe wäre somit mit unbewaffnetem Auge sichtbar.

Dehnen wir nun auf der Netzhaut das Bild jedes Sternes der Gruppe aus, ersetzen wir jeden Punkt des früheren allgemeinen Bildes durch einen kleinen Kreis, so werden diese Kreise mit einander in's Spiel kommen, so werden die verschiedenen Punkte der Netzhaut durch das von mehreren Sternen gleichzeitig kommende Licht sich erleuchtet finden. Will man ein wenig nachdenken, so muß es einleuchten, daß die so erleuchtete Licht-Grundfläche wegen der Superposition der Kreise gerade dieselbe Intensität, — nur nicht auf den Rändern des allgemeinen Bildes, — hat, wie wenn jeder Stern nur einen einzigen Punkt des Augen-Grundes erleuchtet; empfängt aber jeder dieser Punkte ein Totallicht, das an Intensität dem konzentrirten Lichte eines Sternes 7ter Größe gleich ist, so muß die Entfaltung oder Verflachung der individuellen Bilder der bei einander stehenden Sterne der Sichtbarkeit des Ganzen offenbar nicht im Wege stehen.

Die teleskopischen Instrumente haben, obgleich in weit geringerem Grade, den Fehler, daß sie den Sternen auch einen merklichen und künstlichen Durchmesser geben. Mit diesen Instrumenten muß man daher, wie mit unbewaffnetem Auge, Gruppen erblicken, bestehend aus Sternen, die an Intensität denen

nachsehen, welche dieselben dioptrischen Fernröhre oder dieselben Teleskope in ihrem vereinzeltten Stande würden erblicken lassen.

Ich zweifle, ob man derselben Ursache ein Sichtbarkeits-Phänomen, das ich schon seit dem Jahre 1810 in unsern Registern angemerkt habe, ausschließlich zuschreiben darf. Hier folgt übrigens eine Beschreibung desselben:

Die Jupiter-Trabanten bieten, wenn sie sich auf den Planeten projiciren, besonders an den Rändern, im Allgemeinen den Anblick von Lichtflecken dar. Sie gleichen alsdann, unter sehr kleinen Dimensionen, den Sonnenfackeln, und haben demnach auf der Oberflächen-Einheit mehr Glanz, als der Planet.

Indessen bemerkte ich, während ich die physische Konstitution Jupiters untersuchte, öfters, daß eine Wolke, ein Nebel, wodurch die Satelliten ganz verdeckt wurden, den Planeten sehr gut sehen ließ.

Sollten in diesem Falle in Anbetracht der sehr geringen Ausdehnung, welche das Bild des Satelliten erleidet, wenn man ihn mit Hilfe eines Fernrohres betrachtet, die vorhin analysirten Ursachen nicht als genügend erscheinen, so müßte man vielleicht zur alten und höchst sonderbaren Idee, wornach man, um die Empfindlichkeit der Netzhaut auf einem Punkte zu erhöhen, dieses Organ nur auf einem andern, demselben nahe liegenden Punkte zu erschüttern braucht, seine Zuflucht nehmen. Hier folgt eine Beobachtung, die man zur Unterstützung dieser Hypothese angeführt hat: α im Herkules ist ein Doppelstern, bestehend aus einem Sterne 3ter Größe und aus einem Sterne, der früher 7ter Größe war. Beide sind merklich von einander getrennt.

Mit einem guten Refraktor waren beide Sterne bei Tage sichtbar: man erblickte einen Stern 7ter Größe in geringer Entfernung von einem Sterne 3ter Größe, während man einen einzeln stehenden Stern 5ter und sogar 4ter Größe in einer von der Sonne gleichfalls erleuchteten Himmelsgegend nicht sah.

Diese Beobachtungen scheinen sehr einfach, sehr bestimmt zu sein und doch hege ich noch Zweifel über die Richtigkeit der Erklärung, wenn auch nicht über die Wirklichkeit des Phänomens.

Einen sehr kleinen und sehr schwachen Gegenstand sieht man nicht, wenn man nicht den Ort, an dem man ihn zu suchen hat, im Voraus und ziemlich genau weiß. Der starke Stern in der binären Kombination von α im Herkules war eine Art Zeichen, das dem Blicke, dem Gesichtsstrahle die Fixität verlieh, wovon die Sichtbarkeit der schwachen Gegenstände theilweise abhängt.

Ich lasse gegenwärtig einen Apparat fertigen, mit dessen Hülfe die hier angeregte, dem Gebiete der Photometrie angehörige Frage sich leicht wird erledigen lassen. Ich werde die erste Gelegenheit ergreifen, um die Resultate, die er liefern wird, der gelehrten Welt mitzutheilen.

Kap. 14. Von den zu astronomischen Beobachtungen besonders günstigen Umständen.

Die geschicktesten praktischen Astronomen finden oft zu ihrem Erstaunen, daß bei einem Himmel, dessen Reinheit eine Untersuchung der physischen Konstitution der Gestirne sehr begünstigen zu müssen scheinen dürfte, die großen Instrumente nicht immer die besten Dienste leisten. Die Umstände, welche die teleskopischen Bilder verworren, undeutlich, in ihren Grenzen sehr unbestimmt, verwaschen erscheinen lassen, die ihnen ihre natürliche Schärfe benehmen und dagegen eine wellenförmige Bewegung verleihen, kennt man noch nicht vollständig, noch hat man insbesondere die bereits bekannten genau bestimmt. Die vielen Herschel'schen Memoiren enthalten verschiedene abgerissene Bemerkungen über diesen Gegenstand. Ich habe sie hier zusammengestellt, in der Hoffnung, damit den Liebhabern der Astronomie einen Dienst zu erweisen.

Keine einigermaßen genaue Beobachtung, d. h. keine Beobachtung, die eine bedeutende Vergrößerungskraft erheischt, gelingt, wenn man dabei durch ein Zimmerfenster oder die Klappthür des Daches einer Sternwarte hinaussehen will.

Es ist gut, wenn man vor Wind und Wetter geschützte Orte vermeidet, sollte auch das Teleskop in freier Luft aufgestellt sein.

Bei windigem Wetter sind die teleskopischen Bilder im

Allgemeinen nicht sehr deutlich. Der Wind muß diese üble Wirkung dadurch hervorbringen, daß er atmosphärische Schichten von verschiedenen Temperaturen unter einander mischt¹⁾.

Die Nordlichter thun den astronomischen Beobachtungen bisweilen Eintrag; sie scheinen allen Gegenständen eine wellenförmige Bewegung zu verleihen. Gewöhnlich aber bleiben sie ohne Wirkung.

Sollten, wie dieses Herschel mit mehreren Meteorologen zugibt, die Nordlichter wirklich ein Zeichen (Ursache oder Wirkung) großer Temperatur-Veränderungen in den verschiedenen Regionen der Atmosphäre sein, so könnte ihr Einfluß mit dem des Windes in eine Linie gestellt werden.

Ein Gestirn zeigt sich nie gut begrenzt, wenn die Strahlen, die es uns sehen lassen, in einer kleinen Höhe über dem Dache eines Hauses hinweggegangen sind. Ueber einem Dache findet nämlich eine beständige atmosphärische Bewegung statt, die von der Mischung ungleich erwärmter Schichten herrührt.

Ist die Atmosphäre trocken, so leisten die Teleskope nur mittelmäßige Dienste.

Ist die Atmosphäre dagegen sehr mit Feuchtigkeit geschwängert, so haben die Bilder der Gestirne eine bewundernswerthe Schärfe.

Diese Schärfe findet auch bei trübem Himmel und besonders bei nebeligem Wetter statt. Der Nebel läßt den teleskopischen Bildern die volle Reinheit ihrer Umrisse bis zu

¹⁾ Als Herschel diesen Aphorism aus dem Gebiete der praktischen Astronomie unter dem Einflusse eines besondern Faktums niederschrieb, überließ er sich vielleicht etwas voreilig dem Geiste der Verallgemeinerung. In den Philos. Transactions vom Jahre 1815 finde ich nämlich, Seite 322, folgende Bemerkung. Ich weiß nicht, ob der große Beobachter je bemerkt hat, wie sehr er hinsichtlich des Einflusses, den der Wind auf die astronomischen Beobachtungen ausübt, mit sich in Widerspruch gerathen ist.

„Der Wind thut der Schärfe der teleskopischen Bilder keinen Abbruch. Bei heftigem Winde lassen sich sehr bedeutende Vergrößerungskräfte in Anwendung bringen, nur darf der Fuß des Instruments nicht erschüttert werden.“

Urago VI.

dem Augenblicke, wo er sie so verdunkelt, daß sie gänzlich verschwinden.

Bisweilen ereignet es sich, daß bei scheinbar günstigem Wetter die Gestirne sehr unbestimmte Umriffe haben. Dies kann, sagt Herschel, mit der Anwesenheit einer trockenen Atmosphäre in Verbindung stehen, die ein Ostwind in die höheren Regionen gebracht hat, oder von der Mischung mehrerer Schichten von verschiedenen Temperaturen, einem Resultate des Konflikts oberer, aus verschiedenen Himmelsgegenden kommender Winde, abhängen.

Folgt plötzlicher Frost auf gelindes Wetter, folgt plötzliches Thauwetter auf einen langen Frost, so begränzen Spiegel-Teleskope die Gestirne schlecht.

Eben so wenig darf man auf gute Resultate in dem Augenblicke zählen, wo man ein Spiegel-Teleskop aus einem warmen Zimmer in die freie Luft gebracht hat.

Will man generalisiren, so muß man sagen, daß, wenn der Spiegel des Instruments nicht die Temperatur der umgebenden Luft hat, die Vision nothwendig unvollkommen ist; in diesem Falle kann man bedeutende Vergrößerungen nicht mit Nutzen anwenden.

Das Faktum knüpft sich übrigens an eine augenscheinliche physische Ursache an. Jedem wird es in der That einleuchten, daß der Spiegel eines Teleskopes, während er sich in seiner Einfassung erwärmt oder während er darin erkaltet, nicht auf allen seinen Punkten die gleiche Temperatur hat; daß die nothwendige Folge dieser ungleichen Wärme-Vertheilung eine Deformation der polirten und reflektirenden Oberfläche des Spiegels und eine Unvollkommenheit im Fokal-Bilde sein muß.

Auf dieselbe Weise erklärt man sich die Verlängerung des Fokus, die Herschel an seinen Teleskopen mit Metallspiegeln bemerkte ¹⁾, wenn er sie auf die Beobachtung der Sonne

¹⁾ Die Wirkung der Sonne ist eine umgekehrte, denn sie bringt eine Verkürzung der Fokal-Distanz hervor, wenn der Spiegel des Teleskops aus Glas ist. Man kennt die Ursache dieser Anomalie noch nicht.

anwandte. Diese Erklärung hat der berühmte Astronom dadurch bestätigt, daß er vorn und hinten an dem Spiegel, aber ganz in dessen Nähe, eine kleine Kugel von glühendem Eisen anbrachte. Die Wärmestrahlen, die von der Kugel ausgingen, erwärmten den Metallspiegel ungleich und deformirten ihn, indem sie seinen Fokus verlängerten.

Kap. 15. Ueber die theoretischen Vergleichen der Spiegel-Teleskope mit den dioptrischen Fernröhren.

Will man ein Spiegel-Teleskop mit einem dioptrischen Fernrohre in Betreff der Klarheit theoretisch vergleichen, d. h. will man wissen, ob ein Instrument, bei dem das zur Vergrößerung bestimmte Bild sich durch Reflexion auf einem gekrümmten Spiegel bildet, mehr oder nicht so viel Licht gibt, als ein anderes Instrument, bei dem dasselbe Bild sich auf dem Wege der Refraktion durch eine Glaslinse hindurch erzeugt, so muß man die Verluste, die bei der Transmission durch Gläser hindurch und beim Akte der Reflexion auf den Spiegeln sich herausstellen, sorgfältig in Anschlag bringen. Derjenige, welcher nur die wirklichen Oeffnungen der beiden Instrumente im Auge haben würde, würde zu sehr irrigen Resultaten gelangen. Herschel hat nach den photometrischen Methoden Bouguer's Experimente aufgestellt, welche die nöthigen Elemente an die Hand geben, um darnach die gegenseitige Lichtstärke eines Spiegel-Teleskopes und eines dioptrischen Fernrohres mathematisch bestimmen zu können.

Wenn 100,000 Strahlen fast perpendikulär auf einen ebenen, durchaus gut polirten Spiegel von derselben Metall-Mischung fallen, die Herschel bei seinen Teleskopen gebrauchte, so werden nur 67,300 zurückgeworfen werden.

Nach einer zweiten, gleichfalls rechtwinkligen Reflexion auf einem andern Spiegel würden, wenn die Absorption in demselben Verhältnisse statthätte, von den 100,000 Strahlen, aus denen der einfallende Büschel bestand, nur noch 45,200 übrig sein.

Mit den Transmissionen durch Gläser hindurch ist ein weit

geringerer Verlust an Licht verbunden. Herschel fand, indem er eine gewöhnliche Glasplatte mit parallelen Flächen, die aber gut polirt war und eine Dicke, ungefähr gleich der der stark vergrößernden Okulare, hatte, zu seinen Versuchen nahm, daß von 100,000 Strahlen, die perpendikulär auf ein ähnliches Glas fallen, 94,800 hindurchgehen.

Ich will diesen Bestimmungen Herschel's ein historisches Citat folgen lassen, worüber die Physiker erstaunen dürften. Ich finde im Tome X., Seite 505, der Mémoires de l'Académie des Sciences einige Bemerkungen von Huygens über das Newton'sche Reflexions-Teleskop. Eine derselben lautet wie folgt: „Ich sehe es als einen dritten Vortheil an, daß durch die Reflexion des Metallspiegels keine Strahlen verloren gehen wie bei den Gläsern, die durch jede ihrer Oberflächen eine ansehnliche Menge solcher zurückwerfen und durch die Dunkelheit ihrer Materie noch einen Theil derselben auffangen.“

Huygens hatte demnach im Jahre 1672 keinen Begriff von der Absorption, die das Licht bei der Reflexion auf Metallspiegeln erleidet!

Kap. 16. Ueber die Mittel, das Bild der Sonne bei den teleskopischen Beobachtungen schwächer zu machen.

Das Auge kann das lebhafte Licht des Sonnenbildes, das sich im Fokus eines dioptrischen Fernrohres oder eines Spiegel-Teleskops erzeugt, nicht aushalten; die Astronomen sehen daher dieses Fokal-Bild durch ein farbiges, gewöhnlich rothes oder grünes Glas an, das den Lichtstrahlen seine Farbe mittheilt. Demnach sieht man das Gestirn nicht in seinem natürlichen Zustande. Man könnte leicht Fälle anführen, wo diese Färbung störend einwirkt.

Die Wahl der farbigen Gläser, deren man sich bedienen muß, um die Intensität der teleskopischen Bilder der Sonne zu vermindern, ist von großer Wichtigkeit. Eben so verhält es sich mit der Lage, die man diesen schwächenden Gläsern gibt. Verschiedene Astronomen, die dem Studium der physischen Konstitution der Sonne oblagen, sind, weil sie diesem Zweige der

Beobachtungskunst nicht die gehörige Aufmerksamkeit schenken, blind geworden. Herschel konnte eine solche Frage nicht vorbei gehen lassen, ohne sie zum Gegenstande vielseitiger Erfahrungen zu machen. Er hat die Resultate derselben in dem Bande der *Philos. Transactions* vom Jahre 1800 veröffentlicht. Hier folgen die wichtigsten derselben:

Die rothen Gläser lassen, selbst wenn sie das Sonnenlicht so geschwächt haben, daß man es ohne Mühe aushalten kann, eine Menge Wärmestrahlen durchgehen, die dem Auge des Beobachters viel zu schaffen machen;

die grünen Gläser fangen zwar den größten Theil der Wärme auf, lassen aber, wenn sie nicht übermäßig dick sind, dem Lichte eine Intensität, die dem Auge wehe thut;

da der Lichtbüschel, der aus dem Okulare tritt, sehr kondensirt ist, so theilt er dem farbigen Glase, durch das er geht, eine starke Fokal-Hitze mit; daher augenblickliche Dilatationen, das Krachen des Glases, die Zerstörung seiner Politur. Diese Wirkungen vermeidet man, wenn man das farbige Glas zwischen dem Okulare und dem Objektive an einem Platze aufstellt, wo der Lichtbüschel noch nicht die ganze Kondensation erlitten hat, von der wir so eben gesprochen haben. Dies ist der Kunstgriff, der Herschel'n selbst bei den Spiegel-Teleskopen mit großen Oeffnungen gelang. Es muß jedoch, wie mir scheint, ein nicht unbedeutender Nachtheil damit verbunden sein, der nämlich, daß die Schärfe des Bildes — denn die farbigen Gläser sind selten ohne Streifen (Striche oder Striemen) — geschwächt wird und das so geschwächte, veränderte Bild sodann erst der Vergrößerung der Okulare unterliegt. An dem gewöhnlichen Platze des farbigen Glases, d. h. wenn dieses Glas außerhalb der Okulare sich befindet, werden die Fehler, wozu es Anlaß geben kann, nicht vergrößert; das Fokal-Bild behält die ganze Reinheit, die das Spiegel-Teleskop zuläßt; es wird eben so wenig entstellt, als wenn man es durch das Glas hindurch mit unbewaffnetem Auge ansehen würde.

Herschel hat den Vorschlag gemacht, man solle dem farbigen Glase die Flüssigkeit substituiren, die man erhält, wenn man

Linte mit Wasser verdünnt durch Seihpapier laufen läßt. Diese Flüssigkeit läßt der Sonne ihre schöne weiße Farbe. Die Ungleichheiten, oder, wenn man lieber will, die Nebenlichter, die man auf der Oberfläche dieses Gestirnes allenthalben gewahrt, sieht man alsdann weit besser. Noch will ich hinzusetzen, daß es bei der weißen Farbe gleichfalls möglich sein muß, die von der Zerstreungs-Kraft der Atmosphäre abhängenden Phänomene in ihrer ganzen Ausdehnung zu untersuchen.

Es ist ein wichtiger Umstand, den Herschel konstatirt haben will. Der Meinung dieses Beobachters zufolge absorbirt die fragliche Flüssigkeit den größern Theil der Wärmestrahlen, die mit dem Sonnenlichte vermischt sind. Das auf das Okular geheftete Auge hat so von Entzündungen, die mehr als einem Astronomen das Gesicht gekostet haben, Nichts mehr zu fürchten.

Die durchgeseigte Linte, die Herschel dem farbigen Glase substituirt, war in einem kleinen Rezipienten enthalten, der an seinen Enden zwei ebene, polirte Spiegelgläser mit parallelen Flächen hatte. Das Ganze wurde ein wenig vor dem Okulare aufgestellt, so daß die Strahlen schon geschwächt im Fokal-Bilde ankamen.

Das von Herschel vorgeschlagene Mittel zur Vervollkommnung der Sonnen-Beobachtungen hat, ungeachtet aller Vortheile, die der Erfinder sich davon zu versprechen schien, bei den Astronomen nur wenigen Eingang gefunden.

Kap. 17. Mikrometer zu Bestimmung der Positionswinkel.

Nehmen wir an, ein Stern sei im Meridian, d. h. auf dem höchsten Punkte seines täglichen Laufes angelangt. Denken wir uns eine Horizontallinie durch seinen Mittelpunkt. Diese Linie wird in einer beschränkten Ausdehnung mit dem kleinen, dem Aequator parallelen Kreise, den der Stern beschreibt, zusammenfallen. Die gerade, von dem Mittelpunkte des fulminirenden Gestirnes auf ein naheliegendes Gestirn gezogene Linie bildet mit der Horizontallinie einen Winkel, den man den Positionswinkel dieses Gestirns genannt hat.

Der Positionswinkel ließe sich aus den Rektascensions- und

Deklinations-Differenzen durch Rechnung ableiten. Oft mißt man ihn jedoch mit größerer Genauigkeit und Bequemlichkeit direkt.

Diese Messung ist vermitteltst einer wesentlichen Modifikation des gewöhnlichen Mikrometers mit Fäden, die man Herschel'n verdankt, möglich geworden.

Der neue Mikrometer besteht, wie der alte, aus zwei Fäden, wovon einer fest oder unbeweglich, der andere beweglich ist. Nur bleibt der bewegliche Faden in seinen Verrückungen sich und dem festen Faden nicht mehr parallel; er kann bloß eine Rotations-Bewegung erhalten. Mit Hülfe dieser Bewegung gibt der Beobachter dem beweglichen Faden nach Belieben jede mögliche Inklination in Beziehung auf den festen Faden, von 0 bis zu 180°. Die Quantität, um die der bewegliche Faden sich gedreht hat, kann man auf einem äußern, gut eingetheilten Kreise lesen.

Will man im Meridian einen Positionswinkel haben? Nichts ist einfacher: man muß mit Hülfe des am Spiegel-Teleskope angebrachten Dreh-Apparates den Hauptstern, denjenigen, der die Spitze des Winkels einnehmen soll, auf dem scheinbaren Kreuze der Fäden (*à la croisée apparente des fils*) festhalten und sodann den beweglichen, rotationsfähigen Faden zu gleicher Zeit durch den zweiten Stern gehen lassen; der äußere eingetheilte Kreis, dessen Rotationsbewegung durch Konstruktion dem der innern Platte, die den beweglichen Faden trägt, immer gleich ist, gibt alsbald den Werth des gesuchten Winkels.

Ich bin von der Voraussetzung ausgegangen, es sei eines der Gestirne im Meridian und der feste Faden horizontal. Die Beobachtung des Positionswinkels gelingt gleichfalls außerhalb des Meridians, wosfern der feste Faden, welches auch seine Inklination gegen den Horizont sein möge, mit dem Bogen des himmlischen Parallels zusammentrifft, der durch den Punkt geht, nach dem das Teleskop gerichtet ist; nun aber gibt es ein sogenanntes parallaktisches Stativ, das, ohne der beliebigen Drehung eines Teleskopes nach irgend einer Region des Himmels hinderlich zu sein, dem festen Faden des Mikrometers von

selbst die Richtung irgend eines himmlischen Parallels gibt, sobald in einer einzigen Stellung, z. B. in der Mittagsstellung eines hohen oder niederen, südlichen oder nördlichen Sternes die Koïncidenz des fraglichen Fadens mit dem Bogen des entsprechenden Parallels existirt hat. Die einfachste Beobachtung dient übrigens dazu, die Dinge in diesen Zustand zu setzen.

Der Mikrometer mit einem sich drehenden Faden, der zur Messung der Positionswinkel dienende Mikrometer hat in den Arbeiten Herschel's über die Satelliten des Uranus und über die Doppelsterne die größte Rolle gespielt. Die erste vom Erfinder veröffentlichte Beschreibung desselben findet man in den *Philos. Transactions* vom Jahre 1781.

Die Idee, von der man vor einigen Jahren so viel Aufhebens gemacht hat, nämlich die von einer Beleuchtung der Fäden der gewöhnlichen Mikrometer von vorn, d. h. an dem dem Okulare oder dem Beobachter zugewandten Theile ihrer Umfangslinien gehört, wenn ich mich nicht täusche, Herschel'n an. So sehe ich wenigstens eine Note zu einem *Memoire on the construction of the heavens* (*Philos. Trans.* vom Jahre 1785, Seite 263) an.

Kap. 18. Lampen-Mikrometer.

Die mit Hülfe sehr großer Vergrößerungen bewerkstelligte Messung des Winkel-Intervalls, der die Mittelpunkte der Sterne von einander trennt, woraus die binären Gruppen bestehen, führte Herschel auf die Konstruktion eines neuen Mikrometers, den er *Lampen-Mikrometer* (*lamp-micrometer*) nannte. Der alte Mikrometer konnte bei derartigen Beobachtungen offenbar nicht in Anwendung kommen, sobald durch die Vermittlung der Okularlinse die Fäden einen Durchmesser, der stärker als der anscheinende Durchmesser der Sterne war, erlangten. Wie konnte man in der That in diesem Falle wissen, ob man auf die Mittelpunkte der beiden Sterne, die man mit einander verglich, visirt hatte? Herschel wollte sich auch gegen die kleinen Ungleichheiten und verlorenen Zeiten in Sicherheit stellen, wovon auch die besten Schrauben nicht frei zu sein schienen. Endlich wollte er eine künstliche Beleuchtung des Feldes seiner

Spiegel-Teleskope, die bei den Mikrometern mit Fäden fast unumgänglich nothwendig ist und den sehr lichtschwachen Satelliten des Hauptsterns oft würde haben verschwinden lassen, vermeiden.

Um diesen Zweck zu erreichen, erdachte Herschel den lamp-micrometer. Es befinden sich an diesem Instrumente zwei kleine Laternen, die beide vermittelst dünner Kupferplättchen geschlossen werden. Im Mittelpunkte jedes Plättchens ist ein Nadelloch, das dem Dochte der Lampe gegenübersteht. So verschafft man sich zwei sehr kleine glänzende Punkte, die vermöge einer angemessenen Kombination von — 10 englische Fuß langen — Kurbeln einander entrückt oder genähert und in alle möglichen Inklinationen in Beziehung auf den Horizont gebracht werden können.

Wollte Herschel, mit diesem Apparate bewaffnet, einen Doppelstern beobachten, so sah er das Gestirn mit dem rechten Auge durch sein Newton'sches Spiegel-Teleskop an; zu gleicher Zeit zeigte ihm das linke Auge unbewaffnet, d. h. außerhalb des Instruments, d. h. ohne irgend eine Vergrößerung und auf der Verlängerung der scheinbaren Visirlinie des andern Auges, die beiden leuchtenden Punkte des Mikrometers. Diese zwei Systeme von Gegenständen projecirten sich auf einander. Es bedurfte nur eines kurzen Versuches, einiger Bewegungen der Kurbeln, um die zwei künstlich leuchtenden Punkte mit den teleskopischen Bildern der beiden Theile des Doppelsternes gegenseitig zusammentreffen zu machen. War dieses geschehen, so brauchte man nur noch die geradlinige Distanz der beiden Nadelböcher mit einem gehörig eingetheilten Richtscheite zu messen. Diese Distanz war, bei einem Radius von 10 Fuß, offenbar die Tangente der vergrößerten Winkel-Distanz der beiden Sterne. Dividirte man den Werth dieser vergrößerten Winkel-Distanz, den die trigonometrischen Tabellen geliefert hatten, durch die Vergrößerung des Teleskops, so hatte man die wirkliche Winkel-Distanz der beiden Theile des Doppelsterns. Das Instrument gab für die Stunde der Beobachtung ebenfalls den Winkel, den die von einem Sterne nach einem andern

gezogene Linie mit der Scheitellinie oder mit dem Horizonte bildete.

Jedermann wird begreifen, daß der Gebrauch des Lampen-Mikrometers nicht auf die Beobachtung der Doppelsterne beschränkt ist: er kann eben so leicht auf die Messung der scheinbaren, wirklichen oder künstlichen Durchmesser der Planeten, Trabanten und Sterne ausgedehnt werden. Jedermann wird auch bemerkt haben, welch' große Analogie die Operationen, welche der Gebrauch dieses Instruments erheischt, mit der Art und Weise hatten, wie die alten Beobachter, z. B. Galilei, die Vergrößerungen der dioptrischen Fernröhre bestimmten.

Zweiter Abschnitt.

Beschreibende und physische Astronomie.

Kap. 19. Klassifikation der Sterne nach ihren verschiedenen Intensitäten.

Vor Wilhelm Herschel schien die physische Konstitution der Gestirne die Astronomen wenig zu beschäftigen. Was ist, indessen interessanter, als z. B. die Untersuchung, ob die Sterne mit einem konstanten Lichte glänzen? Man nehme an, dieses Licht sei veränderlich, so wird unsere Sonne, die offenbar ein Stern ist, der gemeinen Regel folgen; so hat in den vergangenen Jahrhunderten eine weit höhere Temperatur, als die jetzige auf der Erde herrschen können; so wird es den künftigen Jahrhunderten vorbehalten sein, die Sonne erlöschen und alle Planeten um eine Masse kreisen zu sehen, die immer noch ungeheuer groß, aber von nun an nicht mehr im Stande ist, in einer Entfernung von 40 Millionen Stunden Wärme und mit ihr Leben zu spenden; so werden die Geologen, behufs der Erklärung verschiedener Phänomene, das Recht haben, ohne Bedenken zu einer Ursache ihre Zuflucht zu nehmen, deren sie, ihres hypothetischen Charakters wegen, früher kaum Erwähnung zu thun wagten u. s. w. u. s. w.

So wichtige Betrachtungen konnten dem forschenden Geiste des gelehrten Slougher Astronomen nicht entgehen und so nahm er sich denn vor, das Studium des Glanzes der Sterne mit so vielen anderen Untersuchungen, die alle seine Tage und Nächte in Anspruch nahmen, zu verbinden. Unglücklicher Weise hatten weder die Physiker, die ihm vorangegangen waren, noch er selbst

ein Mittel zur Bestimmung der absoluten Intensität so wenig reichlicher Lichter, wie die sind, womit die Sterne glänzen, aufgefunden; Herschel mußte sich daher mit relativen Intensitäten begnügen; er verglich jeden Stern mit denjenigen, die man, als in seiner Nähe liegend, auf einen Blick, ohne seine Zuflucht zu irgend einem Instrumente nehmen zu müssen, sah, und klassifizierte sie sodann alle nach Maßgabe ihres Glanzes. Nehmen wir an, zu einer gewissen Zeit seien sieben Sterne A, B, C, D, E, F, G hinsichtlich der Intensität in der alphabetischen Ordnung ABCDEFG nach einander gekommen; ändert sich zu einer andern Zeit die Ordnung nur für einen Stern, z. B. für den Stern D, macht es die Beobachtung nothwendig, daß die alte Klassifikation der neuen Serie ABDCEFG oder ABCEDFG oder a fortiori Serien Platz mache, in denen D um mehr als um ein Glied hinter und vor seinen ursprünglichen Platz zu stehen kommen wird, so wird man fast mit Gewißheit annehmen dürfen, daß D in Beziehung auf seinen Glanz eine Veränderung erlitten habe.

Die Methode Herschel's ist im Grunde die, deren Bayer im Jahre 1603 sich bediente. Dieser durch seine astronomischen Forschungen so bekannte Rechtsgelehrte bezeichnete in seinen Karten durch den ersten Buchstaben des griechischen Alphabets, α , den glänzendsten Stern jedes Sternbildes; durch den 2ten Buchstaben β den glänzendsten Stern nach α ; durch den 3ten Buchstaben γ den dritten Stern derselben Gruppe, immer in der Ordnung der Intensität und so fort. Die in den Memoiren Herschel's enthaltenen Tafeln sind daher, theoretisch gesprochen, von den Klassifikationen, welche die Karten des deutschen Astronomen darbieten, wenig verschieden; nur sind darin die Serien zahlreicher, die Vergleichen umfassender, denn sie dehnen sich bisweilen auf Sterne verschiedener Konstellationen aus; Alles trägt darin das Gepräge der seltensten Genauigkeit und Ausdauer.

Um sich einen genauen Begriff von den Schwierigkeiten zu machen, auf die ein Beobachter stößt, wenn er die Sterne in der Ordnung ihrer komparativen Intensitäten zu klassifiziren sucht,

muß man an die vielen Verstöße, die aus den periodischen Ungleichheiten im Glanze entspringen können, muß man an die ungleichen Durchsichtigkeiten der Luftschichten in verschiedenen Höhen über dem Horizonte, an den schwächenden Einfluß des Dämmerungslichtes, des Mondlichtes, an die Wirkungen der Scintillation (des Flimmerns) u. s. w. denken.

Kap. 20. Es gehen Veränderungen in der Intensität des Lichtes gewisser Sterne vor.

Mit Hülfe seiner kostbaren Tafeln glaubte Herschel, obgleich die Glieder der Vergleichung nicht sehr weit aus einander lagen, an dem 30sten Theile der beobachteten Sterne, d. h. an einem Sterne von dreißig wirkliche Intensitätswechsel bemerkt zu haben. Uebrigens muß man, wenn man diese Arbeit gehörig schätzen will, noch weit mehr die Resultate, die sie den Astronomen verspricht, welche sie in Zukunft bei ihren Beobachtungen zu Grunde legen werden, als die Resultate, die sie schon geliefert hat, in Anschlag bringen.

Die Bayer'sche Klassifikation für das Jahr 1603 scheint wenigstens für die 4 oder 5 ersten Sterne jedes Sternbildes ohne Weiteres gelten zu können. Man läuft nicht Gefahr, sich zu täuschen, wenn man annimmt, der Stern, der auf den Karten und in jeder Konstellation mit dem Buchstaben α bezeichnet ist, sei der glänzendste der Gruppe zu Anfang des 17ten Jahrhunderts und β , γ , δ , ϵ seien damals Sterne 2ten, 3ten, 4ten, 5ten Ranges gewesen. So oft man heut zu Tage bei Berichtigung der Bayer'schen Arbeit in der alphabetischen Ordnung $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon$ irgend eine Veränderung findet, so darf man behaupten, daß mehrere unter den Sternen einen Intensitätswechsel erlitten haben. Nachdem ich dieses vorausgeschickt, will ich hier einige Linien aus einem Memoire Herschels vom Jahre 1796 folgen lassen. Dieses einfache Citat wird Jedem, der dabei nie außer Acht läßt, daß die alphabetische Ordnung $\alpha\beta\gamma\delta\epsilon$ die Größen-Ordnung zur Zeit Bayer's war, beweisen, daß gewisse Sterne kein konstantes Licht haben.

12ter Mai 1783.

	Größen-Ordnung.
Bootes	$\alpha \epsilon \gamma \beta \delta$
Löwe	$\alpha \gamma \beta \delta \epsilon$
Drache	$\gamma \beta \delta \alpha$
Schwan	$\alpha \gamma \epsilon \beta \delta$
Herkules	$\beta \alpha \delta \epsilon$
In der Kassiopeja war im Jahre 1796 die Ordnung der Größen	$\beta \alpha$
Im Krebse	$\beta \alpha$
Im Adler	$\alpha \gamma \delta \beta \epsilon$
Im Wallfische	$\beta \alpha$
Im Dreiecke	$\beta \alpha$
Im Schützen	$\gamma \delta \beta \alpha$
In der Andromeda	$\delta \epsilon$
Im Steinbocke (27. Septbr. 1782)	$\delta \beta \alpha \gamma$

Kap. 21. Intensitätswechsel der Sterne, die durch die Beobachtungen der griechischen Astronomen erwiesen sind,

Die alten Himmelsbeschreibungen selbst werden mir, ihrer Unvollkommenheiten ungeachtet, zur Bestätigung der verschiedenen Resultate der Astronomen unserer Zeit rücksichtlich des Lichtes der Sterne dienen.

Ich werde das Gedicht des Aratus bei Seite lassen¹⁾, worin ich die Unbestimmtheit, Ungenauigkeit, die schwankenden Ausdrücke aller Schriftsteller des Alterthums oder der neueren Zeit finde, welche die Naturphänomene nur vom Hörensagen kennen, die sich nie die Mühe gegeben haben, sie mit eigenen Augen zu untersuchen. Meine Quelle ist eine bessere.

¹⁾ Will man dem Aratus Glauben schenken, so enthielt die Leier, wo jetzt ein Stern 2ter Größe glänzt, kein bemerkenswerthes Gestirn. Ich habe mich auf diese Aussage des Dichters nicht berufen mögen, weil sie mit einer ganz bestimmten Erklärung des Eratosthenes im Widerspruche steht.

Eratoſthenes (geb. 276 Jahre vor unſerer Zeitrechnung) ſagte, indem er von den Sternen des Skorpions ſprach:

„Ihnen geht der ſchönſte unter allen, der glänzende der nördlichen Scheere, voran!“ Nun iſt aber heut zu Tage die nördliche Scheere nicht ſo glänzend, wie die ſüdliche und beſonders wie Antares.

Folglich ſind ſeit der Zeit, da Eratoſthenes dieſes ſchrieb, in dem Sternbilde des Skorpions Intensitätswechſel vor ſich gegangen.

Kap. 22. Es gibt Sterne, die abnehmen.

Jede Verrückung in der relativen Intensitäts-Ordnung der verſchiedenen Sterne einer Gruppe läßt ſich durch die Zunahme der einen und die Abnahme der andern gleich gut erklären. Wird α β zu β α , ſo zeigt Nichts an, ob der Stern α ſchwächer oder der Stern β wieder ſtärker geworden iſt. Auch können die beiden Wechſel in derſelben Richtung, aber nur in einem höhern oder niedern Grade ſtattgehabt haben. In dieſer Hinſicht geben die Vergleichen der den Sternen zu verſchiedenen Zeiten zugeſchriebenen abſoluten Größen nützliche Reſultate.

Ehe wir zu einigen Citaten übergehen, wollen wir daran erinnern, daß die mit unbewaffnetem Auge ſichtbaren Sterne auf den Karten, in den Katalogen, ſechs Größen-Ordnungen angehören; daß die glänzendſten Sterne als Sterne erſter Größe angeſehen werden; daß darauf, nach Maßgabe ihres Glanzes, die Sterne 2ter, 3ter, 4ter, 5ter Größe folgen, und endlich die 6te Größe die letzte, mit unbewaffnetem Auge ganz ſichtbare Serie bildet.

α im großen Bären könnte heut zu Tage in keiner Hinſicht unter die Sterne 1ſter bis 2ter Größe, wie zur Zeit Flamſteed's, gezählt werden. Dieſer Stern hat demnach abgenommen.

Flamſteed bezeichnete die zwei erſten Sterne der Waſſerſchlange als Sterne 4ter Größe. Herſchel erkannte ſie nur noch für Sterne 8ter bis 9ter Größe.

ß im Löwen, das bei Bayer 1ster Größe ist, kommt jetzt erst nach vielen Sternen 2ter Größe.

α im Drachen stand im Bayer'schen Atlas als ein Stern 2ter Größe; heut zu Tage würde es höchstens für einen Stern 3ter Größe gelten können.

Den unwidersprechlichsten Beweis einer Intensitäts-Veränderung bei einem Sterne finde ich, meines Erachtens, in einer sehr alten Bemerkung des Hipparchus.

Dieser berühmte Astronom, der 120 Jahre vor unserer Zeitrechnung zu Alexandria lebte, sagte, indem er Aratus tadelte: „Der Stern des Vorderfußes des Widders ist auffallend schön.“ In unsern Tagen ist der Stern des Vorderfußes des Widders nur 4ter Größe. Vergebens würde man, um dem Schlusse, zu dem diese Beobachtung führt, zu entgehen, dem Thiere eine andere Form geben wollen: der Fuß könnte sich sogar bis zum Bunde der Fische ausdehnen, ohne daß man dabei Etwas gewinnen würde, denn der glänzendste Stern dieses Bunde ist auch nur 4ter Größe.

Kap. 23. Sterne, die verschwunden sind oder deren Licht ganz erloschen ist.

Wir haben bereits Sterne angeführt, deren Intensität im Abnehmen ist. Wir werden nun von Sternen sprechen, die ganz verschwunden sind.

Ohne mich bei dem 7ten Sterne der Plejaden aufzuhalten, dessen Verschwinden, wie man sagt, mit dem Brande Troja's zusammentraf, komme ich geradezu zu den Beobachtungen Herschel's. Dieser Astronom fand die Anzahl der verschwundenen Sterne zu einer Zeit, wo der Atlas des gestirnten Himmels ihm noch kein Mißtrauen einflößte, sehr groß. Als er aber später die Beobachtungen, die man Flamsteed verdankt, zu Rathe zog, entdeckte er in dem Atlas des gestirnten Himmels und in dem brittischen Kataloge zahlreiche Irrthümer, die ihn nöthigten, seine ersten Resultate zu modifiziren. Man wird sage, die Nothwendigkeit dieser mühsamen Arbeit begreifen, wenn ich daß der Katalog nicht weniger, als 111 eingebildete Sterne enthielt,

denen fehlerhafte Kopien oder Rechnungsverfäße in demselben einen Platz verschafft hatten, und daß andererseits 500 bis 600 genau beobachtete Sterne darin ausgelassen waren.

Nach der hier erwähnten Berichtigung des brittischen Katalogs zählte Herschel unter die Sterne, die seit Flamsteed gänzlich erloschen sind:

Den 9ten Stern 6ter Größe im Stiere. (Brittischer Katalog). Den 10ten Stern 6ter Größe im Stiere.

Noch ausführlicher und bestimmter ist, was folgt:

Der 55ste Stern im Herkules, der auf dem Halse der Figur steht, ist als ein Stern 5ter Größe in den Katalog Flamsteed's eingerückt worden. Am 10. October 1781 sah ihn W. Herschel deutlich und notirte ihn als einen rothen Stern; am 11. April 1782 bemerkte er ihn von Neuem und verzeichnete ihn in seinem Tagebuche als einen gewöhnlichen Stern. Am 24. Mai 1791 sah man von ihm keine Spur mehr. Versuche, die am 25. und später wiederholt wurden, gaben kein anderes Resultat: demnach ist der 55ste Stern im Herkules verschwunden.

Kap. 24. Es gibt Sterne, deren Intensität im Zunehmen ist.

In einem Memoire, das Herschel am 26. Februar 1796 der Königl. Gesellschaft von London mittheilte, zählte er

β in den Zwillingen,

β im Wallfische

ζ im Schützen

unter die Sterne, deren Intensität nach und nach zunimmt; nie hat er jedoch meines Wissens die Beobachtungen entwickelt, auf die dieser Schluß sich stützte.

Ich gehe zu bestimmteren Thatsachen über:

Der 31ste Stern im Drachen war, den Beobachtungen Flamsteed's zufolge, gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts 7ter Größe; Herschel zählte ihn im Jahre 1783 unter die Sterne 4ter Größe.

Der 14te Stern im Luchse, der bei Flamsteed 7ter Größe ist, war nach den Beobachtungen Herschels 5ter Größe geworden.

Der 38ste Stern im Perseus war zu den Zeiten Flamsteed's 6ter und zu Herschel's Zeiten 4ter Größe.

Bei ζ im großen Bären ist ein jetzt sehr sichtbarer Stern. Man nimmt an, er habe zugenoamen und stützt sich dabei auf den sonderbaren Umstand, daß die Araber ihn alcor nannten, welches Wort bei der Person, die den Stern sah, ein scharfes Gesicht voraussetzte.

Ich glaube der in diesen verschiedenen Kapiteln enthaltenen Frage nicht zu viel Aufmerksamkeit geschenkt zu haben. Welches Interesse knüpft sich nicht, wie schon weiter oben bemerkt worden, an die Beantwortung der Frage: Haben die Millionen Sonnen, womit der Raum übersät ist und somit auch unsere Sonne, einen permanenten Zustand erreicht? Können die Menschen auf eine unbestimmte Dauer der wohlthätigen Wärme zählen, die auf der Oberfläche der Erde das Leben unterhält? Haben sie rasche, plötzliche, tödtliche Wechsel in der Intensität des Lichts oder der Wärme zu befürchten?

Zur Steuer der Wahrheit und Gerechtigkeit muß ich hier noch bemerken, daß diese großen Probleme die Aufmerksamkeit verschiedener Astronomen auf sich gezogen hatten, ehe Herschel sie zum Gegenstande seiner gründlichen Forschungen machte. Ohne hier von den mehr oder minder fabelhaften Gestirnen, die von Zeit zu Zeit plötzlich zum Vorschein gekommen sind, zu reden; ohne hier zu erwähnen:

Des neuen Sterns, den Hipparchus beobachtete (um das Jahr 125 vor unserer Zeitrechnung);

Des neuen Sterns, der unter der Regierung des Kaisers Hadrian zum Vorschein kam (um das Jahr 130 unserer Zeitrechnung);

Des neuen Sterns, der zu den Zeiten des Kaisers Honorius in der Gegend des Adlers bemerkt wurde (das Datum schwankt zwischen 388 und 398);

Des ungeheuren Sterns, der im 9ten Jahrhunderte von Albumazar im 15ten Grade des Skorpions beobachtet wurde;

Des unter Kaiser Otto I. im Jahre 945 zwischen der Cassiopeja und dem Cepheus beobachteten Sterns;

Des Sternes, der im Jahre 1264 sich auch in der Nähe der Cassiopeja zeigte;

Des berühmten neuen Sterns vom Jahre 1572, der von Tycho Brahe fleißig beobachtet wurde;

Des neuen Sterns vom Jahre 1604, der die blühende Phantastie Keplers in so hohem Grade beschäftigte;

Des neuen, von Vater Anthelme im Jahre 1670 im Schwane entdeckten Sterns, der sonderbarer Weise mehrmals zu neuem Glanze zu kommen schien, ehe er ganz verschwand;

Ohne mich, wie gesagt, bei allen diesen Thatsachen aufzuhalten, will ich bemerken:

Daß schon im Jahre 1437 Ulug-Beg in der Vorrede seines Katalogs sagte:

Ein Stern im Fuhrmann,

Der eilfte im Wolf,

Sechs Sterne in der Nähe des südlichen Fisches, worunter 4 dritter Größe,

Die sämtlich in den Katalogen des Ptolemäus und Abdel-Rahman-el-Suphi standen, seien verschwunden;

Daß zu Ende des 17ten Jahrhunderts

J. D. Cassini ankündigte, der bei Bayer nicht weit von ϵ im kleinen Bären stehende Stern sei nicht mehr vorhanden;

Der Stern ξ in der Andromeda sei bedeutend schwächer geworden;

Daß im Jahre 1709 Maraldi mit einem Fernrohre weder einen alten Stern 6ter Größe, der auf der Brust des Löwen stand und im Jahre 1603 mit ϵ bezeichnet worden war;

Noch einen andern Stern 6ter Größe, der bei Bayer unter der südlichen Hand der Jungfrau sich befand;

Noch einen Stern 6ter Größe sah, der auf den Karten des deutschen Astronomen in der westlichen Schale der Wage stand; 2c. 2c.

Kap. 25. Veränderliche oder periodische Sterne. Wem gebührt die Ehre, zuerst auf sie aufmerksam gemacht zu haben?

Es gibt Sterne, deren Glanz periodischen Wechsellern unterliegt. Bei einigen dieser sonderbaren Gestirne geht der Uebergang vom Maximum zum Minimum der Intensität und umgekehrt vom Minimum zum Maximum derselben in kurzer Zeit vor sich. Bei andern Sternen sind hingegen diese Perioden ziemlich lang.

Die erste an einem periodischen Sterne gemachte Beobachtung eines Intensitätswechsels ist etwa 250 Jahre alt.

Am 13. August des Jahres 1596 bemerkte David Fabricius im Halse des Wallfisches einen Stern 3ter Größe, der im October desselben Jahres wieder verschwand. Bis dahin war es im Kleinen das Phänomen des neuen Sterns vom Jahre 1572, des Sternes des Tycho.

Im Jahre 1603 zeichnete Bayer auf den Hals des Wallfisches, gerade an die Stelle, wo der Stern des David Fabricius verschwunden war, einen Stern 4ter Größe, den er σ (Dmifron des griechischen Alphabets) nannte.

Da Bayer seine Beobachtung, ich meine die der Wiedererscheinung des σ im Wallfische, nicht mit der von David Fabricius verzeichneten, sich auf das Verschwinden desselben beziehenden Beobachtung zusammenstellte, so versäumte er die Gelegenheit, seinen Namen an eine der schönen Entdeckungen der neuern Astronomie zu knüpfen.

Die Entdeckung scheint mir einem holländischen Gelehrten, dem Johann Phocylides Holwarda, Professor zu Francker, zu gehören.

Dieser Astronom sah den Stern im Wallfische zu Anfang des Monats December 1638 während einer Mondfinsterniß. Er übertraf damals die Sterne 3ter Größe an Glanz. Als er im Sonnenlichte verschwand, war er schon zu einem Sterne 4ter Größe herabgesunken. Um die Mitte des Sommers von 1639 konnte Holwarda keine Spur mehr von ihm finden. Später, am 7. November 1639 sah er ihn wieder an seinem alten Platze.

Phocylides Holwarda bewies so ganz einfach durch seine Beobachtungen, daß Sterne periodisch verschwinden und wieder erscheinen können.

Auf die Beobachtungen Holwarda's folgten die von Fullenius, der gleichfalls Professor in Francker war. Im Jahre 1641 fing der Stern erst vom 23. September an, sichtbar zu werden. Ein Jahr darauf, am 23. September 1642, ließ er sich von Neuem sehen. Im August 1644 sah man keine Spur von ihm. Jungius bezeichnete ihn im Februar 1647 als einen Stern 3ter Größe und suchte ihn vom Juli bis zum November 1648 vergebens. Nun kamen die anhaltenden, umständlichen Beobachtungen von Hevelius. Eine erste Reihe solcher umfaßte den Zeitraum von 1648 bis 1662. Man findet sie in dem Memoire, betitelt: *Historiola mirae stellae*. Während dieser 15 Jahre war der bewundernswürdige Stern mehrmals 3ter Größe, so wie mehrmals unsichtbar. Der sonderbare Schluß, den man aus den ersten Beobachtungen Holwarda's gezogen hatte, fand sich so unwiderrustlich bestätigt.

Ist die zu Vollbringung einer ganzen Periode, — während welcher für σ im Wallfische eine Intensitäts-Zunahme und Abnahme stattfindet, — nöthige Zeit konstant und welches ist in diesem Falle die Dauer derselben? Geht die Zu- und Abnahme gleich geschwind vor sich? Wie viele Tage bleibt der Stern auf seinem Maximum und wie lange ist er unsichtbar? Hat er in seinen successiven Maximis immer denselben Glanz? Diese Fragen waren fast noch nicht aufgestellt, wenigstens noch nicht gelöst, als sich Boulliaud im Jahre 1667 an dieselben wagte.

Mit Hülfe einer aufmerksamen Erörterung zuverlässiger Beobachtungen, die von 1638 bis 1666 gingen, fand der Verfasser der *Astronomie philolaïque*:

Für die Zeit, die verfließt, bis der Stern σ im Wallfische zwei Mal nach einander ganz verschwindet oder wieder zum Vorschein kommt, 333 Tage;

Für die fast unveränderliche Dauer des größten Glanzes, etwa 15 Tage.

Boulliaud fand ferner, daß der Augenblick, wo der Stern nach seinem Verschwinden anfängt, die 6te Größe zu erreichen, der des schnellsten Intensitätswechsels ist;

Sodann wurde noch erwiesen:

Daß der veränderliche Stern im Wallfische nicht in allen seinen Perioden dieselbe Größe erreicht; daß er bisweilen zu einem Stern 2ter Größe anwächst, noch öfter aber bei der 3ten stehen bleibt;

Daß die Dauer seiner Erscheinung veränderlich ist, und zwar in dem Grade, daß man in gewissen Jahren den Stern nur drei und in andern Jahren mehr als vier Monate lang gesehen hat;

Daß die Zeit der aufsteigenden Lichtperiode nicht immer der Zeit der absteigenden Periode gleich ist; daß der Stern, um von der 6ten Größe bis zu dem Maximum seiner Intensität aufzusteigen, bald mehr, bald weniger Zeit braucht, als um umgekehrt von diesem Maximum bis zur 6ten Größe wieder abzusteigen.

Kap. 26. Arbeiten Herschel's über die periodischen Sterne.

Ich glaubte, eine ausführliche Geschichte der im 17ten Jahrhundert in Betreff der periodischen Intensitätswechsel gewisser Sterne gemachten Entdeckungen entwerfen zu müssen. Meiner Meinung nach lassen in diesem Stücke selbst die besten Lehrbücher der Astronomie gar Manches zu wünschen übrig, denn ihre Angaben sind nichts weniger, als bestimmt und übereinstimmend. Dieses merkwürdige Phänomen nahm schon früh die Aufmerksamkeit Herschel's in hohem Grade in Anspruch. Das erste Memoire des berühmten Beobachters, das an die Königliche Gesellschaft in London gerichtet und in die *Philosophical Transactions* eingerückt ward, handelt gerade von den Intensitätswechseln des Sternes α im Halse des Wallfisches.

Dieses Memoire war noch aus Bath, Mai 1780, datirt. Fünf Jahre später, im Monat December 1791, theilte Herschel der berühmten Königlichen Gesellschaft zum zweiten Male die Bemerkungen mit, die er gemacht hatte, wenn er bisweilen seine

Teleskope nach dem geheimnißvollen Sterne richtete. Zu beiden Zeiten war die Aufmerksamkeit des Beobachters hauptsächlich auf die absoluten Werthe der Maxima und Minima der Intensität gerichtet gewesen. Die Resultate waren von Wichtigkeit.

Maxima.

Im October 1779, erreichte der Stern beinahe die erste Größe (er war stärker, als α im Widder und nur wenig schwächer, als Aldebaran).

Im October 1780, überschritt der Stern die 3te Größe nicht (seine Intensität war dem von δ im Wallfische gleich).

Im October 1781, Glanz et was schwächer als im Jahre 1780 (der Stern blieb immer schwächer als δ im Wallfische).

Im October 1782, kam σ in seinem Maximum einem Sterne 2ter Größe gleich (so glänzend, wie β im Wallfische).

Im October 1783, nicht ganz 3ter Größe (nicht so glänzend, wie δ).

Im October 1789, 3ter bis 2ter Größe (ein klein wenig stärker, als α im Widder).

Am 21. October 1790, 2ter bis 3ter Größe (fast so stark, wie α im Wallfische).

Minima.

Den 20. October 1777, unsichtbar.

Im Jahre 1783, unsichtbar, selbst mit einem Spiegel-Teleskope, das die Sterne 10ter Größe zeigte.

Im Jahre 1784, beobachtete ihn Herschel mit seinem 20 füßigen Spiegel-Teleskope zu einer Zeit, wo er die 8te Größe nicht überschritt.

Dauer des jedesmaligen Glanzes.

Im Jahre 1779, ein voller Monat.

Im Jahre 1782, mehr, als 20 Tage.

Aus vorstehender Tabelle geht hervor, daß der Stern nicht

immer wieder denselben Glanz erreicht. (Dieses findet man schon bei den alten Beobachtern, wie wir weiter oben gesagt haben. Hevelius behauptete sogar, der Stern sei vom Monate October 1672 bis zum 3ten December 1676 unsichtbar geblieben).

Man wußte, daß der Stern zu den Zeiten seiner *Minima* für den mit einem mittelmäßigen Refraktor bewaffneten Astronomen und um so mehr für den, der den Himmel mit unbewaffnetem Auge untersuchte, verschwand; ob er aber auch in den stärksten Spiegel-Teleskopen verschwinden müsse, war noch nicht entschieden. In dieser Hinsicht haben die Untersuchungen Herschel's ein wahres Interesse.

Die Slougher Beobachtungen von den Jahren 1779 und 1782 dürften allein schon zeigen, daß die Dauer des jedesmaligen Glanzes des Sterns o im Wallfische sehr unregelmäßig ist; es geht dies aber noch augenscheinlicher aus der Vergleichung der ältern und neuern Resultate hervor.

Herschel fand, wie man gesehen hat:

Eine monatlange Dauer (im Jahre 1779),

Eine Dauer von mehr als 20 Tagen (im Jahre 1782).

Boulliaud bestimmte diese Dauer blos auf 15 Tage.

Der Boulliaud'schen Erörterung zufolge brauchte der veränderliche Stern im Wallfische 333 Tage, um wieder das Maximum seines Glanzes zu erreichen. Johann Cassini gab einen Tag mehr. Er nahm an, es seien zwischen dem 13. August 1596, dem Datum der Beobachtung des Fabricius, und dem 1. Januar 1678, dem Datum eines beobachteten Glanzes, 89 ganze Perioden gewesen. Indem er alsdann mit dieser Zahl die zwischen den beiden Data's enthaltenen 29,725 Tage dividirte, fand er den Quotienten 334 Tage, anstatt 333, wie man vor ihm angenommen hatte.

Nach der Meinung Herschel's stimmt die Periode von 334 Tagen nicht zu den gegen das Ende des 18ten Jahrhunderts bestimmten Zeiten des jeweiligen Glanzes, selbst wenn man nur von dem im August 1703 beobachteten Maximum ausgeht. Herschel glaubte die verschiedenen, in den akademischen Sammlungen verzeichneten Data der *Maxima* nicht wohl anders,

als mit Hülfe einer noch kürzeren Periode, als der Boulliaud's, einer Periode, die er auf 331 Tage bestimmte, mit einander in Uebereinstimmung bringen zu können. Diese kurze Periode würde den Verdacht sehr bedeutender Verstöße auf den Beobachtungen von den Jahren 1596 und 1678 ruhen lassen, sei es nun, daß man zwischen diesen zwei Epochen 89 oder 90 successive Erscheinungen annehmen wollte. Noch bliebe die Annahme übrig, als sei der, zwischen einer zweimaligen Rückkunft des Sternes zu dem Maximum seiner Intensität, inne liegende Zeitraum in allen Jahrhunderten nicht derselbe; warum sollte man aber in diesem Falle zu mittleren Zeiten seine Zuflucht nehmen, warum bei den Berechnungen eine Genauigkeit voraussetzen wollen, welche das Phänomen bei Weitem nicht zulassen dürfte? warum sollte man sich nicht darauf beschränken, die Dauer der Periode für jede Epoche nach den möglichst nahe liegenden Beobachtungen zu bestimmen?

Der veränderliche Stern im Wallfische ist nicht der einzige periodische Stern, der unsern Herschel beschäftigt hat. Seine Beobachtungen von den Jahren 1795 und 1796 bewiesen ihm, daß α im Herkules auch in die Kategorie der veränderlichen Sterne gehöre; daß dieser Stern, wenn er das Maximum seines Glanzes erreicht hat, 3ter, wenn das Minimum, 4ter Größe sei; daß endlich die Dauer seiner Periode, oder wenn man lieber will, daß die zur Vollbringung aller Intensitätswechsel und zur Rückkunft des Sterns in einen gegebenen Zustand $60\frac{1}{4}$ Tage betrage.

Als Herschel zu diesem Resultate gelangte, kannte man bereits etwa 10 veränderliche Sterne; sie waren aber sämtlich Sterne mit sehr langen oder sehr kurzen Perioden.

In der ersten Klasse fand man¹⁾:

¹⁾ Ich habe für nöthig erachtet, diese zwei kleinen Tabellen mit Benützung der Original-Quellen, so weit dies anging, selbst zu bilden. Die, welche ich aus den besten astronomischen Werken hätte entlehnen können, ermangeln, wenn man sich auf den historischen Standpunkt stellen will, der gehörigen Genauigkeit. In gewissen Fällen hat man z. B. als den Entdecker eines periodischen Sterns einen Beobachter betrachtet, dem

o im Wallfische mit einer Periode von 334 Tagen, mit einer Variation zwischen 2ter Größe und gänzlichem Verschwinden.	} Periodicität entdeckt von Holwarda; Periode bestimmt v. Boulliaud.
X im Halse des Schwans; Periode von 404 Tagen, mit einer Variation von 5ter bis zur 11ten Größe.	
Stern in der Wasserschlange; Periode von 494 Tagen. Er variirt zwischen 4ter Größe und dem Verschwinden.	} Periodicität entdeckt von Maraldi; Periode bestimmt v. Maraldi u. später noch besser v. Pigott.

Unter den Sternen mit kurzen Perioden:

Algol oder β im Perseus. Periode . . 2 Tage, 20 St., 48 M.	} Als veränderlich zwischen 2ter u. 4ter Größe erkannt v. Montanari u. Maraldi ¹⁾ . Periode bestimmt v. Goodricke.
---	--

das Gestirn als ein neuer Stern erschienen war, einen Beobachter, der sich nie einfallen ließ, daß der Stern, nachdem er schwächer geworden, seinen frühern Glanz wieder erlangen würde. In einigen Fällen hat man dagegen den Astronomen ganz bei Seite gelassen, der die Periodicität erkannt, verkündigt hatte und die Ehre der Entdeckung dem zugeschrieben, dessen Beobachtungen, mehr oder minder gut mit denen seiner Vorgänger kombinirt, für die Periode das genaueste numerische Resultat geliefert haben. Beide Systeme lassen sich mit guten Gründen verfechten; billiger Weise aber sollte man nicht beide befolgen wollen, wenn man sich einmal für das eine oder das andere entschieden hat, und zwar ganz besonders bei Abfassung einer und derselben, nur wenige Linien zählenden Tabelle. Wenn das sehr kleine Format des Annuaire mich nicht zur Verkümmelung meiner Tabelle nöthigt, so werde ich meines Theils von keiner Seite einen Vorwurf zu befürchten haben, denn alle zur Begründung der vollständigen Entdeckung nöthigen Elemente sind darin unter steter Nennung des betreffenden Beobachters angegeben.

¹⁾ Muß man nicht darüber erstaunen, daß Hevelius die Winkel-Distanz des Sternes Mira im Wallfische von Algol oft bestimmte, ohne die

<p>δ Cepheus. Periode . . . 5 T., 8 St., 37 M., Variation von 3ter bis höchstens 5ter Größe.</p>	} Periode erkannt und bestimmt v. Good- ricke.
<p>β Lier. Periode 6 T., 9 St., 0 M., Variation von 3ter bis höchstens 5ter Größe.</p>	
<p>η Antinous. Periode . . . 7 T., 4 St., 15 M., mit einer Variation von 4ter bis 5ter Größe.</p>	} Periode erkannt und bestimmt v. Pigoff.

Kap. 27. Was ist die physische Ursache der Intensitätswechsel der veränderlichen Sterne?

Herschel glaubte dadurch, daß er zwischen zwei Gruppen mit so kurzen und so langen Perioden einen gleichsam in der Mitte liegenden Stern, einen Stern, der 60 Tage braucht, um alle seine Intensitätswechsel zu vollbringen, einschaltete, die Theorie dieser Phänomene, wenigstens diejenige um ein Bedeutendes ihrer Vervollkommnung näher gebracht zu haben, die darin besteht, daß man einer Rotationsbewegung, welche die Sterne um ihre Mittelpunkte erleiden sollen, Alles zuschreibt. Da der gelehrte Astronom sich nicht über den Ursprung dieser Theorie ausgesprochen hat, so dürfte es hier am Platze sein, davon zu reden.

Als der neue (ich sage nicht periodische) und so glänzende Stern vom Jahre 1572 unversehens und mit einem Male in der Cassiopeja zum Vorschein kam, galt die peripatetische Lehre von der Inkorruptibilität der Himmel nicht so unbedingt, als man wohl angenommen hat. Mehrere Astronomen, unter andern Tycho = Brahe, behaupteten in der That, dieser Stern sei

Periodicität des letzteren Sternes zu erkennen? Dies mögen sich diejenigen merken, welche die von ausgezeichneten Beobachtern bereits erforschten Felder sich durchaus verschließen wollen.

ein Resultat der seit verhältnißmäßig kurzer Zeit erfolgten Agglomeration oder Anhäufung eines Theils der im ganzen Weltall zerstreuten Urmaterie; sie sahen ihn als eine neue Schöpfung an.

Scholastische und religiöse Zweifel erlaubten vielen Astronomen nicht, die Tycho'sche Meinung zu theilen. Die Himmel, sagten sie, sind auf einmal in ihrer ganzen Vollkommenheit geschaffen worden: Nichts erleidet da eine Veränderung, Umgestaltung. Der sogenannte neue Stern war demnach so alt, als die Welt. An und für sich glänzte er im Jahre 1572 nicht mehr, als in früheren Zeiten; nur war zu diesen Zeiten der Nicht-Sichtbarkeit der Stern von der Erde viel weiter entfernt. Um sichtbar, glänzend zu werden, hatte er derselben nur bedeutend näher zu kommen. Indem er sodann an seinen alten Platz zurückkehrte, hatte er nach und nach wieder abgenommen, bis er endlich ganz verschwand. Diese Bewegungen, anfänglich gegen die Erde zu und später in entgegengesetzter Richtung, hatten durchaus in gerader Linie stattgefunden, weil in den 16 Monaten, welche die Beobachtungen dauerten, der neue Stern genau dieselbe Lage mitten unter den alten Sternen, die ihn umgaben, behielt.

Ich habe so eben erklärt, wie Hieronymus Fracastor, J. Dee, Elias Camerarius die Erscheinung und das Verschwinden des Sterns in der Cassiopeja erklärten. Tycho glaubte den Ideen seiner Zeitgenossen einen ganz entscheidenden Einwurf entgegenzusetzen, indem er sagte: „Die Bewegung in gerader Linie ist bei den himmlischen Körpern nicht natürlich.“ Man muß aber bemerken, daß die Phänomene keine mathematisch geradlinige Verrückung des Sternes in sich schloßen. Dadurch, daß man der geraden Linie eine sehr verlängerte elliptische Bahn, eine gekrümmte Bahn substituiren würde, deren Quersachse klein genug wäre, um bei der Distanz des Sternes von der Erde unmerklich zu werden, würde man in der That an den Erscheinungen Nichts geändert haben, würde der Einwurf Tycho's verschwinden.

Gegründeter war der Einwurf derjenigen, die da sagten:

Der Stern befindet sich, wenn er sich der Erde nähert und von derselben entfernt, fast genau in denselben Zuständen; beide Exkursionen müssen mit gleichen Geschwindigkeiten vor sich gehen. Es ist keine Ursache da, welche die Periode der Intensitäts-Zunahme von der Periode der Intensitäts-Abnahme hätte verschieden machen können. Nun aber brauchte der Stern in der Cassiopeja, nachdem er sich mit einem Male gezeigt hatte, 12 Monate, um von 1ster Größe bis zur 7ten herabzukommen. Diese einzige Bemerkung stößt die aus angeblichen Distanz-Veränderungen abgeleitete Erklärung völlig um, wenigstens für die, die da glauben, der Stern sei plötzlich zum Vorschein gekommen; für die, die da annehmen, ein neuer Stern 3ter und 2ter Größe wäre selbst Astronomen, die von seiner Erscheinung keine Kenntniß gehabt hätten, nicht ganze Wochen lang entgangen.

Hätten die zu den Zeiten Tycho's lebenden Astronomen die Geschwindigkeit des Lichtes gekannt und ihren Beobachtungen der Parallaxe die Genauigkeit geben können, worauf die Neuern mit so vielem Rechte Anspruch machen, so würden sie ohne Zweifel aus der Hypothese von einer Distanz-Veränderung, als ein Mittel zur Erklärung der Intensitätswechsel des Sternes vom Jahre 1572 betrachtet, Schlüsse gezogen haben, die meiner Meinung nach selbst den Kühnsten zu kühn vorgekommen wären.

Als der Stern vom Jahre 1572 sich in der Region der gewöhnlichen Sterne befand, war seine Distanz von der Erde wenigstens derjenigen gleich, die das Licht in 3 Jahren mit der gleichförmigen Geschwindigkeit von 77000 Stunden (Lignes) in der Sekunde durchläuft.

Faktisch übertraf der neue Stern im Augenblicke seiner plötzlichen Erscheinung und mehrere Monate nachher die glänzendsten Sterne erster Größe, die man von uralten Zeiten her kannte. Soll ein Stern 1ster Größe zu einem 2ter Größe dadurch werden, daß er sich direkt von der Erde entfernt, so muß er um eine seiner ursprünglichen Distanz gleiche Größe (man sehe Kap. 13.) weiter gerückt sein. Demnach würde der Stern erster Größe vom Jahre 1572 nicht vorher zu einem Sterne 2ter Größe herabgesunken sein, als bis er um eine An-

zahl von Stunden (lieues) zurückgelaufen wäre, die wenigstens derjenigen gleich kommen müßte, welche das Licht in drei Jahren durchläuft. Es würden wenigstens sechs Jahre zwischen dem letzten Tage der Periode, während deren der Stern seinen vollen Glanz hatte, und dem ersten Tage verflossen sein, an dem man ihn nur noch als einen Stern 2ter Größe erblickt hätte, selbst wenn die Translations-Geschwindigkeit des Sternes der des Lichtes gleich gewesen wäre. Drei Jahre wären in der That zum Uebergange des Sternes aus der Lage 1ster in die Lage 2ter Größe, so wie drei andere Jahre zum Durchgange des Lichtes zwischen dieser zweiten und der ersten Lage nöthig gewesen. Wollte man immer dieselbe Voraussetzung hinsichtlich der Geschwindigkeit des voluminösen Körpers des Sternes beibehalten, so würde der Uebergang von der 2ten zur 3ten Größe einen neuen Zeitraum von 6 Jahren und so fort bis zur 7ten Größe erfordert haben.

Kurz, der Stern von der Mitte des Monats November 1572 würde, obgleich sich von der Erde mit der Geschwindigkeit des Lichtes entfernend, vermöge seiner Distanz-Veränderung nur in 6 Jahren von einer Größe zur folgenden übergegangen sein. Er würde also volle 36 Jahre gebraucht haben, um von der 1sten Größe bis zur 7ten herabzukommen. Stellen wir diese Berechnungen mit den Resultaten der Beobachtungen zusammen.

Im März 1573 war der neue Stern in der Cassiopeja noch 1ster Größe.

Einen Monat darauf, im April 1573, war er schon bis zur 2ten Größe herabgekommen!

Vergebens würde man, um einen so raschen Intensitätswechsel mit Hülfe einer einfachen Distanz-Veränderung zu erklären, dem Sterne eine, die des Lichts weit übertreffende, oder, wenn man will, eine unendliche Geschwindigkeit geben; selbst diese letztere Voraussetzung würde die gefundenen Zahlen nur um die Hälfte vermindern.

Es ist ohne Zweifel unnütz, diese Betrachtungen weiter zu treiben. Ich will nur eine Thatsache zum Nutzen derjenigen beifügen, für die ähnliche Berechnungen Interesse haben können:

Der neue Stern 1ster Größe vom März 1573 war im März 1574 bis zur 7ten Größe herabgesunken; damals sah ihn in der That kein Astronom mehr mit unbewaffnetem Auge.

Als Cardan behauptete, der neue Stern vom Jahre 1572 sei derjenige, der den drei Königen erschien und sie nach Bethlehem führte; als Theodor Beza, sich dieser Hypothese anschließend, hinzufügte, diese Erscheinung verkündige die Wiederkunft Christi, wie die biblische Erscheinung seiner ersten Herabkunft vorangegangen sei, so waren sie beide nicht länger auf dem Gebiete der Astronomie, sondern auf dem der Astrologie. Ich kann mich daher mit dieser einfachen Erwähnung einer so seltsamen Abirrung zweier ausgezeichneten Köpfe begnügen.

Fast hätte ich das Recht, mit dem System, das Vallesius Covarrobianus aufstellte, um zu erklären, wie der neue Stern seit dem Ursprunge der Dinge gerade an dem Platze, den er im Jahre 1572 einnahm, habe stehen und plötzlich so glänzend werden, dabei aber im Grunde sehr klein bleiben können, eben so streng umzugehen. Dieser Schriftsteller behauptete, der außerordentliche, ausnahmsweise beobachtete Glanz des Sternes sei die Wirkung des Zwischenstands eines dichteren Theils irgend einer Himmelsbahn gewesen.

Demnach erschienen die in einander eingreifenden festen Bahnen, die Kristall-Sphären der Alten, den Astronomen um das Ende des 16ten Jahrhunderts noch als etwas Wirkliches. Verstehet ich Covarrobianus recht, so hätten die Bahnen an ihren Ausbauchungs-Punkten wie die Linsen unserer Leuchtthürme gewirkt, indem sie die Strahlen des Sternes verhinderten, auseinander zu laufen, indem sie sie auf den Parallelismus zurückführten und in diesem Zustande bis in die letzten Grenzen des Raumes warfen! Blieb dieser Gedanke in der That nicht gleich lächerlich, wenn man mit verschiedenen Schriftstellern die Ausbauchung der Kristall-Sphäre durch eine linsenförmige Dunstmasse ersetzte?

Unter allen Ursachen, zu denen man seine Zuflucht nehmen konnte, um das Erscheinen und Verschwinden gewisser Sterne, so wie ihre stufenweise eintretenden Intensitätswechsel zu erklä-

ren, hätten, nach unsern Begriffen, die Astronomen des 16ten Jahrhunderts zuerst und am natürlichsten auf die verfallen sollen, die darin besteht, daß man diesen Gestirnen ungleich erleuchtete Oberflächen und Rotations-Bewegungen um ihre Mittelpunkte gibt. Warum geschah dies nicht? Die Antwort auf diese Frage ist nicht schwer zu finden. Vor Anfang des 17ten Jahrhunderts, vor Erfindung der (dioptrischen) Fernröhre hatte man weder die Sonnenflecken, noch die weit schwächeren Flecken, die sich manchmal auf der Oberfläche der Planeten zeigen, bemerkt; noch kein Gestirn hatte sich demnach den Blicken der Astronomen mit einer Rotations-Bewegung um seinen Mittelpunkt gezeigt. Zwar ließ Kopernikus in seiner denkwürdigen Abhandlung *De Revolutionibus* die Erde sich um ihre Achse drehen; in einer ähnlichen Beziehung aber unsere Erdkugel mit der Sonne oder den Sternen in eine Linie stellen zu wollen, hieß einen jener kühnen Gedanken aussprechen, welche nur Männer von Genie sich erlauben dürfen.

Was ich so eben einen kühnen Gedanken genannt habe, findet sich wörtlich in der Abhandlung ausgedrückt, die Kepler aus Anlaß des neuen Sternes vom Jahre 1604 veröffentlichte. „Es ist nicht unglaublich,“ sagte der große Astronom, „daß alle Planeten, so wie die Fixsterne sich um ihre Achsen drehen.“ Später, im Jahre 1629, dehnte er seine Vermuthung auf die Sonne aus. Das 32ste Kapitel des unsterblichen Werkes: *De motibus stellae Martis*, enthält folgende Stelle: „Der Sonnenkörper ist magnetisch: er dreht sich um sich selbst.“

Nun war die Bahn gebrochen. Die (dioptrischen) Fernröhre bestätigten übrigens bald die Vorhersagungen Keplers und setzten die Astronomen definitiv in Besitz eines neuen Mittels zu Erklärung gewisser Phänomene des gestirnten Himmels. In dessen vergingen 50 Jahre, bis sie daran dachten, davon Gebrauch zu machen.

Riccioli, der die Erscheinung der Sterne von den Jahren 1572 und 1604 erklären wollte, ohne wider die Lehre von der Inforruptibilität der Himmel anzustoßen, ohne diese Sterne als neue Schöpfungen anzusehen, griff zu der Voraussetzung (Alma-

gestum novum, 1651), es gebe am Firmament gewisse Sterne, die von jeher blos auf einer Hälfte ihrer Oberfläche leuchtend und auf der andern Hälfte dunkel seien. Der Chaldäer Berosus hatte schon aus Anlaß einer abgeschmackten Erklärung der Mond-Phasen diesem Trabanten eine solche Konstitution gegeben. Riccioli setzte hinzu: „Will Gott den Menschen außerordentliche Zeichen geben, so läßt er plötzlich einen dieser Sterne sich um seinen Mittelpunkt drehen; durch eine solche Umwälzung entzieht der Stern sich mit einem Male oder nur nach und nach unsern Blicken, wie der Mond, wenn er im Abnehmen ist, je nach den Umständen der Bewegung.“

Diese Stelle des *Almagest* bezog sich auf die neuen Sterne, nicht aber auf die augenscheinlich periodischen. Unserm Boulliaud gebührt die Ehre, diese von einem wahrhaft philosophischen Gesichtspunkte betrachtet zu haben. In einem 19 Seiten starken Memoire über den Stern im Wallfische macht Boulliaud aus diesem Gestirne eine Kugel mit einer regelmäßigen und beständigen Rotations-Bewegung um einen ihrer Durchmesser. Dadurch, daß er dieser ersten Angabe noch die Voraussetzung beigesellte, die Kugel sei auf dem größten Theile ihrer Oberfläche dunkel und auf dem übrigen leuchtend, glaubte der französische Astronom allen Umständen des Phänomens Genüge leisten zu können.

Nachdem man so lange Anstand genommen hatte, zu Rotations-Bewegungen behufs der Erklärung der regelmäßigen und raschen Intensitätswechsel, welche die periodischen Sterne erleiden, seine Zuflucht zu nehmen, ist man sogar so weit gegangen, daß man die Erscheinungen der neuen Sterne von derselben Ursache abhängig gemacht hat. Demnach wären die von den Geschichtschreibern angeführten Sterne, die in den Jahren 945 und 1264 sich in der zwischen Cepheus und Cassiopeja enthaltenen Himmels-Gegend zeigten, alte Erscheinungen des Sterns vom Jahre 1572.

Dieser Hypothese kann man natürlich entgegenhalten, daß die 3 Epochen nicht durch gleiche Zwischenräume von einander getrennt seien; daß man von 945 bis 1264 nicht weniger, als

319 Jahre zähle und daß es von 1264 bis 1572 nur 308 seien. Hier ist die Antwort darauf: periodische Sterne mit kurzen Intervallen, die fleißig beobachtet worden sind, haben verhältnißmäßig eben so große Unregelmäßigkeiten aufzuweisen.

Wenn 300 und etliche Jahre die Dauer der Revolution (Umwälzung) des neuen Tycho'schen Sterns ausmachen, warum sah man ihn nicht im 7ten Jahrhunderte? Man könnte hier zu dem geringen Werthe der negativen Beweisgründe seine Zuflucht nehmen. Besser thut man aber daran, wenn man darauf aufmerksam macht, daß die meisten veränderlichen Sterne nicht in allen ihren Perioden wieder denselben Glanz erlangen; daß der Unterschied in dieser Hinsicht oft fast 2 Größen beträgt; daß endlich in der Voraussetzung, der Stern in der Cassiopeja sei bei einigen seiner Erscheinungen nur den Sternen 7ter Größe gleichgekommen, die Beobachter ihn ohne Fernröhre nicht haben bemerken können.

Ich muß sagen, daß die Astronomen Keill und Pigott, anstatt dem Sterne vom Jahre 1572 eine Periode von 300 und etlichen Jahren zuzuschreiben, es für besser fanden, nur die halbe Zahl oder etwa 150 Jahre anzunehmen. Eine Periode von 150 Jahren hätte, ohne zu anderen Schwierigkeiten, als der doppelten Periode Anlaß zu geben, vor dieser den Vortheil, daß sie sich den Perioden der eigentlichen veränderlichen Sterne weit mehr anschließen würde. Herschel glaubte, wie schon weiter oben gesagt worden ist, eine wesentliche Entdeckung an dem Tage zu machen, da er α im Herkules mit seiner 60tägigen Umwälzung zwischen Sterne mit 3 bis 7tägiger und zwischen Sterne mit 400 tägiger Revolution einschaltete. Hier wäre das vermittelnde Glied zwischen ersteren Sternen und dem Sterne mit 150jähriger Periode der Stern in der Brust des Schwans, den Janonius 1600 entdeckt hat. Der Meinung Pigott's zufolge betrüge die Dauer aller Intensitätswechsel dieses Sternes für die Perioden der Ab- und Zunahme achtzehn Jahre.

Uebrigens werde ich, wie es auch mit diesen verschiedenen Zusammenstellungen sich verhalten möge, mich sogleich auf zuverlässige, obgleich etwas schwierige Beobachtungen stützen, um

darzuthun, daß der Stern vom Jahre 1572 nicht ohne wichtige Beschränkungen mit den wahren periodischen Sternen in eine Linie gestellt werden könnte.

Kap. 28. Folgerungen, die sich aus der Beobachtung der veränderlichen Sterne ziehen lassen.

Indem ich diesen Umstand benützte, um eine so ausführliche Geschichte der neuen, so wie der veränderlichen Sterne zu schreiben, war es mein Zweck, die Aufmerksamkeit der Liebhaber der Astronomie so viel als möglich diesem Gegenstande zuzuwenden. Ich wünschte ihnen eine gar ergiebige Mine anzuzeigen, welche die Astronomen von Profession, von andern Arbeiten in Anspruch genommen, nur wenig beschäftigt hat und die mir ohne die Hilfe eines großen Instruments ausgebeutet werden zu können scheint; ein gewöhnliches Fernrohr muß hierzu hinreichen. Mehr braucht es nicht, um in die Regionen einzudringen, die sich an das Höchste und Verborgenste, was uns die neueren Wissenschaften bieten, innigst anschließen. Kurze Erklärungen werden diese Worte rechtfertigen; sie werden zeigen, wie sehr man sich täuschen würde, wenn man das Studium der Lichtwechsel gewisser Sterne als einen bloßen Gegenstand der Neugierde ansehen wollte.

Kap. 29. Die verschiedenfarbigen Lichtstrahlen bewegen sich in den Himmelsräumen gleich geschwind.

Das weiße Licht ist eine Zusammensetzung von verschiedenfarbigen Strahlen. Bewegen sich diese Strahlen in dem Raume mit gleicher Geschwindigkeit fort? Man kann wohl kaum eine Frage aus dem Gebiete der Physik anführen, deren Lösung zu bestimmteren Folgerungen über die Konstitution der Himmelsräume führen dürfte. Die Beobachtungen der periodischen Sterne machen deren vollständige Lösung möglich.

In der That können wir, ohne uns vor der Hand mit der physischen Ursache zu beschäftigen, welche die Intensitätswechsel des Sternes o im Wallfische bestimmt, mit Bestimmtheit behaupten, daß zu gewissen Zeiten dieser Stern uns viel,

zu andern kein oder fast kein Licht zusendet; daß endlich der Uebergang von letzterem Zustande zu ersterem stufenweise und ziemlich geschwind Statt findet.

Der Stern, der jetzt, nach unserer Voraussetzung, der Erde keinen Strahl zusendet, wird einige Zeit darauf leuchtend werden. Alsdann wird er weiße Strahlen auf die Erde herabwerfen, da seine natürliche Farbe weiß ist; er wird, wenn ich mich so ausdrücken darf, zu gleicher Zeit und in jedem Augenblicke sieben Eilboten von verschiedenen Farben an uns absenden. Ist der rothe Bote der geschwindeste, so wird er zuerst ankommen, um uns von dem Wieder-Erscheinen des Sterns Kunde zu geben; die Wieder-Erscheinung wird daher mit rother Farbe vor sich gehen. Diese Farbe wird sich modifiziren, so wie die übrigen prismatischen Farben, dunkelgelb (orange), gelb, grün, blau, indigo, veilchenblau, ihrerseits ankommen und sich mit der rothen, die ihnen vorausgegangen war, vermischen werden. Die Mischung der rothen mit der dunkelgelben Farbe; die dieser beiden ersten Farben mit der rothen; die Farbe, die aus den drei vorhergehenden in ihrer Verbindung mit der grünen entsteht; das Resultat der Verbindung der vier am wenigsten brechbaren Farben, zuerst mit blau allein; sodann mit blau und indigo; endlich mit blau, indigo und veilchenblau, was die weiße Farbe konstituirt, dieß sind die Farben, unter denen ein Stern, der im Entstehen ist, erscheinen wird. Die nämlichen Phänomene werden sich, jedoch in umgekehrter Ordnung, während der Abnahme wiederholen.

Wenn die Phänomene der Erscheinung und des Verschwindens eines weißen periodischen Sternes im Allgemeinen so beschaffen sein müssen, im Falle die verschiedenfarbigen Strahlen sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen, so ist es nicht minder einleuchtend, daß, wenn die rothe, grüne, veilchenblaue zc. Farbe den Raum mit gleicher Geschwindigkeit durchdringen, der veränderliche Stern von seinem ersten Erscheinen bis zum Maximum der Intensität, und, während der Periode der Abnahme, von dem Maximum der Intensität bis zu seinem Verschwinden beständig weiß bleiben wird.

Wie spricht in Bezug auf so unähnliche Phänomene die Beobachtung sich aus?

Seitdem mir einfiel, daß die veränderlichen Sterne ein Mittel sein könnten, die so bestrittene Frage von der Gleichheit oder Ungleichheit der Geschwindigkeit der Lichtstrahlen von verschiedenen Farben mit einem Male zu entscheiden, habe ich oft weiße periodische Sterne auf allen ihren Intensitätsstufen untersucht, ohne eine Spur von einer Färbung an solchen zu bemerken. Auch habe ich mich davon überzeugt, daß keiner der neuern Astronomen, die sich mit derartigen Untersuchungen abgeben, wirklicher Färbungen in den Phasen irgend eines periodischen Sternes erwähnt hat. Die Zeugnisse haben einen um so größern Werth, als Maraldi, Herschel, Goodricke, Pigott und Andere sich bei ihren Beobachtungen nicht im Mindesten einfallen ließen, daß man sie einst benützen könnte, um die auf die Geschwindigkeit des Lichtes der verschiedenen Strahlen des Spektrums bezüglichen Fragen zu lösen.

Es wäre hier nicht am Orte, den Grad der Genauigkeit numerisch zu bestimmen, der sich mit Hülfe dieser Methode bei diesem oder jenem veränderlichen Sterne erreichen ließe; es genügt mir, zu sagen, daß diese Genauigkeit sehr groß ist, und auf eine sonderbare Anwendung, wozu das Resultat Anlaß gibt, hinzuweisen.

Kap. 30. Die Dichtigkeit der Materie, welche die Himmelsräume anfüllt, kann eine Grenze, deren Werth sich aus den Beobachtungen der veränderlichen Sterne bestimmen läßt, nicht überschreiten.

Nach dem Newton'schen Emissionsysteme, dem einzigen, das ich vor der Hand in Betrachtung ziehen werde, durchdringen die verschiedenfarbigen Lichtstrahlen die durchsichtigen festen, flüssigen oder gasartigen Körper mit verschiedenen Geschwindigkeiten. In dem luftleeren Raume sind die rothen Strahlen immer die geschwindesten, die veilchenblauen immer die langsamsten; die dunkelgelben, gelben, grünen, blauen, indigofarbigen haben immer Geschwindigkeiten, die zwischen denen der rothen und veilchenblauen Strahlen das Mittel halten.

Der Geschwindigkeits-Unterschied zwischen den verschiedenen Strahlen des Spektrums ist kein konstanter; er wechselt mit der Beschaffenheit, mit der Dichtigkeit der durchdrungenen Mittel (Medien).

Die Himmelsräume sind, wie Jedermann zugibt, mit einer sehr dünnen Materie angefüllt. Vergleichen wir diese Materie, was ihre brechenden Eigenschaften anbelangt, mit den irdischen Gasen, in denen z. B. die rothen und blauen Strahlen die einander am nächsten stehenden Geschwindigkeiten haben. Suchen wir sodann, wie groß die Dichtigkeit dieses Gases sein müßte, wenn zwei Strahlen, — wovon der eine roth, der andere blau wäre und die zu gleicher Zeit einen veränderlichen Stern verlassen haben würden, — ungeachtet der ungeheuren Dicke der durchdrungenen Materie, ungeachtet der Dauer des Durchgangs, die nicht wohl unter 3 Jahren betragen kann, ungefähr zu gleicher Zeit auf der Erde ankommen sollten, so wird das Resultat der Rechnung so klein sein, daß die Einbildungskraft billig darüber erstaunen wird.

Mit Hülfe eines einfachen Färbungs-Phänomens die obere Grenze der Dichtigkeit, welche der in den Himmelsräumen verbreitete Aether haben kann, zu bestimmen, hat mir merkwürdig genug geschienen, um die Erklärungen, die man so eben gelesen, zu rechtfertigen.

Auf diese schon verwirklichte Anwendung werde ich die von den veränderlichen Sternen dargebotenen Phänomene, eine Anwendung folgen lassen, die noch in der Idee und geeignet ist, denjenigen auf wichtige Schlüsse zu führen, welcher der Messung der Intensitäten der Sterne einen neuen Grad von Genauigkeit zu geben weiß.

Kap. 31. Eine aufmerklame Beobachtung der Phasen Algol's kann dazu dienen, die Geschwindigkeit des Lichts dieses Sterns direkt zu bestimmen.

Algol oder β im Perseus ist gewöhnlich 2ter Größe; manchmal nimmt dieser Stern so ab, daß er nur noch 4ter Größe ist. Der Uebergang von einem dieser Zustände in einen andern

findet in etwa $3\frac{1}{2}$ Stunden Statt. Ein zweiter Zwischenraum von $3\frac{1}{2}$ Stunden bringt Algol von der 4ten auf die 2te Größe zurück.

Nicht weit vom Maximum und Minimum geht der Intensitätswechsel des Sterns langsam vor sich. Er ist im Gegentheil rasch zu einer gewissen Epoche, die zwischen denjenigen mitten inne liegt, welche mit den zwei äußersten Zuständen übereinstimmen, d. h. wenn Algol, sei es, daß er an Glanz zu- oder abnehme, vorübergehend 3ter Größe ist. Die Augenblicke dieser Uebergänge sind zu einer genauen Beobachtung günstiger, als die andern Phasen; durch Beobachtung der 3ten Größen läßt sich die Periode Algol's besonders gut bestimmen, wenigstens wenn die Maxima und Minima konstant bleiben.

In 105 Minuten (die Hälfte von $3\frac{1}{2}$ Stunden) steigt Algol von 4ter bis zu 3ter Größe; dieser Stern braucht nur 105 Minuten, um seinen Glanz zu verdoppeln. Wäre die Variation der Zeit proportional, so würde auf jede Minute $\frac{1}{105}$ der Zunahme kommen; aber im Augenblicke, da das Gestirn 3ter Größe ist, gehen die raschesten Wechsel vor. Vielleicht beläuft sich sogar die Variation zu jener Zeit auf das Doppelte der mittleren Variation, vielleicht steigt sie bis zu $\frac{1}{52}$ in der Minute an; $\frac{1}{52}$ ist ein auf bloße Inspektion zu erkennender Intensitätswechsel; demnach könnte man die Augenblicke der intermediären Phase Algol's, die Augenblicke, wo dieser Stern durch die dritte Größe geht, bis auf eine Minute bestimmen. Vermittelt einiger Vervollkommnungen in den Mitteln photometrischer Messung ließe sich wahrscheinlich eine noch größere Genauigkeit erzielen und die hier angegebene Minute auf eine halbe oder eine Viertels-Minute reduciren.

So haben wir denn fast die Genauigkeit, welche die Beobachtungen der Verfinsterungen der drei letzten Jupiter-Trabanten zulassen. Nichts wird daher im Wege stehen, daß wir mit Hilfe der Beobachtungen Algol's wieder zu den Kombinationen kommen, die Römer auf die Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichtes führten. Nur hatte der berühmte Astronom es mit zurückgeworfenem Lichte zu thun, während hier blos von direk-

tem Lichte die Rede sein wird; nur gaben die Trabanten die Geschwindigkeit eines von der Sonne kommenden Lichtes, während wir die Geschwindigkeit des von einem Sterne kommenden finden werden.

Die Ursachen, die, welcher Art sie immer auch sein mögen, in der Region Algol's diesen Stern bald von der 2ten zur 3ten, bald von der 4ten zur 3ten Größe übergehen machen, offenbaren sich uns nach einer Zeit, die derjenigen gleich ist, welche das Licht braucht, um von dieser Region bis zur Erde zu gelangen. Es bleibt uns in der That nichts Anderes übrig, wenn wir die an den Grenzen des Firmaments vorgefallene Veränderung erfahren wollen, als die Ankunft des Lichtboten abzuwarten, der sie uns meldet. Demnach ist der Augenblick, wo durch seine Rotation, den Zwischenstand eines undurchsichtigen Körpers u. s. w. der Stern wirklich 3ter Größe wird, von demjenigen wohl zu unterscheiden, wo er es für uns wird. Ersterer ist der Augenblick des wirklichen Phänomens, letzterer der des scheinbaren.

Nehmen wir an, der Stern und die Erde seien unbeweglich, so wird die Zeit der Transmission des Lichtes konstant bleiben. Im entgegengesetzten Falle wird sie ungleich sein. Entfernt sich somit die Erde nach und nach von dem Sterne, so wird die zwischen dem wirklichen und dem beobachteten Phänomene verfllossene Zeit immer größer werden. Das Umgekehrte wird offenbar Statt finden, wenn die Erde und das Gestirn sich einander nähern.

Ist die Erde ein Planet? In diesem Falle wird sie in ihrer jährlichen Bewegung sich sechs Monate lang von Algol entfernen und sich während der übrigen sechs demselben nähern.

Beobachten wir den Augenblick des Durchgangs des Sterns durch die dritte Größe, den Tag, wo die Erde diesem Gestirne möglichst nahe ist. Beobachten wir dieselbe Phase sechs Monate darauf, oder wenn die Erde sich in ihrer Maximal-Distanz von der Sonne befindet. In Beziehung auf das wirkliche Phänomen wird diese zweite Beobachtung um die ganze Zeit, die das Licht gebraucht haben wird, um die Anzahl

von Kilometern, um welche die Erde sich von dem Sterne zwischen der ersten und zweiten Station entfernt hat, später sein, als die erste. Zieht man die erste Beobachtung von der zweiten ab, so wird man also als Resultat den wirklichen Zeit-Intervall finden, der zwischen den beiden Phasen verfloßen ist, vergrößert um die Zeit, die das Licht hat brauchen müssen, um einen Weg, gleich der Anzahl von Kilometern, welche die Differenz zwischen der größten und kleinsten Distanz der Erde von Algol ausdrückt, zu durchlaufen.

Würde man zur ersten Beobachtung die ausersehen, die in der Maximal-Distanz der Erde von der Sonne gemacht würde, und zur zweiten, die der folgenden Minimal-Distanz entsprechende Beobachtung, so wäre die Differenz beider gleich dem wirklichen Zeit-Intervalle der beiden Phasen, dieses Mal verkleinert um die Zeit, welche das Licht braucht, um die Differenz zwischen diesen Maximal- und Minimal-Distanzen zu durchlaufen.

Der Zeit-Intervall, der zwei wirkliche Phasen Algol's von einander trennt, muß in Betracht der ungeheuren Distanz dieses Sternes von der Lage der Erde in ihrer Bahn ganz unabhängig sein. In der That tritt in solchen Distanzen die Wirkung unserer Erdkugel auf den Stern dergestalt in den Hintergrund, daß von einer Berechnung derselben nicht länger die Rede sein kann. Die entgegengesetzte Voraussetzung konnte sich geltend machen wollen, als man ursprünglich die Verfinsterungen der Jupiter-Trabanten diskutirte, denn diese Gestirne sind in einer bei Weitem nicht so großen Entfernung; hier wäre sie durchaus unhaltbar. Demnach wird der wirkliche Zeit-Intervall zwischen einer Phase Algol's, die dem Augenblicke entspricht, da dieser Stern in seiner geringsten Entfernung von der Erde ist, und zwischen der Phase, die sechs Monate später eintreten wird, wenn die Distanz der Erde von dem Gestirne seinen Maximal-Werth erreicht hat, — demnach wird, sagen wir, dieser Zeit-Intervall durchschnittlich gleich sein dem Intervalle, den man finden würde, wenn man umgekehrt verführe, d. h. wenn man die wirklichen Phasen der Maximal-

Distanzen zu seinen ersten Gliedern und zu den zweiten die um sechs Monate späteren und den Minimal-Distanzen entsprechenden Beobachtungen nehmen würde.

Da die wirklichen Zeit-Intervalle zwischen den Phasen gleich sind, so können die beobachteten Intervalle nur nach Maßgabe der Geschwindigkeit des Lichtes unter einander verschieden sein. Nun aber entfernt sich, wie wir heut zu Tage wissen, in einem Zeitraume von sechs Monaten die Erde von Algol um eine so bedeutende Anzahl von Kilometern, daß das Licht sie nur in $15' 12''$ durchläuft. In den sechs folgenden Monaten nähern sich die beiden Körper einander gerade um dieselbe Quantität. Um den Zeit-Intervall zwischen einer in der Nacht der geringsten Distanz der Erde von Algol beobachteten Phase und der in der Nacht der Maximal-Distanz beobachteten (Phase) zu erhalten, müßte man $15' 12''$ zu dem wirklichen Intervalle hinzufügen, wenn dieser uns bekannt wäre. Derselbe wirkliche unbekanntes Intervall würde, verkleinert um $15' 12''$ den Werth des beobachteten Intervalls zwischen einer ersten, dem Maximum entsprechenden Phase und einer zweiten, im Minimum beobachteten Phase geben. Wenn aber eine Zahl, welche sie auch sein möge, sei sie bekannt oder unbekannt, diese zwei Operationen erleidet: wenn man sie einerseits um $15' 12''$ vergrößert und andererseits um dieselben $15' 12''$ verkleinert, so werden die Summe und der Unterschied, so berechnet, unter einander um das Doppelte von $15' 12''$, d. h. um $30' 24''$ verschieden sein.

30 Minuten und 24 Sekunden, so groß wird also der Unterschied zwischen den zwei Serien von Zeit-Intervallen sein, die zwischen den zu den Zeiten der Maxima und Minima der Distanzen beobachteten und nach den angegebenen Bedingungen diskutirten Phasen Algol's enthalten sind. Diese Quantität ist viel stärker, als die Verstöße, denen man bei den Beobachtungen ausgesetzt sein kann. Es scheint daher eine direkte Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichtes eines Sterns gar nicht unter die unmöglichen Dinge zu gehören.

Außer der so eben besprochenen, wichtigen Bestimmung, außer den unvorhergesehenen Glücksfällen, die jede wissenschaftliche Untersuchung in Aussicht stellt, wird das photometrische Studium der veränderlichen Sterne wahrscheinlich eine Wahl zwischen den drei, behufs der Erklärung dieses Phänomens bis jetzt aufgestellten Hypothesen möglich machen.

Nach der ersten und ältesten dieser Hypothesen der Boulliaud'schen wären, wie schon gesagt, die veränderlichen Sterne nicht in der ganzen Ausdehnung ihrer Oberfläche gleich leuchtend und würden sich um sich selbst drehen, so zwar, daß sie der Erde bald ganz leuchtende, bald mehr oder minder mit dunkeln Flecken übersäete Hemisphären zeigen müßten.

Einer andern Erklärung zufolge brauchte der Stern mit nichten eine Rotationsbewegung zu haben. Seine totalen oder theilweisen Verfinsterungen, seine anscheinenden Intensitätswechsel wären eine Wirkung der mehr oder minder vollständigen Zwischenstellung irgend eines undurchsichtigen Körpers zwischen das periodische Gestirn und die Erde, eines Körpers, der, gleich wie die Planeten unsers Weltsystems um die Sonne laufen, eben so um dieses Gestirn kreisen würde.

Endlich gibt es, nach einer Vermuthung von Maupertuis, in der unermesslichen Zahl der Sterne stark abgeplattete oder mühlsteinartige; bald zeigen sie sich uns mit dem Rande, bald mit der ganzen Oberfläche ihrer Scheibe, was zur Erklärung ihres Glanzwechsels vollkommen hinreicht.

Alle drei Hypothesen können das Ganze der beobachteten Phänomene gleich gut erklären. Verhält es sich eben so mit den Einzelheiten? Nun aber sind die Einzelheiten der Probestein der Theorien. Bis zu den Einzelheiten muß man heut zu Tage in der Frage von den veränderlichen Sternen aufsteigen; tagtägliche, in kurzen Zwischenräumen angestellte Beobachtungen der Intensität werden zeigen, ob es nicht, je nach Umständen, durchaus nöthig wäre, mit der Erklärung zu wechseln, bald diese, bald jene, bald ihre Kombination zu wählen; ob die Phänomene nicht beträchtliche und rasche Wechsel, sei es in der Lage der Rotationspole der Sterne, oder in der Lage

der die Bahnen der dunkeln Planeten, die um sie kreisen, enthaltenden Ebenen in sich schließen u. s. w. u. s. w. u. s. w. Dadurch, daß man bei Erörterung dieser Phänomene, — wenn man sie mit Hülfe eines Photometers fleißig beobachtet haben wird —, das, was man heut zu Tage über die Ausstrahlungen starrer, flüssiger, inkandeszenter, gasartiger Körper, sowohl in Bezug auf die Intensität, als die Polarisation weiß, benutzen wird, wird sich in die physische Konstitution der Sterne ein tiefer Blick thun lassen. Die ungeheure Distanz dieser Sterne, ihre außerordentlich kleinen scheinbaren Durchmesser werden keineswegs unübersteigliche Hindernisse sein. Bei der ersten besten Gelegenheit werde ich auf diese Ideen zurückkommen. Ich selbst fühle gar wohl, wie sehr sie noch entwickelt zu werden brauchen, um nicht als bloße Utopien dazustehen.

Weiter oben (Kap. 27) habe ich gesagt, ich würde aus gewissen, etwas schwierigen Beobachtungen den Beweis schöpfen, daß der neue Stern vom Jahre 1572 nicht ohne wichtige Beschränkungen in die Kategorie der veränderlichen Sterne gestellt werden könnte; ich will mich jetzt meines Versprechens entledigen.

Wir haben gesehen, daß die verschiedenfarbigen Lichtstrahlen sich mit derselben Geschwindigkeit bewegen. Die günstigsten Umstände führen in den Phasen eines eigentlichen veränderlichen Sternes keine Färbung herbei und können eine solche auch nicht herbeiführen; Beweise hiervon sind die Sterne mit kurzer oder langer Periode, Algol und α im Wallfische. Halten wir bei Erörterung der Beobachtungen des Sterns vom Jahre 1572 diesen Standpunkt fest.

Kap. 32. Der neue Stern vom Jahre 1572 war nicht bloß ein veränderlicher Stern mit langer Periode.

Am 11. Nov. 1572, dem Tage, da der Stern sich plötzlich zeigte, da Tycho ihn zum ersten Male erblickte, war er weiß. Jedermann verglich ihn in der That hinsichtlich der Schattirung mit Sirius, Jupiter und Venus; er übertraf an Intensität die zwei ersten dieser Gestirne.

Im December 1752 war der schon kleiner gewordene Stern hinsichtlich der Intensität und Beschaffenheit des Lichtes wie Jupiter.

Im Jan. 1573 schien der Stern, der schwächer als Jupiter geworden war, etwas gelblich zu sein.

Zu Ende des Mon. März 1573 verglichen die Astronomen den neuen Stern mit Aldebaran (einem röthlichen Sterne). Sie schrieben ihm einstimmig eine der des Mars ähnliche Farbe zu. Seine rothe Farbe ließ daher keinen Zweifel übrig.

Im Mon. Mai 1573 hatte er die rothe Farbe verloren. Seine Schattirung war alsdann das Weiß des Planeten Saturn.

Im Januar 1574, 5ter Größe; weiß.

Im März 1574, unsichtbar mit unbewaffnetem Auge. Die Fernröhre waren noch nicht erfunden.

Um die rothe Färbung des Sterns in den ersten Monaten des Jahres 1573 mit dem, was wir von der Gleichheit der Geschwindigkeit der verschiedenfarbigen Lichtstrahlen wissen, oder mit dem, was uns die Beobachtung der eigentlichen periodischen Sterne an die Hand gegeben hat, zu vereinigen, müssen wir annehmen, es seien auf dem neuen Sterne bedeutende physische Veränderungen vorgegangen, wofern man nicht mit einem berühmten Astronomen lieber annehmen will, ein unvollkommen durchsichtiges Mittel (Medium), eine Art kosmischen, sich in den Himmelsräumen fortbewegenden Gewölkes habe sich zwischen Cassiopeja und die Erde gestellt, und der Theil dieses Gewölkes, den die von dem neuen Sterne kommenden Strahlen durchdrangen, sei im Monate März dicker, als zu allen andern Zeiten gewesen.

Die, welche die Werke Kepler's ohne hinreichende Aufmerksamkeit, ohne strengen kritischen Geist lesen, bilden sich ein, der neue Stern vom Jahre 1604 oder im Ophiuchus habe außerordentliche Färbungs-Phänomene von der verschiedensten und unzweideutigsten Art gezeigt; dies ist ein Irrthum, den man nicht auf sich beruhen lassen darf.

Kepler spricht von gelben, safrangelben, purpurrothen und rothen Farben; da man sie aber nur durch die Dünste des Horizonts hindurch sah, so waren sie nichts weniger, als reell. In einer gewissen Höhe war der Stern weiß; nur zeigte er alsdann nach einander alle Farben, die aus einem facettirten (rautenweise geschliffenen), der Sonne ausgesetzten Diamante hervortreten. Dies ist der vornehmste, wesentliche Charakter der Scintillation eines glänzenden Sternes. Auch in dieser Hinsicht war somit an dem neuen Gestirne im Ophiuchus Nichts zu bemerken, was es von den gewöhnlichen Sternen unterschieden hätte.

Kap. 33. Farbige Sterne.

Schon die ältesten Beobachter haben bemerkt, daß es röthliche Sterne gibt. Ptolemäus stellte z. B. in diese Kategorie Aldebaran, Pollux, das Herz des Skorpions (Antares), und die Schulter Orions (α)¹⁾.

Gewisse Sterne sind blau oder grün. Diese Farben scheinen mir nur von den Neuern bemerkt worden zu sein. Das erste Werk, worin, soviel mir bewußt, beständig blauer Sterne Erwähnung gethan ist, ist der *traité des couleurs* von Mariotte, der im Jahre 1686 herauskam. „Es gibt,“ sagt dieser Physiker, „blaue Sterne Die Sterne, welche blau zu sein scheinen, haben ein schwaches, aber ganz reines Licht.“ Mariotte bleibt hierbei stehen und seine Abhandlung enthält kein spezielles Verzeichniß blauer Sterne.

Die Herschel'schen Verzeichnisse von Doppelsternen geben dagegen, ihrem Namen oder ihrer Lage nach, eine ziemliche Anzahl solcher Gestirne, denen der gelehrte Astronom entschieden

¹⁾ Die neuern Astronomen haben Sterne entdeckt, die nicht blos eine röthliche, sondern eine ziemlich starke rothe Farbe haben. Lacaille stellt in diese Kategorie π im Fuhrmann, ζ im Löwen, ν in der Jungfrau, ϵ im Widder, ι im Pegasus und besonders einen Stern in AR. = 10 St. 41 Min. und südlicher D. = 20°. (*Connaissance des temps pour l'an XV.*)

blaue oder grüne Farben zuschreibt. In den binären Kombinationen ist, wenn der kleine Stern sehr blau oder sehr grün zu sein scheint, der große gewöhnlich gelb oder roth. Es scheint nicht, als habe Wilhelm Herschel den sonderbaren Umstand, dessen so eben Erwähnung gethan wurde, hinreichend berücksichtigt. Ich finde in der That nirgends, daß das fast beständige Beisammensein von zwei komplementären (Ergänzungs-) Farben (der gelben und blauen, rothen und grünen) ihn je auf den Gedanken gebracht habe, es könnte eine dieser Farben nichts weniger, als reell, oft nichts, als eine Illusion, ein Resultat des Kontrastes sein.

Dem Kontraste wurde bei dieser Art von Phänomenen zum ersten Male im Jahre 1825 (Connaissance des temps vom Jahre 1828) Rechnung getragen. Zwar sah der Verfasser des Artikels in der Connaissance des temps zu gleicher Zeit die Unmöglichkeit ein, die blauen oder grünen Farben aller Sterne auf diese Ursache zu beziehen; die Unmöglichkeit war z. B. überall, wo sich ein grüner oder blauer Stern zeigte, ohne daß andere gelb- oder rothfarbige Sterne in der Nähe gewesen wären, augenscheinlich. Führen wir einige Beispiele dieser Art an, denn es wird daraus unstreitig hervorgehen, daß das Firmament nicht nur mit rothen und gelben Sonnen, wie schon die Alten wußten, sondern auch mit blauen und grünen Sonnen übersät ist.

Aus den ersten Katalogen Wilhelm Herschel's entnommene
Beispiele:

- | | |
|-------------------------------|--|
| μ Schwan | Großer, weiß; kleiner, bläulich (Sterne bedeutend ungleich). |
| β Schwan | Großer, blaßroth; kleiner, schönes Blau (bedeutend ungleich). |
| π Andromeda | Großer, weiß; kleiner, bläulich (äußerst ungleich). |
| λ Dphiuchus | Großer, weiß; kleiner, sehr entschiedenes Blau (bedeutend ungleich). |

Aus den Katalogen der Herren John Herschel, South und Dunlop entlehnte Beispiele.

- λ Widder Großer, weiß; kleiner, blau.
 59ster Andromeda Großer, bläulich; kleiner bläulich.
 62ster Eridanus Großer, weiß; kleiner, blau.
 δ Bootes Großer, weiß; kleiner, dunkelblau.
 δ Schlange Großer, blau; kleiner, blau.
 ψ Schwan Großer, weiß; kleiner, ziemlich lebhaftes Blau.
 ε fliegender Fisch Großer, weiß; kleiner, blau.

An dem südlichen Himmel ist eine Gruppe von $3\frac{1}{2}$ Minuten im Durchmesser, wo alle Sterne bläulich sind. So sagt wenigstens Dunlop.

Aus dieser Tabelle ergibt sich unstreitig, daß blau die wirkliche Farbe gewisser Sterne ist. Sir John Herschel hat diese Folgerung angenommen. Eben so verhält es sich mit der Idee, wornach der Kontrast bisweilen die Ursache der an den Doppelsternen beobachteten Farben sein kann. (Man sehe sein im Jahre 1833 zum ersten Male veröffentlichtes Lehrbuch der Astronomie).

Kap. 34. Gibt es ein einziges gehörig erwiesenes Beispiel von Farbenwechseln in dem Lichte der Sterne?

Roth ist im Grunde die einzige Farbe, welche die Alten in ihren Stern-Katalogen je von weiß unterschieden. Diejenigen unter diesen Gestirnen, denen Ptolemäus eine röthliche Farbe zuschrieb (Aldebaran, Pollux, Antares, die Schulter im Orion) sind heut zu Tage, wie vor 1700 Jahren, roth. Sirius dürfte allein eine Ausnahme von der Regel zu machen scheinen.

Sirius hat eine andere Farbe angenommen, wenn, wie man versichert, Aratus, Ptolemäus, Cicero, Horaz, Seneka ihm eine röthliche Farbe zuschreiben. Man wird daher blos die alten

Texte nachzusehen und zu erörtern brauchen, denn der Stern ist jetzt offenbar, unstreitig weiß.

Thomas Barker, der erste, wie ich glaube, der diese Arbeit unternommen hat, wird mein Führer sein.

Aratus gibt dem Sirius den Beinamen *ποικιλος*. Verschiedene Stellen in der Iliade und Odyssee Homer's scheinen darzutun, daß dieses Wort wörtlich mehr bunt, als roth bedeutete. Cicero hat es indessen mit *rutilus* übersetzt. Wenn der römische Redner dieses Wort hier absichtlich gewählt hat, während doch bei einem solchen Gegenstande eine worttreue Uebersetzung das Hauptverdienst ist, so müßte man annehmen, er selbst habe die röthlichen Eigenschaften des Lichtes des Sterns erkannt.

Horaz hat in seiner zweiten Satyre offenbar einen rothen Stern bezeichnen wollen, wenn er das Wort *rubra* gebraucht;

Seneka (*Quaest. nat.*) machte die rothe Farbe des Hundessterns dunkler, als die des Mars;

Ptolemäus endlich sagte ausdrücklich, der Stern des großen Hundes sei von derselben Farbe, wie das Herz des Skorpions.

Was kann man so einstimmigen Zeugnissen entgegensetzen? Folgendes:

Hyginus macht, indem er in dem, *Poeticon astronomicon* betitelten, Werke von dem großen Hunde spricht, dort auf zwei bemerkenswerthe Sterne aufmerksam: der eine, auf der Zunge gelegene, heißt der Hund, sagt der Freigelassene des Augustus; der andere, von dem in ganz unbestimmten Ausdrücken gesagt wird, er befinde sich auf dem Kopfe, hieß *Sirion*. Auf diesen (*Sirion*) wandte Hyginus die Ausdrücke *flammae candorem* an; demnach war Sirius ehemals weiß.

Barker erwiedert hierauf, die Stelle bei Ptolemäus beziehe sich ausdrücklich auf den Kachen des Hundes, auf den Stern, den heut zu Tage Jedermann Sirius nenne, keineswegs aber auf den über dem Ohre des Hundes gelegenen *Sirion*, keineswegs auf einen Stern, der zu den Zeiten des Hyginus sich durch seinen Glanz habe auszeichnen können und zu den Zeiten

des Ptolemäus möglicher Weise bereits nicht mehr gegläntzt habe. Uebrigens ließen sich aus den alten Schriftstellern gar viele Stellen anführen, worin candor mehr zur Bezeichnung des Glanzes, als der Schattirung eines Lichts dient.

Ein in der alten Litteratur sehr bewandeter englischer Gelehrter, Th. Forster, hat vor einigen Jahren (im Jahre 1817), im Widerspruche mit seinem Landsmanne Barker, behauptet, es lasse sich mit Hülfe der aus den klassischen Schriftstellern entnommenen Stellen nichts Bestimmtes über die alten Farben der Gestirne ausmitteln. Forster beweist, wie willkürlich die Schriftsteller des Alterthums und ganz besonders die Dichter in Anwendung der zur Charakterisirung der Farbe der Körper dienenden Ausdrücke zu Werke gingen; er ist gewiß mit Recht darüber erstaunt, daß der Ausdruck purpureus (purpurn, purpurfarben) von einem und demselben Schriftsteller, Virgil, auf eine Rose, ein Weilschen, die Wellen des adriatischen Meeres u. s. w. angewandt wird; ich kann aber nicht errathen, wie mit Hülfe solcher Bemerkungen folgende Aussage Seneca's: — Sirius ist röthler, als Mars, — so wie das Wort *ἰπόνιπος* (etwas hellgelb), das von Ptolemäus zu gleicher Zeit auf Antares, die Schulter Orion's, Aldebaran und Sirius angewandt worden ist, sich antasten ließen.

Alles wohl erwogen, scheint es daher, als sei Sirius ehemals röthlich gewesen und als habe er in weniger, denn 2000 Jahren diese Farbe mit dem unzweideutigsten Weiß vertauscht ¹⁾.

Kap. 35. Komparative Intensitäten der Sterne verschiedener Größen. Komparative Distanzen dieser verschiedenen Sterne von der Erde.

Die Eintheilung der Sterne, womit das Firmament übersät ist, in Größen-Ordnungen, ist von den Astronomen des Alterthums auf eine willkürliche Weise und ohne allen

¹⁾ Herschel verzeichnete in seinem Kataloge von Doppelsternen γ im Löwen und γ im Delphin als weiße Gruppen. Herr Struve hat sie jüngst für Zusammensetzungen eines Sterns mit goldgelber und eines andern mit mehr oder minder bläulichgrüner Farbe erkannt.

Anspruch auf Genauigkeit vorgenommen worden. Der Natur der Sache gemäß hat diese Unbestimmtheit sich auf die neueren Kataloge vererbt.

Die besten Karten geben heut zu Tage eine Gesamtzahl von 17 Sternen 1ster Größe für beide Hemisphären. Warum 17 und nicht 16 oder 15? Warum 17 und nicht 18 oder 19? Niemand vermag es zu sagen. Die 17 Sterne 1ster Größe haben bei Weitem nicht alle dieselbe Intensität. Der letzte 1ster und der erste 2ter Größe sind in Betreff des Glanzes nicht so sehr von einander verschieden, daß der eine nicht in die unmittelbar tiefer und der andere in die unmittelbar höher stehende Klasse veretzt werden könnte. Dieselben Bemerkungen lassen sich mit um so größerem Rechte auf die zahlreichen Sterne der unteren Ordnungen anwenden.

Die 6te Größe bildete bei den Alten die letzte Ordnung der mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Sterne. Heut zu Tage werden mehrere ohne Instrumente zu beobachtende Sterne unter die 7ter Größe gezählt. Die 7te Größe ist demnach als die wahre Scheidungslinie zwischen den mit unbewaffnetem Auge sichtbaren und den teleskopischen Sternen anzusehen.

Herschel suchte auf diese Klassifikation Zahlen anzuwenden, d. h. er bemühte sich, in Zahlen das Verhältniß zwischen der Intensität eines Sterns 1ster und der Intensität eines Sterns 2ter, 3ter Größe u. s. w. zu bestimmen. Hierbei verfuhr er folgender Maßen:

Zwei ganz gleiche, 7füßige Spiegel-Teleskope, die daher auch zwei gleich starke Bilder von den gleich stark glänzenden Sternen gaben, wurden neben einander aufgestellt, so zwar, daß der Beobachter etwa in einer Zeit-Sekunde von dem Okulare des ersten Teleskops zu dem Okulare des zweiten gelangen konnte. Kreisförmige Oeffnungen aus Pappdeckel und von verschiedenen Durchmesser verringerten, ganz nach Belieben und nach bekannten Verhältnissen, stufenweise das Licht-Quantum, das bei einem der zwei Teleskope das glänzendste Bild der beiden Sterne, die man mit einander vergleichen wollte, erzeugte. Man blieb bei Vornahme dieser Reduktion bei dem Augenblicke stehen, wo

das so geschwächte Bild dem ungeschwächten Bilde des zweiten, in dem andern Teleskope gesehenen Sternes gleich zu sein schien. Diese Reduktions-Skala ging nie unter den vierten Theil herab. So war man nicht zur Anwendung von Oeffnungen gezwungen, die vermöge ihrer Kleinheit die Dimensionen des Bildes durch Diffraction verändert hätten. Nur stellte man, wenn man es mit Sternen zu thun hatte, wovon einer weniger, als den vierten Theil des andern an Intensität betrug, anstatt ein direktes Verfahren zu beobachten, seine Vergleichen immer unter Beziehung von Sternen von intermediärem Glanze an.

Diese Verfahrungsart hat einen Hauptfehler: Da man die Bilder beider Sterne nicht zu gleicher Zeit sieht, so lassen sie sich auch nicht mit großer Genauigkeit equalisiren (ausgleichen). Da indessen ein Beobachter, wie Herschel, sich gewiß selbst eine unvollkommene Methode zu Nutzen zu machen mußte, so will ich hier seine Haupt-Resultate anführen:

α Andromeda, der Polarstern, 7 großer Bär,
 δ Cassiopeja (lauter Sterne 2ter Größe,
 sind gerade der vierte Theil von Arkturus.

Da das Licht im Verhältnisse der Quadrate der Distanzen schwächer wird,

so würde Arkturus, ein Stern erster Größe, wenn er noch einmal so weit, als jetzt entfernt wäre, zweiter Größe sein.

α Andromeda ist gleich 4 Mal μ Pegasus. Arkturus, der seinerseits gleich 4 Mal α Andromeda ist, ist folglich gleich 16 Mal μ Pegasus.

μ Pegasus ist in den Katalogen als ein Stern 4ter Größe verzeichnet;

Arkturus, der erster Größe ist, würde 4ter Größe werden, wenn er viermal so weit, als jetzt entfernt wäre.

Der vierte Theil von μ Pegasus, oder der 64ste Theil von Arkturus ist gleich dem Sterne η Pegasus, der in den Katalogen als ein Stern 5ter bis 6ter Größe aufgeführt ist.

Arkturus würde man, wenn er 8 Mal so weit, als jetzt entfernt wäre, noch ganz gut mit unbewaffnetem Auge sehen,

da seine Intensität, die der von η im Pegasus gleich geblieben wäre, nicht ganz bis zur 6ten Größe herabgesunken sein würde.

Indem Herschel anstatt Arktur's die Ziege, die ebenfalls der ersten Größen-Ordnung der Sterne angehört, zu seinem Ausgangspunkte wählte, fand er:

β im Stiere	} 2ter Größe, gleich $\frac{1}{4}$ der Ziege;
β im Fuhrmann	
ζ im Stiere	} 4ter Größe, gleich $\frac{1}{16}$ der Ziege;
ι im Fuhrmann	
σ im Perseus	} 5ter bis 6ter Größe, gleich $\frac{1}{64}$ der Ziege;
H in den Zwillingen	
d in den Zwillingen,	6ter Größe, gleich $\frac{1}{100}$ der Ziege;

Die Ziege wäre demnach, wenn sie 10 Mal so weit, als jetzt entfernt wäre, noch mit unbewaffnetem Auge sichtbar.

Die Leier gibt gerade dieselben Resultate, wie die Ziege.

Für Sirius findet man, wenn seine Distanz von der Erde 1 ist,

daß er gleich sein würde	} den Sternen	β Stier b. d. Dist. 3
		ι Fuhrmann b. d. D. 6
		H Zwillinge b. d. D. 12
		γ Zwillinge b. d. D. 15

Nimmt man zwischen den verschiedenen äußersten Resultaten eine Art mittlerer Größe an, so findet man, daß, im Ganzen genommen, die Sterne erster Größe 12 Mal weiter, als jetzt entfernt sein könnten, ohne dabei aufzuhören, mit unbewaffnetem Auge sichtbar zu sein, ohne dabei unter die 6te Größe herabzusinken.

Herschel suchte auch auf die teleskopischen Beobachtungen die Sichtbarkeits-Skala, die er für das unbewaffnete Auge gebildet hatte, auszudehnen. Nachdem er eine Serie von dioptrischen Fernröhren und von Spiegel-Teleskopen gefertigt hatte, die respektiv

2	multipliziert mit 2, oder 4 Mal	3	—	3,	—	9	—	}	mehr Licht, als das bewaffnete Auge
4	—	4,	—	16	—				
5	—	5,	—	25	—				
ic.		ic.		ic.					

empfangen, so richtete er das schwächste dieser Instrumente auf den weißlichen Flecken, der in dem Hefte des Schwertes von Perseus liegt.

Das Auge konnte da keinen Stern unterscheiden. Waren solche vorhanden, so waren sie nothwendig schwächer, als die Sterne 1ster Größe in einer zwölf Mal größeren Entfernung sein würden. Das kleine Instrument zeigte deren eine Menge. Nehmen wir an, es seien unter diesen vielen Sternen, wie dies wahrscheinlich ist, auch Sterne von der Stärke der Ziege, der Leier u. s. w. gewesen, so mußten diese Sterne, um gerade sichtbar zu werden, nachdem ihre Intensität sich vervierfacht hatte, 2 Mal weiter entfernt sein, als die letzten mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Sterne, das heißt 24 Mal weiter, als Sirius, die Leier, die Ziege u. s. w.

Das zweite Instrument, das, welches das Licht in dem Verhältnisse von 9 zu 1 vergrößerte, welches die Gegenstände 3 Mal näher rückte, brachte Sterne zum Vorschein, wovon ersteres keine Spur zeigte. Diese Sterne waren der Intensität nach, was Sirius, die Ziege u. s. w. in einer 36 Mal größeren Entfernung sein würden.

Indem er immer stufenweise bis zum 10füßigen Teleskope mit seiner ganzen Oeffnung kam, erblickte der Beobachter Sterne, gleich dem, was die Sterne erster Größe in einer Distanz sein würden, die 344 Mal so groß wäre, als die, welche sie jetzt von uns trennt.

Das 20füßige Spiegel-Teleskop dehnte seine Stärke bis auf 900 Mal dieselbe Distanz der Sterne erster Größe aus und offenbar würde ein stärkeres Teleskop noch entferntere Sterne gezeigt haben.

Um den numerischen Folgen, die ich aus diesen Resultaten Herschel's ziehen will, zu entgehen, müßte man von der Voraus-

setzung ausgehen, als wären unter den zahllosen Sternen, die in gewissen Himmelsgegenden jedes Teleskop denen beifügt, welche das Teleskop von geringerer Stärke zeigte, keine so glänzend, wie die Ziege oder die Leier; müßte man mit einem Worte annehmen, es hätten nur in der Nähe unsers Sonnensystems sich Sterne erster Größe gebildet. Eine ähnliche Voraussetzung verdient gewiß nicht widerlegt zu werden.

Ich werde sogleich eine Methode analysiren, . . . vermittelt welcher man sich mathematisch versichert hat, daß, wenn die Geschwindigkeit des Lichtes in einer Sekunde zu 77000 Stunden (lieues) angeschlagen wird, es keinen Stern erster Größe gibt, dessen Licht in weniger als 3 Jahren zu uns gelangen könnte. Dem zu Folge wäre das Licht der Sterne verschiedener Ordnungen, die in Wirklichkeit eben so groß wären, als die Ziege, Leier u. s. w., in solchen Entfernungen von der Erde, daß dasselbe, um sie zu durchlaufen, nicht weniger brauchen würde, als

6 Jahre	bei den Sternen	2ter Größe;
12 — — —	4ter	—
36 — — —	6ter	—
1042 —	bei den letzten Sternen, die mit dem 10füßigen Teleskope sichtbar sind;	
2700 —	bei den letzten Sternen, die man noch mit dem 20füßigen Teleskope sieht.	

Kap. 36. Scheinbare Durchmesser, berichtigte Durchmesser, wirkliche Größen der Sterne.

In einem der ersten Memoiren Herschel's finde ich den Beweis, daß die scheinbaren Durchmesser der Sterne größtentheils künstlich sind, selbst wenn man sich der allerbesten Fernröhre bedient. Die in Sekunden berechneten, d. h. nach Maßgabe der Vergrößerung reduzierten Durchmesser vermindern sich, wenn diese Vergrößerung zunimmt. Aehnliche Resultate sind zu wichtig, als daß ich mich damit begnügen dürfte, sie hier bloß anzugeben. Hier die Art und Weise, wie sie sich begründen lassen:

ε Bootes ist ein aus zwei ungleichen Sternen bestehender Doppelstern. Als Herschel ihn im September 1779 mit Hilfe einer 460maligen Vergrößerung untersuchte, schien der dunkle, zwischen den leuchtenden Rändern der Bilder der beiden Sterne enthaltene Raum gleich $1\frac{1}{4}$ Durchmesser des größern zu sein. Nehmen wir an, beide Durchmesser seien, wie die der Planeten, reell, so wird eine steigende Vergrößerung in dem vorhergehenden Verhältnisse Nichts ändern, denn die Scheiben und ihr dunkler Zwischenraum werden in demselben Verhältnisse sich verändern; so wird $1\frac{1}{4}$ Durchmesser des größern Sternes bei allen möglichen Instrumenten und Vergrößerungen die Dimension des zwischen den Rändern der Scheiben der beiden Sterne enthaltenen dunkeln Raums sein. Die Sache verhält sich aber nicht so.

Wir haben gefunden, daß bei einer 460maligen Vergrößerung sich eine dunkle Trennung, gleich $1\frac{1}{4}$ Durchmesser des größern Sterns, herausstellte;

bei einer 932maligen würde man eine Trennung von 2 Durchmessern finden;

bei einer 2010maligen hatte die Trennung sich auf $2\frac{3}{4}$ Durchmesser gesteigert.

Mehr braucht es nicht, um zu beweisen, daß die scheinbaren Durchmesser der Sterne wenigstens theilweise künstlich sind. Der Beobachter, der, anstatt sich auf bloße Schätzungen zu beschränken, einen gewöhnlichen Mikrometer mit Fäden auf die Messung des Durchmessers des großen Sterns angewandt haben würde, würde bald bemerkt haben, daß der vom Instrumente gegebene und in Sekunden-Brüchen ausgedrückte Werth mit der zunehmenden Vergrößerung stufenweise abnahm; daraus folgt aber, man merke es sich wohl, nicht nothwendig, daß das Bild des Sterns auf dem Grunde des Auges, daß dessen Gemälde auf der Netzhaut unter denselben Umständen gleichfalls abnahm. Hierüber läßt sich eine Berechnung anstellen. Diese in ihrer Einfachheit in physiologischer und photometrischer Hinsicht wichtige Berechnung wird uns beweisen, daß ungeachtet der mit dem zunehmenden Vergrößerungs-Vermögen des Teleskopes stufenweise eintretenden Abnahme des Winkel-

Durchmessers des Sternes dieser Durchmesser auf dem Grunde des Auges im Gegentheile immer ausgedehntere Räume einnimmt.

Kommen wir auf die Beobachtungen Herschel's zurück.

Bei 460maliger Vergrößerung zeigten sich die zwei Sterne, die ϵ Bootes ausmachen, in dem Teleskope als zwei leuchtende und ungleiche, kreisförmige Scheiben, die von einem Rande zum andern durch einen dunkeln Zwischenraum, gleich $1\frac{1}{4}$ Durchmesser der größern Scheibe, getrennt waren.

Verdoppeln wir die Vergrößerung. Würde dieses neue Okular Alles verdoppeln, so wäre der dunkle Zwischenraum, der zwischen den beiden Rändern, den Scheiben der zwei Sterne gegenüber, enthalten ist, gerade doppelt so groß, als der frühere. Sind, wie bereits anerkannt worden, die Scheiben weniger, als verdoppelt, so wird der dunkle Raum bei einer gerade doppelten Vergrößerung sich mehr, als verdoppelt haben. Dasselbe Raisonnement würde augenscheinlich bei dreiz-, vier-, fünffachen u. s. w. u. s. w. Vergrößerungen gelten.

Kommen wir auf die Beobachtung Herschel's zurück und nehmen wir einen Augenblick an, die zunehmende Vergrößerung lasse die leuchtenden Scheiben unveränderlich.

Die zweite Vergrößerung, 932, betrug mehr, als das Doppelte der ersten, 460; bei dem Uebergange von 460 zu 932 hätte der zwischen den Rändern der beiden Sterne enthaltene dunkle Raum sich mehr, als verdoppeln sollen, sei es wegen des Verhältnisses dieser beiden Zahlen oder weil wir die Hypothese von der Unveränderlichkeit der leuchtenden Scheiben untersuchen. Der Durchmesser der größeren Scheibe wäre, auf die Messung des dunkeln Raumes angewandt, mehr, als zwei Mal darin enthalten gewesen, d. h. das Maß würde mehr, als $2\frac{1}{2}$ solcher Durchmesser betragen haben. Die Beobachtung gab blos 2; demnach ist es nicht wahr, daß beim Uebergange von 460 zu 932 die Scheibe des großen Sternes nicht gleich groß geblieben sei; sie hat sich vergrößert.

Die Vergrößerung 2010 führt, wenn sie mit der Vergrößerung 460 verglichen wird, noch augenscheinlicher zu demselben Resultate. Die erste Zahl ist etwa 4,4 Mal so stark, als die

zweite. Bei dem Uebergange von der Vergrößerung 460 zu der Vergrößerung 2010 sollte, wenn die Scheiben der Sterne einen konstanten Durchmesser behielten, der dunkle Zwischenraum eine mehr, als 4,4 Mal größere Dimension erhalten. Zuerst war bei einer Vergrößerung von 460 dieser Zwischenraum gleich $1\frac{1}{4}$ Durchmesser der größeren Scheibe. Bei 2010 hätte man 5,5 solcher Durchmesser finden sollen. Die Beobachtung gab nur 2,8: der scheinbare Durchmesser des Kerns hatte demnach mit der Vergrößerung zugenommen.

Ich habe so eben aus Anlaß der Beobachtungen Herschel's einen der bekanntesten, zu gleicher Zeit aber am Uebelsten verstandenen Aussprüche der Astronomie analysirt: die Durchmesser der Sterne nehmen ab, so wie die Vergrößerungen der Fernröhre zunehmen.

Ja, wenn der scheinbare teleskopische Durchmesser eines Sternes bei einer gegebenen Vergrößerung unter einem gewissen Winkel erscheint, so wird er bei einer doppelt so großen Vergrößerung weniger, als zwei Mal dieser Winkel sein, weniger, als drei Mal derselbe Winkel bei einer drei Mal so großen Vergrößerung u. s. w. u. s. w. Daher wird man auch, wenn man den durch die Vergrößerung größer gewordenen Winkel dividirt, um den Winkel zu bekommen, den man mit unbewaffnetem Auge finden würde, wenn das Bild scharf wäre, — eine Theilung, die übrigens bei gewissen Mikrometern von selbst vor sich geht, (denn sie ist ein integrierender Theil des Beobachtungs-Modus), — um so kleinere Resultate finden, je mehr der gebrauchte Reflektor oder Refraktor vergrößert haben wird. Dies verhindert, wie man sieht, nicht, daß der scheinbare oder vergrößerte Winkel des Sternes mit der Vergrößerung zunimmt, daß das Bild auf der Netzhaut sich beständig ausdehnt, daß es dort eine um so größere Anzahl von Nervenbüschelchen zinnimmt, je stärker die Vergrößerung ist.

Es wäre nun ein Leichtes, mit Hülfe des äußern Mikrometers mit doppelter Refraktion, dessen ich mich zu andern Untersuchungen, so wie auch zu diesen bedient habe, die Veränderungen des scheinbaren Durchmessers der Doppelsterne, der ein-

fachen Sterne und der Sterne jeder Größe genau zu bestimmen. Einstweilen und bis zur Ausführung dieser Arbeit mit den gehörigen Details ist es vielleicht gut, wenn wir zeigen, daß die Resultate, zu denen wir unter Zu-Grundlegung der bloßen Beobachtungen des Sterns ϵ Bootes gelangt sind, sich gleichfalls aus den Erscheinungen mehrerer anderer Doppelsesterne würden haben ableiten lassen.

Vergrößerungen.	Dunkler Zwischenraum, in Durchmessern des glänzendsten Sternes gemessen.
α Zwillinge 222 Mal . . .	etwas mehr, als 1 Durchmesser;
450 . . .	fast 2 Durchmesser;
750 . . .	2 " "
932 . . .	mehr, als 2 Durchmesser;
1536 . . .	3 " "
α Herkules 222 . . .	$1\frac{3}{4}$ " "
932 . . .	etwas mehr, als 3 Durchmesser;
ϵ Veier. Eine dieser Grup- pen; die der zwei gleichen Sterne.	227 . . . fast $1\frac{1}{2}$ Durchmesser;
460 . . .	etwas mehr, als $1\frac{3}{4}$ Durchmesser;
932 . . .	2 " "
2010 . . .	$2\frac{1}{2}$ " "
ζ Wassermann 227 . . .	$1\frac{1}{4}$ " "
449 . . .	$1\frac{1}{3}$ " "
460 . . .	2 " "
932 . . .	$2\frac{1}{2}$ " "

Sind die Bilder der Sterne weder scharf, noch treu, so liegt der Grund darin, daß unser Auge merklichen Abweichungen wegen der Kugelgestalt und Farben-Zerstreungen unterliegt; daß dieselben Mängel bei den besten Spiegel-Teleskopen, den vollkommensten dioptrischen Fernröhren bis zu einem gewissen Grade sich vorfinden; daß die Atmosphäre eine sehr berechenbare Dispersions-Kraft hat; daß die Lichtstrahlen, welche die Ränder der kreisförmigen Oeffnungen der Röhre der Instrumente und Diaphragmen streifen, eine ziemlich starke Abweichung, die man unter dem Namen Diffraction kennt, erleidet.

den. Alle diese Ursachen tragen ohne irgend eine Ausnahme zur Vergrößerung der scheinbaren Durchmesser der Sterne bei. Man muß daher den kleinsten dieser beobachteten Durchmesser den Vorzug geben.

Die Elemente, wornach man die wirkliche Größe eines Sterns bestimmen kann, sind seine Distanz und der Winkel, unter dem seine Scheibe erscheint. Wird dieser Winkel doppelt, dreimal, zehnmal so groß, so werden die berechneten Dimensionen des Gestirnes in demselben Verhältnisse zunehmen. Führen wir einige der Schätzungen der scheinbaren Winkel-Durchmesser der Sterne an, welche die alten Astronomen gegeben haben, so wird man sehen, in welche Irrthümer man verfallen sein würde, wenn man sie angenommen hätte.

Vor Erfindung der dioptrischen Fernröhre gab
 Kepler dem Sirius einen Durchmesser von 240 Sekunden;
 Tycho von mehr, als 120' „
 Albatagnius 45 „

Nach Entdeckung der dioptrischen Fernröhre gab
 Gassendi dem Sirius 10 Sekunden;
 Joh. Cassini (mit einem 34füßig. Refraktor) 5 „¹⁾

Tycho gab nur den Sternen 1ster Größe einen Winkel-Durchmesser von 120'': dies war ein mittleres Resultat. Die nicht so glänzenden Sterne schienen ihm merklich kleiner zu sein. So hatten im Mittel,

Die Sterne 2ter Größe	90'';
3ter	65'';
4ter	45'';
5ter	30'';
6ter	20''.

¹⁾ Cassini erwartete von der Reduktion seines Objectivs durch ein Diaphragma aus Pappdeckel eine sehr gute Wirkung; wenn aber eine ungeheure Reduktion der wirklichen Oeffnung die Abweichung wegen der Kugelgestalt und die Farben-Zerstreuung verminderte, so vermehrte sie andererseits den Einfluß der Diffraction, die an den Wänden der Oeffnung vor sich ging und dies ist ohne allen Zweifel die Ursache des offenbar zu starken Resultats, das Cassini fand.

Die optische Täuschung, wodurch die Bilder der Sterne an Ausdehnung gewannen, nahm daher mit der Schwächung des Lichtes rasch ab.

Der ungeheure Unterschied in den von verschiedenen Astronomen gegebenen Werthen des Durchmessers eines und desselben Sternes, sei es, daß man diesen mit unbewaffnetem Auge oder mit Hülfe von Refraktoren beobachtet hatte, war von der Art, daß er zu der Voraussetzung führen mußte, als seien die Scheiben dieser Gestirne nicht reell. Dem Hevelius gelang es, die Formen der Sterne konstant zu machen, sie scharf abzurunden, indem er vor dem Objektiv seines Refraktors eine Metallplatte mit einem runden Loche von geringem Durchmesser anbrachte. Er glaubte alsdann die Schwierigkeit des Problems besiegt zu haben. Indessen würde er, bei Ersetzung der ersten Oeffnung durch eine engere, seine Scheiben haben zunehmen sehen, ohne von ihrer Schärfe Etwas zu verlieren.

Was Hevelius durch die Schwächung des Lichtes der Sterne, durch die Reduktion des Objektivs seines Refraktors auf eine sehr kleine Oeffnung an Genauigkeit gewann, übertraf bei Weitem den Verlust, den er durch die Inflexion der Strahlen an den Rändern des kreisförmigen Loches des Diaphragma erlitt. Daher fand er auch blos:

Für den Durchmesser von Sirius	6'',3;
der Ziege	6'',0;
von Regulus	5'',1.
Für die Sterne 2ter Größe	4'',5;
3ter	3'',8;
4ter	3'',2;
5ter	2'',5;
6ter	2'',0.

Mehrere Astronomen suchten, seit der Erfindung der dioptrischen Fernröhre, durch Erfahrungen Etwas von dem unrichtmäßiger Weise vergrößerten Winkel, unter dem die Sterne in diesen Instrumenten erscheinen, abzuziehen.

Galilei fand, daß die Leier trotz alles Anscheins einen

Durchmesser von weniger, als 5 Sekunden haben müsse. Er verfuhr hiebei folgender Maßen:

Er hängte eine Schnur vertikal auf, stellte sich so, daß sie, mit einem einzigen Auge gesehen, sich auf die Leier projicirte, und untersuchte, in welcher Distanz dieser Stern genau verdeckt wurde. In dieser Distanz erschien, nach Vornahme der nach Maßgabe der merklichen Dimensionen des Augapfels nöthigen Berichtigung, der Durchmesser der Schnur nur unter einem Winkel von 5 Sekunden; dies war weniger, als die Leier in den besten damaligen Refraktoren an Durchmesser behielt.

Hier folgt eine andere, noch sinnreichere Methode, wobei der Beobachter dioptrische Fernröhre oder Spiegel-Teleskope anwenden kann, welches auch das Vergrößerungs-Vermögen dieser Instrumente sein möge.

Der Mond bewegt sich durch die Sternbilder des Thierkreises, von Abend nach Morgen, mit einer Geschwindigkeit von etwa einer halben Grad-Sekunde in einer Zeit-Sekunde fort. Ein Gestirn ohne oder fast ohne alle eigene Bewegung befindet sich gegen Osten genau auf dem Wege, den der Mittelpunkt des Mondes durchläuft. Will man nun die Zeit wissen, die zwischen dem Augenblicke, wo der östliche bewegliche Rand unseres Trabanten den westlichen unbeweglichen Rand des fraglichen Gestirns zu berühren scheinen wird, und demjenigen verfließt, wo er an dem entgegengesetzten Rande ankommen wird; will man mit andern Worten die Zeit wissen, die das Gestirn brauchen wird, um ganz unter den undurchsichtigen Körper des Mondes zu stehen zu kommen, so braucht man nur den Durchmesser des Gestirnes zu nehmen und hierauf so viele Zeit-Sekunden zu zählen, als sich in diesem Durchmesser halbe Grad-Sekunden finden werden. Jupiter hat z. B. einen Durchmesser von 40 Grad-Sekunden oder 80 halben Sekunden; daher wird denn auch sein Eintritt 80 Zeit-Sekunden dauern; eben so wird es sich mit seinem Austritte verhalten, denn beim Hervortreten hinter dem undurchsichtigen Körper des Mondes müssen die Phänomene ganz wie beim Hineintreten vor sich gehen. Hat Mars einen Durchmesser von 10 Sekunden, so

braucht er 20 Sekunden, um unter dem Rande des Mondes zu verschwinden u. s. w. u. s. w. u. s. w.

Nehmen wir nun an, ein Zodiakal-Stern 1ster Größe habe 2 Grad-Sekunden wirklichen Durchmessers. Ist dieser Durchmesser in dem Refraktor auch verworren, unbestimmt, so wird der Mond dessen ungeachtet 4 Zeit-Sekunden brauchen, um ihn zu durchlaufen. Während der Dauer dieser 4 Sekunden wird der sichtbare Theil des Sternes nach und nach abnehmen. Eine Verminderung des sichtbaren Theils eines Gestirnes muß notwendig von einer Intensitäts-Verminderung begleitet sein. Am Rande des Mondes angekommen wird somit der glänzendste Stern, in dem Zwischenraume von 4 Zeit-Sekunden, nach und nach durch die 2te, 3te, 4te u. s. w. Größe gehen, ehe er ganz verschwindet. Bei seinem Heraustreten wird er der umgekehrten Progression folgen: fast unbemerktlich im mathematischen Augenblicke des Austritts wird der Stern sich bald bis zur 1sten Größe erheben. Dem ist aber nicht also: ein Stern behält seinen vollen Glanz bis genau zum Augenblicke seines Verschwindens; er kommt ebenfalls plötzlich wieder mit seiner ganzen Intensität zum Vorschein. Wir waren demnach von einer falschen Hypothese ausgegangen: die Sterne haben, des entgegengesetzten Anscheins ungeachtet, keine 2 Sekunden wirklichen Durchmessers.

Hätten wir anstatt eines Durchmessers von 2 Sekunden eine Sekunde zur Grundlage unsers Raisonnements genommen, so würden wir gefunden haben, daß dieselben Intensitätswechsel in 2 Zeit-Sekunden vor sich gehen müßten. Zwei Sekunden bilden eine Periode, während deren Dauer dem Auge ohne allen Zweifel Glanzwechsel, die einen Stern stufenweise von der 1sten bis auf die 10te Größe herab-, oder umgekehrt von der 10ten bis auf die 1ste hinaufbrächten, nicht entgehen würden. Demnach haben die Zodiakal-Sterne 1ster Größe nicht einmal eine Sekunde wirklichen Durchmessers.

Obgleich die hier analysirte Methode nur auf die im Thierskreise liegenden Sterne oder auf die, welche der Mond verfinstern kann, anwendbar ist, so schien sie mir doch so nützlich und sinnreich zu sein, daß ich der Mühe werth hielt, zu untersuchen,

wem man sie verdankt. Das Aelteste, was ich in diesem Augenblicke finde, ist wie folgt:

In dem Hefte der *Philos. Transactions* für die Monate Juli, August und September 1718 lese ich, Seite 853, daß der Stern *Palilicium* (*Aldebaran*) unter dem dunkeln Rande des Mondes um 9 Uhr 58 Min. 20 Sek. hervorgetreten sei, daß er in einem Nu seinen ganzen Glanz wieder erlangt und daß ein ähnliches Resultat bewiesen habe, daß der Durchmesser dieses Sterns 1ster Größe ganz unbedeutend sei. Diese Note ist, glaube ich, von Halley.

In dem Bande der *Académie des Sciences* vom Jahre 1720 finde ich eine ähnliche Beobachtung.

Am 21. April desselben Jahres 1720 beobachtete Jakob Cassini die Immersion (den Eintritt) des γ Jungfrau unter den Rand des Mondes. Dieser Stern ist ein Doppelstern. In dem (nicht achromatischen) Refraktor von 5,3 Metern, dessen der Astronom sich bediente, schien der dunkle, zwischen den beiden Sternen enthaltene Raum höchstens dem Durchmesser eines jeden derselben gleich zu sein. Der erste und zweite Stern verschwanden plötzlich, d. h. in weniger, denn einer halben Sekunde; aber der Intervall zwischen den Zeiten des beiderseitigen Verschwindens belief sich auf dreißig Sekunden. Demnach brauchte der Rand des Mondes, der nur eine halbe Sekunde gebraucht zu haben schien, um sich von einem Rande einer gewissen leuchtenden Scheibe bis zum entgegengesetzten Rande derselben fortzubewegen, 30 Sek., um einen dunkeln Raum von anscheinend gleicher Ausdehnung zu durchlaufen. Dieser Raum war somit größer, als er zu sein schien; die beiden Sterne verengten nach Maßgabe der Erweiterung ihrer Durchmesser den wirklichen Raum; diese Erweiterung gab jedem Sterne einen Durchmesser, der wenigstens 30 Mal stärker war, als der wahre.

Es muß hier billiger Weise bemerkt werden, daß, da der Refraktor Cassini's nicht achromatisch war, er schon aus diesem Grunde die Sterne bedeutend erweitert erscheinen lassen mußte. Heut zu Tage würde die Beobachtung bei Weitem nicht das im *Memoire Cassini's* verzeichnete, außerordentliche Resultat liefern.

Herschel suchte im Jahre 1804 die so verwickelte Frage von den künstlichen Durchmessern der Sterne zu ergründen. In dieser Absicht richtete er seine gewaltigen, mit den verschiedensten Vergrößerungen bewaffneten Spiegel-Teleskope auf die Bilder der Sonne, die auf der Oberfläche von Silber- und Quecksilber-Kügelchen zurückgeworfen wurden. Die Durchmesser der künstlichen Bilder dieser leuchtenden Punkte boten ihm einen sonderbaren Umstand dar: sie veränderten ihre Größe, je nachdem die Strahlen, welche die Bilder hervorbrachten, blos von den Rändern des teleskopischen Spiegels, blos vom Mittelpunkte und endlich von der Gesamt-Oberfläche herrührten. Die Strahlen vom Rande gaben den kleinsten, die vom Mittelpunkte den größten, die vom Ganzen einen zwischen den beiden vorhergehenden mitten inne liegenden Durchmesser.

Dieses auf die Veier, auf α Zwillinge angewandte Beobachtungssystem gab dieselben Resultate.

Richtete man dagegen das Teleskop auf einen irdischen Gegenstand von gewisser Größe, so blieb der Winkel unter den drei Umständen konstant.

Ohne sich den Ursprung dieser sonderbaren Wirkungen genügend zu erklären, gab Herschel seine Bemerkung als ein unfehlbares Mittel, die künstlichen Scheiben von den wirklichen zu unterscheiden. Unglücklicher Weise ist die Methode nicht sehr anwendbar, wenn die Gestirne nur ein schwaches Licht haben, wie Ceres, Pallas, Juno und Vesta.

Ohne dem vorgreifen zu wollen, was ich einst selbst über diese wichtigen Phänomene der Welt werde mitzutheilen haben, will ich hier bemerken, daß Herschel die Oeffnung seines Spiegel-Teleskops mit Diaphragmen aus Pappendeckel modifizirte; daß im Augenblicke, wo er das Licht des Mittelpunktes ausschloß, die Strahlen, welche das Bild hervorbrachten, durch eine ringförmige Oeffnung fielen; daß bei der Erfahrung mit dem bloßen Central-Theile die Strahlen eine verminderte kreisförmige Oeffnung anfüllten; daß endlich bei seiner letzten Kombination es auch eine kreisförmige, aber eine sehr große kreisförmige Oeffnung, die Total-Oeffnung des

Teleskops war, die man in Anschlag zu bringen hatte; nun aber können die Diffraktions- oder Interferenz-Zustände der Strahlen in den drei Fällen offenbar nicht dieselben sein.

Die äußerste Regelmäßigkeit, die Herschel den Spiegeln seiner Teleskope zu geben wußte, führte ihn hinsichtlich der Sterne 1ster Größe zu Durchmessern, die weit schwächer waren, als die, welche man vor ihm vermittelst direkter oder indirekter Messungen gefunden hatte. Die Durchmesser verdienen aufbewahrt zu werden.

Im October 1781 betrug der Winkel-Durchmesser der Leier, der mit Hülfe des Lampen-Mikrometers und mit einer Vergrößerung von 6500 gemessen ward, nach der Meinung Herschel's nur $\frac{26}{100}$ einer Sekunde ($0'',36$).

Arkturus wurde von Herschel am 7. Juli 1780 durch einen immer dicker werdenden Nebel hindurch untersucht; sein scheinbarer Durchmesser erlitt eine stufenweise Verminderung. Am Ende der Beobachtungen (in dem dicksten Nebel) überstieg dieser scheinbare Durchmesser des Sterns gewiß nicht $\frac{2}{10}$ einer Sekunde. Vielleicht, setzt der berühmte Astronom hinzu, betrug er noch weniger, als . . . $0'',1$. (Philos. Trans. 1803, Seite 225.)

So eben sagte ich, es sei von äußerster Wichtigkeit, daß man die optische Täuschung bei dem Werthe des Durchmessers, unter dem wir die Sterne, sei es mit unbewaffnetem Auge oder mit Hülfe der Refraktoren und der besten Reflektoren, sehen, gehörig in Anschlag bringe. Diese Behauptung ist nun gerechtfertigt. Man sehe als wirkliche Scheiben die mit unbewaffnetem Auge gesehenen, künstlichen, und, wie Galilei sagte, mit einer großen Mähne umgebenen Scheiben an, so werden gewisse Sterne an 9000 Millionen Stunden (lieues) im Durchmesser haben, so werden die mäßigsten Schätzungen 1700 Millionen geben. Es ist in der That durch Parallaxen-Beobachtungen, bei denen die scheinbaren Durchmesser keine Rolle spielen und die somit von dem Vorwurfe eines Zirkels oder Kreischlusses frei sind, erwiesen, daß bei dem Abstände der nächsten Sterne eine Sekunde wenigstens 38 Millionen Stunden (lieues) ent-

sprechen würde. Nun aber sind die beiden stärksten und schwächsten Resultate, die ich so eben angeführt, in runden Zahlen die Produkte von 38 Millionen durch 240 und 45, d. h. durch die Anzahl von Sekunden, die Kepler und Albategnius dem Durchmesser des Sirius gaben.

Die schon so sehr reduzierten Bestimmungen Gassendi's und Cassini's würden den Sternen noch Durchmesser von wenigstens 380 und 190 Millionen Stunden lassen.

Endlich hat man gesehen, wie das letzte Resultat Herschel's für Arkturus diesen schwächsten Durchmesser auf beinahe 4 Millionen Stunden reduziert, was noch ungefähr 11 Mal der Durchmesser unserer Sonne ist.

Kap. 37. Distanzen der Sterne von der Erde.

Bereits haben wir einige sehr wahrscheinliche, aber auch nur sehr wahrscheinliche Schätzungen der Distanzen gegeben, die uns von den Sternen verschiedener Größen trennen. In diesem Kapitel wird nicht länger von Wahrscheinlichkeiten, Hypothesen, Muthmaßungen die Rede sein; die Methode, wovon wir zu reden haben, wird einen ganz geometrischen Charakter haben.

Da die Erde ein Planet ist, so beschreibt sie alle Jahre um die Sonne und in der Ebene, welche die Ebene der Ekliptik genannt wird, eine fast kreisförmige Kurve, deren mittlerer Radius ungefähr 38 Millionen Stunden (Lieses) beträgt. Der Punkt, den sie täglich einnimmt, ist 76 Millionen Stunden von demjenigen entfernt, auf dem sie sich nach 6 Monaten befindet.

Betrachten wir, behufs der Feststellung der Begriffe, den Augenblick, wo die Erde den südlichen Theil ihrer Bahn durchläuft. Nachdem ein Tag gegeben ist, wählen wir zum Gegenstande unserer Beobachtungen einen nördlichen, in einer, der der Ekliptik perpendicularen, Ebene befindlichen Stern, einen Stern, der durch die gegenwärtige Stellung des Beobachters und überdies durch die, in der er nach sechs Monaten sein wird, geht. Von dem Sterne fallen wir eine senkrechte Linie auf die Ebene der Ekliptik; diese senkrechte Linie, die Linie, die von

ihrem Fuße auf den Beobachter gezogen wird und der Gesichtsstrahl, der den Beobachter und den Stern mit einander verbindet, werden die drei Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks bilden. Diese letztere, dem rechten Winkel entgegengesetzte Seite (der Gesichtsstrahl), ist die Hypothenuse. Höhe des Dreiecks wollen wir die der Bahn der Ekliptik perpendikulare Seite nennen. Die Basis oder Grundlinie wird die dritte Seite, d. h. die gerade Linie sein, die in der Bahn der Ekliptik zwischen dem Fuße der Höhe und dem Orte, den der Beobachter einnimmt, enthalten ist.

Nehmen wir, gleichfalls zur Feststellung der Begriffe, an, der von der Gesichtslinie und der Ekliptik, oder mit andern Worten, von der Hypothenuse und der Basis des Dreiecks gebildete Winkel betrage jetzt 45° .

Nach sechs Monaten wird die Erde sich wieder auf einem Punkte der alten Basis, aber 76 Millionen Stunden weit von ihrer früheren Lage gegen Norden befinden. Bildet man wieder ein Dreieck, so wird der rechte Winkel und die Höhe gleich geblieben, die Basis aber um 76 Millionen Stunden kleiner geworden sein. Eine ähnliche Veränderung muß unvermeidlich entsprechende Veränderungen in den Werthen des Winkels am Sterne und des Winkels am Auge des Beobachters nach sich ziehen. Was war in der That in der ersten Lage der Winkel am Auge des Beobachters, der Winkel von 45° ? Es war der Winkel, unter dem man die Höhe des Dreiecks, die von dem Sterne auf die Ebene der Ekliptik gezogene senkrechte Linie sah. Welches wird der Winkel am Auge des Beobachters in der zweiten Lage sein? Der Winkel, unter dem dieselbe Höhe, aber um 76 Millionen Stunden näher gesehen, erscheint; dieser Winkel wird daher die bei der ersten Beobachtung gefundenen 45° übersteigen müssen; der Stern wird sich über die Ebene der Ekliptik zu erheben geschienen haben.

Wenn 76 Millionen Stunden ein merklicher aliquoter Theil der Distanz des Beobachters vom Fuße der vom Sterne auf die Ekliptik gezogenen senkrechten Linie oder der Distanz des Sternes vom Beobachter sind, so wird der Winkel von 45° sich

merklich verändert haben. Soll für diesen Winkel kein berechenbarer Unterschied zwischen den auf der ersten und zweiten Station gefundenen Werthen eintreten, so werden 76 Millionen Stunden eine fast unendlich kleine Größe hinsichtlich der Distanz des Sterns von der Erde sein.

Man steht mit Hülfe der einfachsten Figur leicht, daß die Veränderung, die der Winkel von 45° zwischen der ersten und zweiten Station erleidet, gerade der Werth des Winkels ist, der zwischen zwei Gesichtslinien, die vom Sterne ausgehen und auf die beiden äußersten Enden der Basis von 76 Millionen Stunden zulaufen, enthalten ist. Die Hälfte dieses Winkels am Sterne, die Hälfte des auf dem Durchmesser der Erdbahn stehenden Winkels ist bis auf etwas Weniges der ganze, auf einem der beiden Radii der Bahn stehende Winkel; dies nennt man die jährliche Parallaxe.

In dem von dem Durchmesser der Erdbahn und den Gesichtslinien, welche die beiden äußersten Enden dieses Durchmessers mit dem Sterne verbinden, gebildeten Dreiecke, kennt man die beiden Winkel an der Basis; sie sind gemessen worden, der erste an einem gewissen Tage, der zweite 6 Monate darauf; man kennt somit die doppelte Parallaxe, denn sie läßt sich aus den beiden Winkeln an der Basis durch eine einfache Subtraktion abnehmen; die Basis hat 76 Millionen Stunden; demnach ist Alles bestimmt und berechenbar; demnach kann man mit Hülfe der Trigonometrie die Distanz des Sternes von der Erde erhalten.

Dies ist im Wesentlichen die berühmte Methode der Parallaxen. Trotz der ängstlichsten Sorgfalt, trotz der Vortrefflichkeit und Größe der gebrauchten Instrumente ist es noch keinem Astronomen gelungen, eine Parallaxe von einer einzigen Sekunde gehörig zu erweisen; noch Niemand hat den Beweis geliefert, daß es einen Stern, selbst 1ster Größe, gebe, der der Erde so nahe stände, daß die von seinem Mittelpunkte ausgehenden und sich an den beiden äußersten Enden eines Radius der Erdbahn endigenden Linien in der günstigsten Stellung dieses Radius unter einander einen Winkel von einer einzigen Sekunde

bildeten. Die Trigonometrie lehrt uns, daß eine genau von vorn gesehene Linie unter einem Winkel von einer Sekunde erscheint, wenn man 206000 Mal weiter, als deren Länge beträgt, davon entfernt ist. Da der Radius der Erdbahn, von den Sternen aus gesehen, weniger als eine Sekunde beträgt, so geht daraus hervor, daß die geradlinige Distanz dieser Gestirne von der Erde das Produkt von 206000 durch den in Stunden (lieues) ausgedrückten Radius der Bahn übersteigt; das Produkt von 206000 durch 38000000 ist in runder Zahl 8,000,000,000,000 Stunden.

Dieses Resultat wird, obgleich es nur eine Distanz-Grenze ausdrückt, diesseits welcher die Sterne sich nicht befinden, Jedermann wegen seiner Größe in Erstaunen setzen. Herschel begnügte sich indessen nicht damit, sondern wollte die Grenze noch weiter hinausrücken, oder wollte vielmehr, über den Kreis einfacher Grenzen hinausgehend, selbst eine Distanz bestimmen. Dieß war der Zweck des Beobachtungs-Systems, das der große Astronom im Jahre 1781 vorschlug und entwickelte.

Weiter oben habe ich erklärt, wie die Verrückung des Beobachters längs der Erdbahn in der Winkel-Höhe eines auf die Ebene der Ekliptik bezogenen Sternes eine Veränderung herbeiführt; wie diese Veränderung an die Distanz des Sternes von der Erde geknüpft ist; wie sie unmerklich sein muß, wenn der Stern ungeheuer weit entfernt ist, und wie sie bei abnehmender Entfernung zunehmen muß.

Hat man dies gehörig begriffen, so wird die Methode sich von selbst entwickeln.

Kommen wir auf die weiter oben auseinandergesetzte Voraussetzung zurück. Der auf dem südlichen Theile der Erdbahn befindliche Beobachter visirt in der Nord-Region, und, behufs der Feststellung der Begriffe, unter einem Winkel von 45° mit der Ekliptik, nicht nach einem einzigen Sterne, sondern nach zwei Sternen, die sich fast zu berühren scheinen. Diese zwei Sterne können, obgleich, dem Anscheine nach, einander nahe stehend, in sehr verschiedenen Distanzen von der

Erde sein; es ist möglich, daß sie sich nur vermöge einer Wirkung der Projektion zu berühren scheinen, daß sie zufälliger Weise auf einer und derselben Gesichtslinie, der eine nahe, der andere fern, liegen.

Wenn nach Verfluß von 6 Monaten der Beobachter um 76 Millionen Stunden (lieues) weiter nach Norden gerückt sein wird, so wird diese Bewegung auf die Lage des nahen Sterns mehr Einfluß gehabt haben, als auf die des entfernten; dieser wird sich parallaktisch über die Ekliptik weniger erhoben haben, als der nahe Stern; die relativen Lagen der beiden Sterne werden sich somit verändert haben.

Die Beobachtung der relativen Lagen zweier Sterne wird, wenn sie das ganze Jahr hindurch fortgesetzt wird, wie man sieht, ein Mittel zur Kenntniß der Parallaxen werden, wenn der Zufall die Wahl des Astronomen auf zwei, in sehr verschiedenen Entfernungen von der Erde befindliche Sterne gelenkt haben wird. Das Mittel, sich den Zufall günstig zu machen, wird sein, wenn man nur Sterne von sehr unähnlichen Intensitäten gegenseitig vergleicht. Offenbar wird die Ungleichheit in der Größe, wo nicht immer, so doch in den meisten Fällen mit einer beträchtlichen Ungleichheit in der Distanz zusammentreffen müssen.

Die gewöhnliche Methode zu Bestimmung der Parallaxen hat es, wie bereits erklärt worden, mit absoluten Größen, diese nur mit Differenzen zu thun. Wie kann sie daher vortheilhaft sein? Hier die Antwort: Die absoluten Lagen der Gestirne werden, wenn man sie auf die Ebene der Ekliptik bezieht, durch die Refraktion, welche die Lichtstrahlen, indem sie durch die Atmosphäre dringen, erleiden, durch die Aberration (Abirung) des Lichtes, durch die Nutation (das Wanken, Schwanfen) der Erdachse affizirt. Will man die wahren Lagen bekommen, so müssen die von diesen drei Ursachen abhängigen Berichtigungen sorgfältigst angebracht werden. Bedeutende Verstöße in den Refraktions-, Nutations-, Aberrations-Tabellen wären dagegen ohne merklichen Einfluß auf die Bestimmung der relativen Lagen zweier einander sehr nahe liegenden Sterne.

Zu diesen von Herschel angegebenen Vortheilen muß man

noch einen andern und, wie mir scheint, noch wichtigeren hinzufügen.

Die Auffuchung der absoluten Parallaxe erfordert Instrumente von sehr großer Dimension, sonst wären die Grad=Secunden auf der Grad=Theilung nicht mehr bemerkbar. Diese Instrumente müssen sofort vom Winter bis auf den Sommer durchaus unveränderlich bleiben, denn die Winkel=Höhen über der Ekliptik, die mit einander verglichen werden sollen, müssen immer ein halbes Jahr von einander beobachtet werden. Die Beobachtungen relativer Lagen setzen dagegen eine Intervention fixer Instrumente nicht voraus. Ein Refraktor oder Reflektor und ein Mikrometer reichen dazu hin. Herschel hatte daher im Jahre 1781 vollkommen Recht, wenn er diese Methode anempfahl, auf alle ihre Vortheile hinwies und mit vieler Mühe einen Katalog solcher Sterne anfertigte, die sich am besten zu deren Anwendung zu eignen schienen. Jetzt nachdem die Methode in den geschickten Händen des Herrn Bessel vollkommen gelungen ist, erachte ich es für zweckmäßig, auf ihren Ursprung zurückzugehen, zu untersuchen, wer sie zuerst erdacht hat.

Diese Methode ist in einer Stelle der berühmten Dialoge Galilei's, *Giornata terza*, die ich Wort für Wort hieher setzen will, ganz deutlich angegeben:

»Perchè io non credo, che tutte le stelle siano sparse in una sferica superficie egualmente distanti da un centro; ma stimo, che le loro lontananze da noi siano talmente varie, che alcune ve ne possano esser 2 e 3 volte più remote di alcune altre; talchè quando si trovasse col telescopio qualche picciolissima stella vicinissima ad alcuna delle maggiori, e che però quella fusse altissima, potrebbe accadere, che qualche sensibil mutazione succedesse tra di loro.«

(Opere di Galileo Galilei, Mailänder Ausgabe, tom. XII, Seite 206.)

Um die parallaktische Methode, die es mit den relativen Lagen einander nahe stehender Sterne von ungleichen Größen zu thun hat, wieder erwähnt zu finden, muß man bis auf das Jahr 1675 herabgehen. Am 24. Juni wurde der Königlichen

Gesellschaft in London ein Brief von Gregory in Edinburg mitgetheilt, der die bestimmteste und deutlichste Beschreibung der fraglichen Methode enthielt. Der Brief ist in der Geschichte der Königlichcn Gesellschaft, die Thomas Birch im Jahre 1757 herausgegeben hat, Band III, Seite 225, eingerückt worden.

Dr. Long scheint der erste zu sein, der die Methode praktisch anwandte. Seine Beobachtungen, die ich jetzt nicht vor mir habe, müssen gegen die Mitte des vorigen Jahrhunderts gemacht worden sein. Sie gelangen ihm nicht und konnten ihm auch nicht gelingen, denn der gelehrte Professor von Cambridge hatte den unverzeihlichen Fehler begangen, unter den vielen binären Kombinationen, welche das Firmament ihm darbot, 3 Doppelsterne, α Zwillinge, γ Jungfrau und γ Widder zu wählen, die Stern-Paare von wenig unter einander verschiedenen Intensitäten sind.

Herschel hütete sich wohl, in einen ähnlichen Irrthum zu verfallen. Die binären Gruppen, mit deren Hülfe er die Frage von den Parallaxen alles Ernsts zu lösen gedachte, bestanden aus — an Intensität möglichst unähnlichen — Sternen. Zudem berührten sich beinahe die beiden Sterne in jeder Gruppe, so daß die Hoffnung, man würde die von der jährlichen Verückung der Erde herrührenden Wechsel in der Entfernung bemerken, berechnen können, ohne selbst zu den Mikrometern seine Zuflucht zu nehmen, gar nicht ungegründet erschien. Aber die Natur spottet oft unserer sinnreichsten Kombinationen. Gerade der Umstand, daß man in einer außerordentlichen Annäherung zwischen den zwei mit einander zu vergleichenden Sternen ein Mittel zu leichter Erzielung genauer Beobachtungen erblicken wollte, war es, der sie vereitelte. So stellt es sich denn nach gehöriger Prüfung heraus, daß das Prinzip, wovon wir ausgegangen sind, nicht so allgemein ist, als man angenommen hatte; daß die Sterne von verschiedenen Größen, wenn sie auf einen äußerst engen Raum zusammengedrängt zu sein scheinen, gegenseitig von einander abhängen; daß sie Systeme bilden; daß in diesem Falle ihr Unterschied an Intensität von einer

Ungleichheit in der Größe, in der physischen Konstitution, nicht aber von einer bedeutenden Ungleichheit in den Distanzen von der Erde abhängt. Uebrigens machte Herschel, indem er die Parallaxe suchte, die er nicht fand, eine noch wichtigere Entdeckung, von der wir sogleich reden werden.

Die Galilei'sche Methode, die Beobachtung der relativen Lagen von Sternen mit ungleichen Intensitäten hat erst neulich (vom August 1837 bis März 1840) zur zuverlässigen Bestimmung der Distanz eines dieser Gestirne von der Erde geführt. Herr Bessel ist es, dem die Wissenschaft diesen schönen Erfolg verdankt.

Mit Hilfe eines starken Helimeters (Sonnenmessers), mit unendlicher Sorgfalt, Ausdauer und Geschicklichkeit verglich der berühmte Direktor der Königsberger Sternwarte die zwei, in den Katalogen als Nro. 61 vorkommenden Sterne 6ter Größe im Sternbilde des Schwans mit zwei sehr schwachen Sternen, wovon einer etwa um 8', der andere fast um 12' von ersteren entfernt ist. Die Winkel-Distanz der beiden mit Nro. 61 bezeichneten Sterne von diesem dritten war nicht nur im ganzen Laufe des Jahres veränderlich, sondern die Veränderung ging auch genau in der Richtung und um die relativen Quantitäten vor sich, welche das allmähliche Fortrücken der Erde längs ihrer Bahn durchaus erheischte. Nachdem Herr Bessel die Beobachtungen mit einer Geschicklichkeit, wie man sie nur bei einem so sinnreichen Geometer erwarten durfte, zusammengestellt hatte, fand er für die Parallaxe von 61 im Schwan definitiv $\frac{1}{3}$ Sekunde oder genauer $0'', 31$. Die Parallaxe $0'', 31$ entspricht einer Distanz der Erde, welche 600000 Mal die der Erde von der Sonne übersteigt, einer Distanz, die das Licht bei seiner bekannten Geschwindigkeit, zufolge welcher es 77000 Stunden in jeder Sekunde macht, erst in 10 Jahren durchlaufen würde.

Dieses Resultat muß, ich sage es nochmals, sorgfältig von denen unterschieden werden, die wir aus mehr oder minder plausiblem Voraussetzungen über die Vertheilung der Gestirne am Firmamente, über die komparativen Intensitäten der Sterne, über die Sichtbarkeit isolirter oder gruppirtter Lichter bereits ab-

geleitet haben. Hier hatte Alles einen geometrischen Charakter; die Operationen waren im Grunde nicht von denen verschieden, deren sich die Feldmesser selbst bei den einfachsten Flächen-Aufnahmen bedienen; nur geschah hier die Vermessung des Himmels mit Instrumenten von sehr großen Dimensionen, mit Instrumenten, die in Anbetracht ihrer außerordentlichen Genauigkeit die scharfsinnigsten, sorgfältigsten Kombinationen darboten, die das Genie des Menschen je geschaffen hat.

Kap. 38. Von den eigenen Bewegungen der Sterne.

Die Sterne wurden sonst, nach der allgemein angenommenen Meinung, die sie immer in denselben relativen Lagen bleiben ließ, Fixsterne genannt. Für diejenigen, welche den Himmel nur mit unbewaffnetem Auge beobachteten, behielten die Sternbilder in der That beständig dieselben Größen und Gestalten bei. Einige Astronomen merkten, um sich in diesen Ideen zu bestärken, auf den nach den ältesten Katalogen gezeichneten Himmels-Kugeln verschiedene Kombinationen von drei Sternen an, die, genau auf einem großen Kreise der Sphäre liegend, in geraden Linien aufgestellt zu sein schienen, und überzeugten sich so von dem Fortbestande derselben geradlinigen Anordnung zu ihren Zeiten. Riccioli führte in seiner *Astronomia reformata* 25 solcher ternären Kombinationen an, die gerade Linien bildeten, wie die Ziege, der Vorderfuß des Fuhrmanns und Aldebaran, — Kastor, Pollux und der Hals der Hydra oder großen Wasserschlange; — die südliche Schale der Wage, Arkturus und der mittlere Stern im Schwanze des großen Bären — u. s. w. Dies waren aber nur höchst unvollkommene Annäherungen. Heut zu Tage ist es ausgemacht, daß gewisse Sterne eine eigene, berechenbare Bewegung haben, daß sie mit der Zeit aus den Sternbildern, in denen man sie jetzt erblickt, heraustreten werden und daß die Benennung Fixsterne ihnen, streng genommen, nicht mehr zukommt.

Halley ist der Erste, der im Jahre 1718 die eigene Bewegung von Aldebaran, Sirius und Arkturus muthmaßte. Die unvollkommenen Beobachtungen von Sternen-Breiten, die

man dem Aristillus und Timocharis, Hipparchus und Ptolemäus verdankt, d. h. die einzigen damals möglichen Vergleichungs- glieder konnten in dem Geiste des berühmten englischen Astronomen wohl nur bloße Zweifel begründen.

Bald wurde das Resultat von der ganzen Autorität vieler mit Fernröhren gemachten Beobachtungen unterstützt. Bei Vergleichung der zu Cayenne im Jahre 1672 von Richer erhaltenen Breite von Arkturus mit denjenigen, die man aus den analogen, zu Paris bis zum Jahre 1738 ausgeführten Arbeiten ableitete, fand Jacques Cassini eine Verrückung des Sternes, die ganz zuverlässig zu sein schien.

Hing diese Verrückung von irgend einer unbekanntem Oscillation der Ekliptik ab? Ein Zweifel schien hier um so mehr am Orte zu sein, als die Sterne zu allen Zeiten auf diese Ebene bezogen worden waren. Cassini machte ihm mit einem Male und auf immer ein Ende: während in 152 Jahren die Breite von Arkturus sich um 5 Minuten verändert hatte, war γ Bootes, der sich in dessen Nähe befindet, nicht von seiner Stelle gewichen. Eine Verrückung der Vergleichungs-Ebene würde den beiden Sternen denselben Anschein von Bewegung gegeben haben.

Cassini gesellte das Studium der Variationen in der Länge dem der Variationen in der Breite, dem einzigen, wovon Halley gesprochen hatte, bei. Die eigenen Bewegungen schienen in dieser Richtung nicht minder augenscheinlich zu sein, als in der andern. Das Sternbild des Adlers bot hievon ein auffallendes Beispiel dar, welches von Cassini und dem Geschichtschreiber der Akademie zu gleicher Zeit hervorgehoben wurde: „Es gibt einen „Stern im Adler (α), sagte Fontenelle, der, wenn sonst Alles „beim Alten bleibt, nach einer großen Anzahl von Jahrhunderten „einen andern Stern, den er jetzt in seinem Osten hat, in seinem Westen haben wird.“ Er setzte hinzu: „Alle Fixsterne „sind eben so viele Sonnen, die, wie unsere Sonne, sämtlich „Mittelpunkte je eines Wirbels, aber nur ungefähre Mittelpunkte „sind und die sich um einen andern allgemeinen Centralpunkt

„bewegen können. Die Sonne selbst könnte sich auf diese Weise bewegen.“

Der dritte Name, den ich bei dieser Geschichte der eigenen Bewegung der Sterne zu verzeichnen habe, ist der Bradley's. Der große Beobachter wird hier zwar nur mit einer Konjektur figuriren; diese aber wird man seines Genie's würdig finden.

Am Schlusse des unsterblichen Memoires vom Jahre 1748 über die Nutation lese ich die Stelle, die hier in der Uebersetzung folgt: „Denkt man sich die Sache so, als verändere unser Sonnensystem seinen Platz im absoluten Raume, so wird die Möglichkeit vorhanden sein, daß dies mit der Zeit eine scheinbare Variation in der Winkel-Distanz der Fixsterne herbeiführe. In diesem Falle werden, da die Lage der nahen Sterne mehr affizirt wird, als die der sehr fernen, ihre relativen Lagen verändert erscheinen können, obgleich alle Sterne wirklich unbeweglich geblieben sind. Andererseits wird, wenn unser System in Ruhe ist und nur einige Sterne wirklich in Bewegung sind, dies auch eine Veränderung in den scheinbaren Lagen um so eher zur Folge haben, je geschwinder die Bewegungen vor sich gehen, in je günstigeren Richtungen sie uns erscheinen, und in je kleinerer Distanz die Sterne sich von der Erde befinden werden. Da die Veränderungen in den relativen Lagen der Gestirne von so vielen Ursachen abhängen können, so wird es vielleicht der Beobachtungen vieler Jahrhunderte bedürfen, ehe es den Astronomen gelingt, die Gesetze derselben zu entdecken.“

Tobias Mayer, eine der ersten astronomischen Notabilitäten des verfloffenen Jahrhunderts, machte die Frage von der eigenen Bewegung der Sterne ebenfalls zum Gegenstande seiner fleißigen Nachtwachen. Im Jahre 1760 theilte er der Königl. Gesellschaft zu Göttingen ein Memoire mit, das eine Vergleichung der im Jahre 1756 von ihm selbst gemachten Beobachtungen mit den um ein halbes Jahrhundert älteren Beobachtungen Römers enthielt. Bis zu den Zeiten Mayer's hatten die Untersuchungen und Berechnungen der Astronomen sich auf

einige Hauptsterne beschränkt; in der Mayer'schen Arbeit belief die Zahl der Vergleichenungen sich auf 80¹⁾.

Wie Bradley bemerkte auch Mayer in seinem Memoire, man könne die beobachteten Bewegungen gleich gut erklären, sei es, daß man die Sterne selbst für beweglich ansehe, oder daß man annehme, die Sonne verändere sammt dem Gefolge von Planeten, die um sie herum laufen, beständig ihren Plaß. Er vergaß hiebei auch nicht zu sagen, daß, nach letzterer Hypothese, d. h. wenn man die Berrückungen der Sterne als bloße Parallaxen-Effekte, als bloße Folgen der Bewegung der Sonne im Raume ansehen wollte, die Sternbilder, nach denen zu diese Bewegung stattfände, nach und nach an Dimension zunehmen, die entgegengesetzten Sternbilder aber abnehmen würden. So scheinen, setzte der gelehrte Astronom hinzu, in einem Walde die Bäume, auf die ein Spaziergänger zugeht, diesem stufenweise aus einander zu rücken, während die auf der entgegengesetzten Seite befindlichen einander näher zu rücken scheinen. Es ist übrigens klar, daß Mayer von der auf die Hypothese von der Bewegung der Sonne gegründeten Erklärung der eigenen Bewegung der Sterne bloß als von etwas Möglichem sprechen wollte und daß er nicht daran glaubte.

Zur Zeit, von der wir sprechen, bewies die bereits von der Kleinheit der jährlichen Parallaxe erlangte Wissenschaft in Verbindung mit gewissen photometrischen Berechnungen, daß die Sonne, wenn sie in die Regionen der Sterne versetzt wäre, der Größe und dem Glanze nach selbst nichts Anderes sein würde, als ein Stern. Da die Sterne einmal eigene Bewegungen hatten, so lag der Gedanke, daß die Sonne eine gleiche Bewegung

¹⁾ Die Voraussetzung, wornach den glänzenden Sternen eine stärkere eigene Bewegung zukäme, als den schwächeren, war allerdings sehr natürlich. Dies hat sich im Allgemeinen zwar als richtig herausgestellt; jedoch gehören sonderbarer Weise die größten eigenen Bewegungen, die man kennt, nicht sehr glänzenden Sternen an. So bewegen sich die zwei Sterne Nro. 61 im Schwan, die 6ter Größe sind, jedes Jahr um 5'', 3; so α Cassiopeja, 4ter Größe, jährlich um 3'', 7; so die beiden Theile 4ter und 9ter Größe von Nro. 40 im Eridanus alle Jahre um 4''. Kein Stern 1ster Größe bewegt sich mit solcher Geschwindigkeit.

haben könnte, gewiß nicht fern. Verschiedene Astronomen waren jedoch der Meinung, daß in einer so wichtigen Frage bloße Analogien nicht hinreichend sein dürften und suchten bessere Stützpunkte zu gewinnen.

Die Attraktion (Anziehung), sagte Lambert in seinen kosmologischen Briefen (1761), dehnt ihre Herrschaft über Alles, was materiell ist, aus. Die Sterne selbst gravitiren gegen einander und es müssen nothwendig Verrückungen daraus entstehen. Da, wo die Anziehungs-Kraft von einer gehbrigen Centripetal-Kraft aufgewogen werden wird, werden die Sterne beständig dieselben Kurven durchlaufen und so wird das System stabil sein.

Lambert bedauerte es, daß man nicht beweisen könne, daß jeder Körper, der eine Rotations-Bewegung um sich selbst ausführt, nothwendig eine Translations-Bewegung haben müsse. Nehmen wir an, der Beweis sei gefunden, so könnte man letztere, d. h. eine Translations-Bewegung der Sonne nicht abspreschen, da sie offenbar erstere hat.

Der Beweis, den der berühmte Lambert nicht hatte finden können, schien unserem Lalande im Jahre 1776 etwas sehr Leichtes zu sein. Die Rotations-Bewegung der Sonne, sagte er, muß durch einen Impuls (Anstoß, Stoß) hervorgebracht worden sein, der nicht gegen den Schwerpunkt des Gestirnes hin gerichtet war; aber eine Kraft mit solcher Richtung erzeugt nicht bloß eine Rotations- oder Rad-Bewegung; eine Translations-Bewegung ist die eben so nothwendige Folge ihrer Wirkung.

Nimmt man die kosmogonischen Ideen, welche diese Wortvoraussetzen, einmal an; gibt man nun zu, die schon zu ihrer gegenwärtigen Form verdichtete (kondensirte) Sonne sei durch einen und denselben Impuls aus ihrer Unbeweglichkeit gezogen worden; vergleicht man in dieser Beziehung den Mittelpunkt, den Regulator der Planeten-Bewegungen mit unserer armen Erdkugel, die ein berühmter Dichter mit einem verächtlichen Fußtritte in den Raum hinausstoßen läßt¹⁾, so ist

¹⁾ Lorsque du Créateur la parole féconde
 Dans une heure fatale eut enfanté le monde
 Des germes du chaos,

Alles, was Valande sagt, strenge Wahrheit; nur muß man hinzufügen, daß der Gedanke weder die Lobsprüche, die Herschel und andere Astronomen für ihn hatten, noch die große Freude verdiente, die Valande darüber empfand. Hatte nicht in der That Johann Bernoulli berechnet, in welchen Distanzen von den Mittelpunkten der Erde, des Mondes, des Mars, unter der Voraussetzung ihrer Sphericität (Kugelform) und Homogenität (Gleichartigkeit) am Anfange aller Dinge Stoß-Kräfte gehen mußten, um diesen Gestirnen die Translations- und Rotations-Bewegungen zu geben, die man an ihnen gewahrt.

Wenn Lambert von der Schwierigkeit des Problems sprach, so betrachtete er es aus einem weit allgemeineren Gesichtspunkte; er ging ohne Zweifel von der Voraussetzung aus, daß die Rotations-Bewegungen der Himmels-Körper möglicher Weise nicht auf einmal, durch eine einzige Stoßkraft und nach gänzlicher Festwerdung dieser Körper hervorgebracht worden seien. Vielleicht hatte der berühmte Geometer von Mülhausen schon eine Ahnung von dem durch Laplace später entwickelten Systeme einer successiven Verdichtung der im Raume verbreiteten rotirenden Urmaterie, einer Verdichtung, deren letzter Ausdruck die jetzige Sonne gewesen wäre. Lambert zweifelte im Uebrigen an einer Verrückung dieses Gestirnes nicht. Einen Beweis hievon findet man in der hier folgenden bemerkenswerthen Stelle des Weltsystems, das im Jahre 1770 von Merian nach den Ideen seines Freundes verfaßt wurde: „Da die anscheinende Verrückung der Fixsterne eben sowohl von der Bewegung der Sonne, als ihrer eigenen abhängt, so wird man vielleicht hieraus schließen können, nach welcher Himmels-Gegend unsere Sonne ihren Lauf nimmt.“

Dies war der Stand der Frage, als Herschel sich zu Anfang des Jahres 1783 zum ersten Male damit beschäftigte. Der berühmte Astronom wünschte die Verrückung des Sonnen-

De son oeuvre imparfaite il détourna sa face,
Et, d'un pied dédaigneux le lançant dans l'espace,
Rentra dans son repos.

LAMARTINE.

systems auf unwiderlegliche Gründe zu stützen und mit größtmöglicher Bestimmtheit die Richtung dieser Bewegung anzugeben. Das Problem war ein höchst schwieriges. Derjenige, welcher alle besonderen Bewegungen der Sterne hätte hartnäckig an eine und dieselbe Richtung knüpfen wollen, würde seine Zeit und Mühe dabei verloren haben. Man mußte daher bei diesem Verfahren stets nur das Ganze im Auge behalten, die Ausnahmen aber bei Seite setzen. Die beobachteten Bewegungen konnten nur eine Art Kombination, Amalgam der wirklichen eigenen Bewegung jedes Sterns und der scheinbaren, von der Verrückung des Beobachters herrührenden parallaktischen Bewegung sein. Hier würde letztere Bewegung erstere aufheben und so ein Stern als unbeweglich erscheinen; dort würden beide Wirkungen sich mit einander verbinden und die beobachteten Bewegungen im Gegentheile bedeutend werden; anderswo, da, wo die Ausgleichung der scheinbaren und der wirklichen Bewegung nur in einer Richtung Statt findet, würde man die Verrückungen der Sterne in — der Ebene der Ekliptik, des Aequators perpendicularen oder parallelen — Richtungen vor sich gehen sehen. Im Grunde würden wir, wenn die Sonne und die Erde immer dieselbe Region im Raume einnehmen, wenn der Astronom unbeweglich wäre (denn die jährliche elliptische Verrückung kann außer Acht gelassen werden), in jeder Region bewegliche Sterne (es wären dies im Allgemeinen die nächsten), und sei es ganz oder fast unbewegliche Sterne (es wären dies im Allgemeinen die entferntesten) erblicken. Da alle Richtungen der Bewegung gleich möglich zu sein scheinen, so würde jede Region zu gleicher Zeit Sterne in ihren Richtungen nach Norden, Süden, Osten, Westen u. s. w. darbieten.

Lassen wir nun mitten unter diesen, sich nach allen Richtungen hin bewegenden, Gestirnen sich einen Beobachter aufstellen, der sich gleichfalls und immer auf derselben Linie fortbewegt. Die Bewegung des Beobachters wird bei den Sternen scheinbare Verrückungen, Verrückungen der Perspektive (mit andern Worten der Parallaxe) hervorbringen, die von der Größe, die man dieser Bewegung geben wird und

von ihrer Richtung abhängen. Die Intervention des sich fortbewegenden Beobachters hebt daher die Gleichförmigkeit, die Regelmäßigkeit, welche das Phänomen uns anfänglich am ganzen Firmamente gezeigt hatte, auf; sie gibt ihm einen speziellen Charakter. Um diesen Charakter aufzufassen und daraus die Richtung der Bewegung unsers Systems zu ermitteln, bedurfte es bei einem Beobachter nicht bloß mathematischer Kenntnisse, sondern auch eines ganz besondern Takts, und diesen besaß Herschel in einem ausgezeichneten Grade. Daher hat sich denn auch das aus der sehr unbedeutenden Anzahl eigener Bewegungen, die man zu Anfang des Jahrs 1783 kannte, abgeleitete Resultat fast mit demjenigen, das geschickte Astronomen neulich unter Anwendung scharfsinniger mathematischer Formeln auf eine beträchtliche Anzahl bestimmter Beobachtungen erhalten haben, übereinstimmend herausgestellt.

Herschel war der Meinung, unser Sonnensystem bewege sich nach dem Sterne λ im Sternbilde des Herkules, oder, noch genauer gesprochen, nach einem Punkte hin, der im Jahre 1783 sich in R A 257° und nördl. Deklination 25° befand.

Herr Argelander, der zu Anfang des Jahres 1837 gegen 390 eigene Bewegungen von Sternen mittelst der Methode der kleinsten Quadrate erörterte, fand für die Lage desselben Himmels-Punktes, nach welchem die Sonne mit ihrem Gefolge von Planeten sich hinbewegt:

	Rektascension.	Deklination.
Im Jahre 1792	$260^\circ 46',6.$	$31^\circ 17',7.$
Im Jahre 1800	$260^\circ 50',8.$	$31^\circ 17',3.$

Der Punkt, den diese Elemente bezeichnen, ist nicht weit von einem Sterne 6ter Größe, der in der XVII. Stunde des Piazzi'schen Katalogs unter Nro. 143 vorkommt.

Kurz, die eigenen Bewegungen der Sterne sind seit mehr, als einem Jahrhunderte erkannt und erwiesen und Fontenelle sagte schon im Jahre 1738, die Sonne bewege sich vielleicht ebenfalls. Die Idee, die Verrückungen der Sterne zum Theile einer Bewegung der Sonne zuzuschreiben, war schon den Astronomen Bradley und Mayer gekommen. Lambert hatte sich hier-

über ganz besonders deutlich ausgesprochen. Indessen verließ man bis dahin das Gebiet der Muthmaßungen, der bloßen Wahrscheinlichkeiten nicht. Herschel überschritt diese Grenzen. Er bewies, daß die Sonne sich in der That bewege; daß auch in dieser Beziehung dieses blendende, unermessliche Gestirn unter die Sterne gezählt werden müsse; daß die, dem Anscheine nach, unentwirrbaren Unregelmäßigkeiten so vieler eigenen Sternbewegungen größtentheils von der Verrückung des Sonnensystems herrühren und daß endlich der Punkt im Raume, gegen welchen wir uns alle Jahre mehr hinbewegen, in dem Sternbilde des Herkules liege.

Dies sind herrliche Resultate. Die Entdeckung der eigenen Bewegung unsers Sonnensystems wird immerdar, selbst nach meiner so ausführlichen Erwähnung (in meiner Eigenschaft als Geschichtschreiber konnte ich nicht umhin, in die Einzelheiten einzugehen,) der früheren, so klaren, so sinureichen und so ungerechter Weise vergessenen Muthmaßungen Fontenelle's, Bradley's, Mayer's und Lambert's, unter die schönsten, ruhmvollsten Arbeiten Herschel's gezählt werden.

Herschel verließ keinen Gegenstand, auf dessen Untersuchung er einmal eingegangen war, ohne ihn von allen Seiten geprüft, ohne seine Forschungen so weit getrieben zu haben, als der Stand der Wissenschaften zu seiner Zeit erlaubte. Es darf daher nicht befremden, wenn Herschel, nachdem er sich davon überzeugt, daß unsere Sonne im Raume nicht unbeweglich ist, die aus der Gesammtheit der Beobachtungen abgeleitete Bewegung dieses Gestirnes an die anziehende Wirkung irgend einer Sterngruppe anzuknüpfen suchte.

Schon bei den ersten Linien seiner Rechnung schien die Untersuchung zu einem negativen Resultate führen zu müssen. Machen wir in der That aus Sirius ein der Sonne gleiches Gestirn; nehmen wir seine jährliche Parallaxe zu einer halben Sekunde an; berechnen wir sofort, wie viel die Verrückung der Sonne durch die Wirkung des Sternes in einem Jahre beträgt. Diese Verrückung wird so klein sein, daß sie, perpendicular gesehen, von Sirius aus nicht unter einem, dem 500 mil-

tionsten Theile einer Sekunde gleichkommenden, Winkel erscheinen würde¹⁾. Sirius bewegt sich indessen, von der Erde aus gesehen, um mehr als eine Sekunde in einem Jahre. Die Wirkung der Sonne, eines einzigen Sterns ist daher viel zu schwach, um die Thatsachen genügend zu erklären.

Könnten aber Sterngruppen hier nicht ausreichen? Herschel fiel, indem er am Himmel die Hebung dieses Zweifels suchte, auf ein weißliches, von Halley im Jahre 1814 entdecktes Fleckchen, in dem noch Niemand einen einzigen Stern erblickt hatte und worin das 39füßige Spiegel-Teleskop ihrer mehr denn 14000, die man hätte zählen können, zeigte.

In einiger Entfernung von dieser ersten Anhäufung befindet sich ein anderer von Messier im Jahre 1781 entdeckter Fleck, worin das große Spiegel-Teleskop gleichfalls die Existenz einer Menge einander äußerst nahe stehender Sterne nachwies.

Allerdings sind 30000 Sterne noch bei Weitem nicht das, was erforderlich wäre, um in unserem Sonnensysteme die bekannte Bewegung hervorzubringen. Daher hütete sich denn auch Herschel wohl, auf dieses Zusammentreffen sich stützen, obgleich die beiden Gruppen, wovon die Rede gewesen ist, gerade in dem Theile des Firmaments liegen, nach welchem unsere Sonne sich hinbewegt. Um indessen diejenigen nicht zu entmuthigen, welche es versuchen sollten, die Sterne, der ungeheuren Distanzen, die sie von einander trennen, ungeachtet, mit einander zu verknüpfen, so machte er sie auf gewisse Theile der Milchstraße

¹⁾ Hier ist eine andere, ebenso treffende Art zu zeigen, daß, wenn die Attraktion zwischen allen Körpern der physischen Welt notwendige, unvermeidliche Verbindungen herstellt, diese Verbindungen äußerst schwach werden, wenn die Distanzen über gewisse Grenzen hinausgehen. Nimmt man an, die Sonne und Sirius seien von einer und derselben Masse und so weit von einander entfernt, daß der Durchmesser der Erdbahn, von Sirius aus gesehen, nur unter einem Winkel von einer Sekunde erscheinen würde, so würden die beiden Gestirne so langsam gegen einander fallen, daß sie, nach der Rechnung Herschel's, mehr denn 33 Millionen Jahre brauchen würden, um sich mit einander zu vereinigen. (Philosophical Transactions, 1802, Seite 479.)

aufmerksam, die in sehr engen Räumen hunderttausende, ja Millionen solcher Gestirne in sich schließen. Die Regionen, wo die beiden Zweige der Milchstraße auf einander zulaufen, d. h. einerseits gegen Cepheus und Cassiopeja, andererseits gegen den Skorpion und Schützen hin, schienen ihm ganz besonders mächtige Anziehungs-Mittelpunkte sein zu können und die ganze Aufmerksamkeit der Astronomen zu verdienen.

Kap. 39.

Doppelsterne.

Wir sind nun bei der Entdeckung Herschel's angekommen, die für die Zukunft am Meisten versprechen zu wollen scheint. Die Resultate, die sie erwarten läßt, sind von der äußersten Wichtigkeit. Indessen werde ich derselben nur wenige Zeilen widmen können, indem ich aus dieser Entdeckung bereits den Gegenstand einer speziellen und längeren Notiz im *Annuaire* vom Jahre 1834 (man sehe den 3ten Band dieser Uebersetzung) gemacht habe.

Herschel sah ein, daß die Sternpaare, gewöhnlich von ungleichen Größen und einander sehr nahe liegend, womit der Himmel übersät ist, im Allgemeinen nicht blos in Folge einer bloßen Wirkung der Perspektive so auf einen äußerst engen Raum zusammengedrängt sein können. Er gelangte zu der Ueberzeugung, daß es in diesen Gruppen etwas Anderes gebe, als von einander unabhängige, zufällig auf, einander äußerst nahe liegenden, Gesichtslinien befindliche Sterne; er bewies, daß diese Sterne mit einander zu wahren Systemen verbunden seien; er wies nach, wie die kleinen Sterne sich um die großen herumbewegen, gerade wie die Erde, Mars, Jupiter, Saturn u. s. w. um die Sonne, und wie, sonderbarer Weise, einige dieser Sonnen, die sich um andere Sonnen drehen, ihre Revolutionen (Umwälzungen) in kürzeren Zeiten bewerkstelligen, als Uranus die seinige um die Sonne herum.

Herschel kündigte seine Entdeckung der gelehrten Welt im Jahre 1803 an. Hoffentlich kann ich untersuchen, ob sie wirklich so unerwartet gekommen sei, als man behauptet hat, ohne gerade fürchten zu müssen, es möchte mir Jemand den Vorwurf machen, daß ich das Verdienst derselben habe schmälern wollen.

In den kosmologischen Briefen von Lambert, jenem durch die Tiefe und Kühnheit des Blickes in so hohem Grade ausge-

zeichneten Werke, finden wir schon die im Jahre 1761 ausgesprochenen prophetischen Worte: „Beobachtet man die Gruppen, in welchen die Sterne sehr zusammengedrängt sind, so wird man vielleicht entscheiden, ob es nicht Fixsterne gibt, die ihre Umwälzungen um einen gemeinschaftlichen Anziehungspunkt in ziemlich kurzer Zeit bewerkstelligen.“

Michell, derselbe, der zuerst auf den Apparat verfiel, vermittelst dessen Cavendish die mittlere Dichtigkeit der Erde bestimmte, kam auf den Gedanken, die Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die Vertheilung der Gestirne am Firmamente anzuwenden. Er fand so (*Philos. trans.*, 1767, S. 249): „Es sei äußerst wahrscheinlich, ja fast ganz gewiß, daß die doppelten, vielfachen Sterne, deren Bestandtheile einander sehr nahe zu stehen scheinen, Systeme bilden, in denen die Sterne wirklich einander nahe und unter dem Einflusse irgend eines allgemeinen Gesetzes stehen.“

Der Physiker, der mit so vielem Glücke und auf einem so sonderbaren Wege in die Geheimnisse der Weltordnung eindrang, zählte auf die sich um einander drehenden Sterne, um verschiedene Probleme der physischen Astronomie zu lösen (Seite 238).

Derselbe Gelehrte sagte endlich im Jahre 1784: „Obgleich es nicht unwahrscheinlich ist, daß wenige Jahre uns lehren werden, daß es unter den vielen doppelten, dreifachen u. s. w. Sternen, die von Herschel beobachtet worden sind, solche gibt, die Systeme von Körpern sind, welche sich um einander drehen u. s. w.“ (*Philos. trans.* Band LXXIV, Seite 56.)

Man darf gewiß die aus den Schriften Lambert's, Michell's, angeführten Stellen als die ersten Keime der schönen Herschel'schen Entdeckung ansehen. Ein Gleiches vermag ich nicht von zwei Memoiren zu sagen, welche der Geistliche Christian Mayer in den Jahren 1778 und 1779 veröffentlichte, obgleich der deutsche und lateinische Titel besagt, es handle sich darin von den Trabanten der Sterne. Will man in der That wissen, wohin Mayer die Trabanten von Arkturus setzte? Er gab ihnen eine nicht einige Sekunden, sondern $2^{\circ} 30'$ bis $2^{\circ} 40'$ und sogar $2^{\circ} 55'$ starke Winkelabstand von diesem Sterne. Mehr

brauchte es nicht, um den angeblichen Stern-Trabanten des Mannheimer Astronomen ein übles Loos zu bereiten. Der Irrthum verdiente gewiß die bitteren Kritiken, die heftigen Ausfälle, die in allen damaligen Blättern zu lesen waren, sei es, daß er in der Ungeschicklichkeit, Flatterhaftigkeit des Beobachters seinen Grund hatte, oder daß er unter die Ankündigungen gezählt werden mußte, die gewisse Personen auf gut Glück in die wissenschaftliche Welt hinauszuschicken pflegen, um so auf künftige Entdeckungen Beschlag zu legen. Eine einzige dieser Widerlegungen hat sich erhalten. Man findet sie mit der Jahreszahl 1780 im IV. Bande der Acta der Kaiserlichen Akademie zu Petersburg. Ihr Verfasser, Nikolaus Fuß, bewies sich bei dieser Gelegenheit als einen höchst gründlichen Gelehrten. Nur beging er den damals allerdings sehr gewöhnlichen Fehler, daß er sich bisweilen auf die End-Ursachen berief. Um an einem neuen Beispiele zu zeigen, wie bedenklich es sei, die Richtigkeit oder Unrichtigkeit einer Beobachtung nach dem bekannten *cui bono* zu beurtheilen, will ich auf das, was wir nun von den sich um einander drehenden Sonnen aus zuverlässigen Beobachtungen gewiß wissen, etliche Stellen aus dem Memoire des gelehrten Petersburger Gelehrten folgen lassen:

„Wozu Umwälzungen leuchtender Körper um ihres Gleichen?“

„Die Sonne ist die einzige Quelle, woraus (die Planeten) Licht
„und Wärme schöpfen.“

„Da, wo es ganze Systeme von Sonnen gäbe, die von andern
„Sonnen beherrscht würden, . . . wären ihre Nähe
„und ihre Bewegung zwecklos, ihre Strahlen ohne Nutzen.“

„(Die Sonnen) brauchen von fremden Körpern nicht zu ent-
„lehnen, was sie selbst bereits haben.“

„Wenn die sekundären Sonnen leuchtende Körper sind, wozu
„ihre Bewegung?“

Dies sah man im Jahre 1780 als ernstliche Einwürfe an; wohl! Dinge, die vor 60 Jahren nutzlos, zwecklos zu sein schienen, existiren wirklich und haben sich den schönsten, unbestreitbarsten Wahrheiten der Astronomen angeeignet.

Kap. 40.

Nebelsterne.

Man muß sich wohl hüten, die Gestirne, welche Herschel unter diesem Namen beschrieben hat, mit denjenigen zu verwechseln, die man in den alten Werken, z. B. in dem *traité d'Astronomie* von Jacques Cassini so nannte. Für Simon Marius, Boulliaud, Huygens und Andere war die weißliche, nicht weit vom Gürtel der Andromeda entdeckte Anhäufung, deren scheinbare Länge etwa 30 Minuten beträgt und die 15 bis 20 Minuten breit sein mag, ein Nebelstern, obgleich Niemand in dessen ganzer Ausdehnung Etwas bemerkt hatte, das wirklich einem Sterne gleiche. Was Herschel als Nebelsterne ansieht, sind eigentliche Sterne, umgeben mit Nebeln, die von ihnen abhängen, die mit denselben ein Ganzes ausmachen. Diese letztere Beschränkung bezieht sich auf die Sterne, die sich auf entferntere Nebel projiciren oder denen ein näherer Nebel gegenüber tritt. Mit andern Worten, die Beschränkung bezieht sich auf die Sterne, die nur dem Scheine nach Nebelsterne sind. Wie kann man aber hierin den Anschein von der Wirklichkeit unterscheiden? wie entscheiden, ob der Nebel, womit ein Stern umgeben zu sein scheint, ihm wie eine Art Atmosphäre angehört, oder ob dies nur eine Wirkung der Projektion, der Perspektive ist?

Diese Frage wird ohne Zweifel diejenigen befremden, die in dem XXXVIII. Bande der *Philosophical transactions*, Jahrgang 1733, ein Memoire von Derham gelesen haben, wo dieser erklärt: „er habe bei Beobachtung des großen Nebelflecks im Orion bemerkt (*perceived*), daß die wenigen Sterne, die man darin gewahre, näher bei der Erde seien, als der Nebel;“ wo man folgende noch bestimmtere Worte findet: „Ich sah ganz deutlich, daß die Nebelmaterie sich überall in einer gewissen

„Entfernung jenseits der Sterne, die ihn zu umgeben scheinen, „befindet . . . Diese Materie scheint endlich eben so weit jenseits der Fixsterne zu liegen, als die Sterne von der Erde „entfernt sind.“

Herschel konnte, wie zu erwarten stand, auch mit seinen stärksten Instrumenten die angeblichen Beobachtungen Derham's nicht bewahrheiten. Diese Beobachtungen waren in der That nichts weniger, als reell: sie waren bloße Spiele der Phantasie. Beträgt einmal die Entfernung der Gegenstände tausend Mal die Länge des Teleskops, so lassen sich mit diesem Instrumente die Distanzen nicht mehr bestimmen: Millionen, hundert, zwei-, fünfhundert Millionen, Billionen Stunden sind hier ganz dasselbe; die Bilder werden in demselben Fokus ohne berechenbaren Unterschied erzeugt. Wie könnte auch der Astronom, dessen Auge sich die Gegenstände bloß mit Hilfe der Fokalbilder offenbaren, unterscheiden, ob die Strahlen, die bei Erzeugung dieser Bilder thätig sind, aus der Nähe oder aus der Ferne kommen? Uebrigens findet Herschel, anstatt sich der Voraussetzung anzuschließen, wonach die Nebelsterne weit jenseits der milchichten Wolken sich befänden, womit sie umgeben zu sein scheinen, in dem Studium verschiedener auf die Form und den Glanz dieser problematischen Gestirne bezüglichen Umstände triftige Gründe zu glauben, daß der glänzende Stern und die denselben umgebende schwache Helle ein Ganzes, ein einziges System bilde.

Herschel bemerkt im Januar 1785 einen glänzenden Stern, der bis zu einer Distanz von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Minuten mit einem Nebel umgeben ist, der nach und nach schwächer wird, indem er sich von dem Mittelpunkte entfernt. Dies ist, sagt er, ein unzweifelhaftes Zeichen vom Zusammenhange des Sternes mit dem Nebel. Diesen Zusammenhang läßt er den 13. November 1790 aus der Lage hervorgehen, die ein Stern ster Größe gerade im Mittelpunkte einer milchichten, genau kreisrunden, 3 Minuten im Durchmesser haltenden Atmosphäre mit gleichförmigem und äußerst schwachem Lichte einnimmt.

Vielleicht könnte man, ohne zu den Beobachtungen des berühmten Slougher Astronomen etwas Wesentliches hinzuzusehen, und unter Beziehung einer Erörterungsform, die beim Studium der Doppelsterne bereits mit Erfolg angewandt worden ist, der wichtigen Frage, die uns beschäftigt, wo nicht eine mathematische Lösung, die hier nicht wohl möglich ist, so doch eine Lösung geben, die nur auf Gründe der Wahrscheinlichkeit gestützt und dennoch so beschaffen wäre, daß sie Jedem als die allein richtige erscheinen dürfte. Folgendes wären die Grundlagen derselben:

Den 6. Januar 1785 bemerkte Herschel einen Stern ungefähr im Mittelpunkte eines Nebels von 4 bis 5 Minuten Ausdehnung, der nach den Rändern hin allmählig schwächer wurde. Den 17. Januar 1787 entdeckte er einen andern Stern 9ter Größe, der sich ebenfalls im Mittelpunkte eines ziemlich starken, aber nicht sehr ausgedehnten Nebels befand. Zwei andere, dem vom 17. Januar durchaus ähnliche, Sterne wurden am 3. November 1787 und am 5. März 1790 entdeckt. Nun suche man unter steter Berücksichtigung der kleinen Anzahl runder und gedrängter Nebel, die das ganze Firmament in sich schließt, so wie der außerordentlichen Seltenheit dieser isolirten Schimmer in den Gegenden, wo sich die fraglichen vier Sterne befinden, nun suche man, sage ich, wie wahrscheinlich es sei, daß durch eine bloße Wirkung der Projektion vier Sterne 8ter und 9ter Größe gerade die Mittelpunkte von vier dieser kleinen runden Nebelstellen einnehmen, und die Wahrscheinlichkeit wird so klein sein, daß wohl kein vernünftiger Mensch umhin können wird, den Ideen Herschel's beizutreten; und Jedermann wird die Ueberzeugung theilen, daß es wirklich glänzende, mit ungeheuren, von selbst leuchtenden Atmosphären umgebene Sterne gebe; und die Voraussetzung, wornach diese Atmosphären in Folge einer stufenweisen Verdichtung sich mit der Zeit mit den Centralsternen vereinigen und ihren Glanz erhöhen könnten, wird als sehr plausibel erscheinen müssen; und die Erinnerung an das Zodiakal-Licht, jenen unermesslichen Lichtgürtel, womit der Sonnen-Aequator umgeben ist und der sich bis über die Bahn der Venus hinaus erstreckt,

wird sich als ein neuer Beleg für die zwischen gewissen Sternen und unserer Sonne bestehende Aehnlichkeit unsers Geistes bemächtigen; und die Nebelflecken, wovon so eben die Rede war, in deren Mittelpunkt man bald mehr, bald minder starke Verdichtungen bemerkt, die ihnen das Ansehen von Kometenköpfen geben, werden der Phantaste als die ersten rohen Formen von Sternen, als ein, zwischen dem Zustande der in ihrer ganzen Ausdehnung gleich stark glänzenden Nebelflecken und dem der eigentlichen Nebelsterne in der Mitte liegender, Zustand der leuchtenden Materie, als die zweite Phase erscheinen, die man bei jeder Gruppe dieser Materie während ihres Ueberganges von der Periode der gleichförmigen Verbreitung in den Zustand eines gewöhnlichen Sternes zu unterscheiden hat. Diese großartigen Ansichten Herschel's führen uns zu nichts Geringerem, als zu der Voraussetzung, daß sich unablässig Sterne bilden, daß wir der langsamen, allmählichen Entstehung neuer Sonnen anwohnen. Ein solches Resultat verdient wohl, daß von Seiten der Astronomen in die Beobachtungen, die dessen große gegenwärtige Wahrscheinlichkeit noch erhöhen könnten, immer mehr Abwechslung gebracht werde.

Um diesen Zweck zu erreichen, wird man hauptsächlich, wie mir scheint, die absoluten Lagen der Nebelsterne mit aller Aufmerksamkeit bestimmen müssen, die man bis jetzt nur der Lage der glänzendsten Sterne geschenkt hat. Gehen wir von der ganz natürlichen Voraussetzung aus, als hätten sie eine eigene berechenbare Bewegung, und als erhielte sich dessen ungeachtet jeder im Mittelpunkte seines Nebels, so wird daraus hervorgehen, daß der Nebel eine eigene, der des Sternes durchaus gleiche Bewegung hat; nun aber wird eine solche Gleichheit für einen Beweis der Abhängigkeit, der Verbindung des Sternes und des Nebels gelten können, sei es daß die beobachtete Bewegung von einer wirklichen Verrückung herrühre, oder daß sie unter die parallaxtischen Bewegungen, d. h. unter diejenigen, die von dem Laufe unseres Sonnensystems im Raume abhängen können, zu zählen wäre. Meines Erachtens dürfte die Untersuchung der in dem Glanze oder in

der Ausdehnung des Nebels stattfindenden Wechsel weder so geschwind, noch so sicher zum gewünschten Resultate führen.

Die von Herschel herkommenden Messungen der Radii einiger solcher Stern-Atmosphären führen schon zu merkwürdigen Resultaten. Nehmen wir z. B., wie wir mit vollem Rechte thun können, an, der am 6. Januar 1785 entdeckte Nebelstern, wovon weiter oben die Rede gewesen ist, habe keine jährliche Parallaxe von einer Sekunde; mit andern Worten, nehmen wir an, es erscheine bei der Distanz, die uns von diesem Sterne trennt, der Radius der Erdbahn nicht unter einem Winkel von einer Sekunde, so wird, da der Radius des Nebels sich uns unter einem Winkel von 150 Sekunden zeigt, daraus folgen, daß die äußersten Grenzen der milchichten Materie von dem Central-Sterne 150 Mal weiter, als die Erde von der Sonne entfernt sind. Würde der Mittelpunkt dieses Sternes mit dem der Sonne zusammentreffen, so würde dessen Atmosphäre die Bahn des Uranus in sich schließen und noch acht Mal weiter reichen! Ich konnte nicht umhin, so herrliche Resultate in dieser Notiz zu verzeichnen.

Herschel stellte an sich die Frage, ob die Stern-Atmosphären nicht gewöhnliche gasartige, von dem Lichte des Central-Gestirns erleuchtete und uns dieses theilweise zurückwerfende Atmosphären sein könnten. Diese Frage entscheidet er im verneinenden Sinne, läßt sich aber dabei von Rücksichten bestimmen, die mir nicht die besten, richtigsten zu sein scheinen. „Zurückgeworfenes Licht,“ sagt der berühmte Astronom, „könnte bei der ungeheuren Distanz, die uns von diesen Gegenständen scheidet, nimmermehr bis zu uns gelangen.“ (Philos. Trans. 1791, S. 85.) Untersucht man die Frage gehörig mit Hilfe der Grundsätze der Photometrie, so wird man einsehen, daß die Distanz dem scheinbaren Glanze der erleuchteten Atmosphäre des Sternes keinen Abbruch zu thun vermag. Wie würde man in der That diesen Glanz konstatiren? In zwei sehr verschiedenen Distanzen, z. B. in den zwei Distanzen 1 und 1000000, würde man auf die Atmosphäre des Sterns ein Rohr richten, dessen kreisförmige Oeffnung, von dem entgegengesetzten äußersten Ende,

d. h. von dem Ende aus gesehen, an welchem sich das Auge des Beobachters befände, unter einem konstanten Winkel, z. B. unter einem Winkel von einer Minute erscheinen würde. Ginge man von der ersten zur zweiten Distanz über, so würde die Lichtmenge, die jeder genau in der Richtung des Rohres gelegene Punkt der Atmosphäre in dessen kreisförmige Oeffnung und von da ins Auge senden würde, unzweifelhaft in dem Verhältnisse des Quadrats von 1 zum Quadrate von einer Million schwächer werden; andererseits aber wäre die Anzahl von Punkten derselben Atmosphäre, welche das Auge durch die fragliche Oeffnung hindurch entdecken würde, auf der entfernten Station größer, als auf der nahen, und zwar gerade in demselben Verhältnisse des Quadrats von einer Million zum Quadrate von 1; Alles würde, was die Intensität anbelangt, sich so ausgeglichen finden.

Diese Permanenz, diese Gleichheit des Glanzes an einem unter einem merklichen Winkel erscheinenden Gegenstande, bei allen Distanzen, die uns von demselben trennen mögen, und die im Gegentheile nach Verhältniß des Quadrats der Distanzen eintretende Schwächung des Lichtes eines einzigen Punktes lassen, wie mir dünkt, gewisse Nebelflecken, die man planetarische Nebel nennt, in einem neuen Lichte erscheinen.

Betrachten wir einen Nebelstern. Der eigentliche Stern ist im Mittelpunkte; er erscheint unter keinem merklichen Winkel. Der Nebel um ihn herum nimmt im Gegentheile einen ziemlich beträchtlichen Winkelraum ein. Diese Art Dunst, diese Art gasartiger Materie kann ihr eigenes Licht haben oder uns blos das Licht des Central-Gestirns zurückwerfen; die Resultate werden durchoas dieselben sein.

In der Distanz 1 wird das Licht des Central-Sterns, nach meiner Voraussetzung, das Licht des Nebels bei Weitem übertreffen. In der Distanz 2 würde die Intensität des Sternes bis auf den vierten Theil vermindert, die des Nebels aber nicht verändert sein.

In Folge der Distanz-Veränderung würde der Nebel nur in Beziehung auf die Winkel-Dimensionen eine Veränderung

erlitten haben; ein Radius von 2 Minuten würde z. B. 1 Minute geworden sein.

In den Distanzen 3, 4,, 10, 100, würde der Stern sich stufenweise bis auf $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{100}$ $\frac{1}{10000}$ seiner ursprünglichen Intensität vermindert finden. Während der Stern diese ungeheuren Abnahmen erleiden würde, würde der Nebel 3, 4, 10, 100 Mal kleiner, als ursprünglich werden, aber zugleich immer denselben inneren Glanz behalten.

Welches nun auch ursprünglich (ich meine in Bezug auf eine erste Distanz) die komparativen Intensitäten eines Sternes und seiner Atmosphäre sein mögen, so kann man immer sich eine zweite Distanz denken, bei welcher der äußerst geschwächte Stern sich von dem Nebel nicht mehr unterscheiden lassen wird. Eine bloße Distanz-Veränderung würde in allen Fällen hinreichen, um einen Nebelstern in den scheinbaren Zustand eines eigentlichen Nebelflecks, eines Nebelflecks ohne Kern, ohne leuchtenden Mittelpunkt zu versehen.

Tausend Gründe lassen uns auf die größte Mannigfaltigkeit und Unähnlichkeit in den Distanzen der den Himmel bedeckenden Gestirne von der Erde schließen. Es ist somit sehr wahrscheinlich, daß unter den Nebelflecken mit fast gleichförmigem Lichte, die in den Katalogen figuriren, viele Nebelsterne werden würden, wenn wir denselben näher ständen.

Warum sollte man sogar nicht noch einen Schritt weiter gehen und sagen, alle Nebelflecken mit durchaus regelmäßigen Formen, alle runden, sogenannten planetarischen Nebel seien in diesem Falle? Diese Hypothese würde mit dem, was wir über die physische Bildungsart dieser problematischen Gestirne muthmaßungsweise auszumitteln vermögen, übereinstimmen.

Mairan ist, glaube ich, der Erste, der die Nebel, womit einige Sterne umgeben sind, als ihre Atmosphären ansah. Im Jahre 1731 bemerkte er einen regelmäßigen hellen Kreis um den Stern α , den Huygens im Jahre 1656 ganz aus dem schönen Nebel im Orion hinaus setzte. „Diese Helle,“ setzte er hinzu, „wäre derjenigen ganz gleich, die, wie ich glaube,

„die Atmosphäre unserer Sonne hervorbringen würde, wenn sie so dicht und ausgedehnt würde, daß man sie mit Fernröhren in einer solchen Distanz sehen könnte.“ (*Traité de l'Aurore boréale*, 2te Auflage, S. 263.)

Mairan läßt sich hier, wie man sieht, denselben photometrischen Verstoß zu Schulden kommen: die Distanz würde in der innern Helle der Sonnen-Atmosphäre keine Aenderung hervorbringen.

Lacaille nahm die Ideen seines Kollegen an der Akademie der Wissenschaften nicht an. Seiner Meinung nach „wären die Nebelsterne Nichts, als Sterne, die sich in Beziehung auf uns auf der graden Linie befinden, in deren Richtung wir die Nebelflecken ansehen.“ (*Acad. des sciences*, 1755, S. 195.) Ein so heller, durchdringender Kopf würde gar bald jede auf die Perspektive gegründete Erklärung dieser Phänomene aufgeben haben, wenn das Wort Wahrscheinlichkeit sein Ohr getroffen hätte, wenn ihm nur einen Augenblick der Gedanke gekommen wäre, aus diesem Gesichtspunkte seine auf dem Kap der guten Hoffnung gemachte Entdeckung von vierzehn einfachen oder vielfachen Nebelsternen zu untersuchen. Es findet sich in dem kleinen Katalog Lacaille's eine Bemerkung, welche die Beobachtungen Herschel's, wenn ich mich nicht täusche, bestätigt zu haben scheinen; sie betrifft die Abwesenheit von Nebeln bei allen Sternen, die an Glanz über der sechsten Größe stehen. Dieses Resultat, das so fruchtbare kosmogonische Folgen nach sich ziehen würde, ist vielleicht noch nicht gehörig begründet. Es wäre möglich, daß der Glanz der Sterne, wenn sie von 1ster bis 5ter Größe sind, hinreichte, um in den besten Fernröhren das schwache Licht der Atmosphären zu verwischen. Diese Atmosphären wird man somit in dem Augenblicke, wo der Centralstern durch ein Diaphragma verborgen sein wird, zu bemerken suchen müssen. Die Astronomen werden ohne weitere Details die ganze Wichtigkeit der Beobachtungen einsehen, die ich ihnen hier anempfehle.

Kap. 41.

Nebelflecken, auch Nebel genannt.**Definitionen.**

So heißen nebelartige, lichtschwache Flecken, welche die Astronomen überall am Himmel entdeckt haben. Diese Flecken, diese Schimmer scheinen von zwei ganz verschiedenen Ursachen abzuhängen, worüber ich hier einige kurze Erklärungen schuldig bin.

Die Sterne sind am Firmamente sehr ungleich vertheilt. Nach gewissen Regionen hin bemerkt man deren eine wirklich zahllose Menge; an andern Stellen kann man mit freiem Auge oder mit Fernröhren sehr weite Räume durchlaufen, ohne auch nur einen zu erblicken. Dieser allgemeine Mangel an Gleichförmigkeit in dem Reichthume des gestirnten Himmels ist erst in unsern Tagen gehörig untersucht worden. Er hat hinsichtlich der Anordnung des Weltalls zu herrlichen Schlüssen geführt, womit wir uns sogleich beschäftigen werden. Für jetzt haben wir es blos mit den wenigen lokalen und nicht sehr ausgedehnten Anhäufungen von Sternen zu thun, wie z. B. mit der Gruppe der Plejaden, dem Haufen, womit θ im Schiffe umgeben ist, demjenigen, den man in dem Sternbilde des Krebses bemerkt hat und der den Namen Praesepe führt u. s. w.

Jedem, der ein kurzes Gesicht hat, erscheinen die Plejaden als eine verworrene Lichtmasse; sobald aber mit Hülfe eines Fernrohres, sollte es auch nicht vergrößern, oder mit Hülfe einer bloßen Brille die Vision deutlich wird, so erblickt man die Hauptsterne dieser Gruppe besonders, ich meine, von einander getrennt. Die Plejaden sind somit nur für gewisse Beobachter und selbst nur dann, wenn sie sich keiner Brillen bedienen, ein Nebelfleck. In der Gruppe des Krebses, wo die verschiedenen Sterne dichter beisammen stehen, vermag kein

natürliches menschliches Auge sie zu trennen; das Licht eines Sternes verbreitet, zerstreut sich auf der Netzhaut, kommt in Folge unserer unvollkommenen Organe mit dem Lichte des nächsten Sternes ins Spiel, so daß das Ganze eine verworrene Masse bildet; man nehme dagegen ein, wenn auch ziemlich schwaches, Teleskop zu Hülfe, so konzentriert sich das Bild eines jeden Sternes bedeutend, so trennt es sich von dem Bilde des zunächst liegenden Sternes, so verliert die leuchtende Masse den nebelartigen Charakter, der sie allein mit Recht in der Klasse der wahren Nebelflecken erhalten konnte.

Um zu diesem Resultate zu gelangen, haben bloße Brillen und schwache Fernröhre hingereicht, wenn wir die Plejaden und die Gruppe im Krebse beobachteten. Es gibt noch andere leuchtende Flecken, die man nur mit Hülfe der besten Teleskope und unter Anwendung sehr bedeutender Vergrößerungen in Sterngruppen auflösen kann. Was Vergrößerungen von 50, 100, 150, 200 widerstanden ist, widersteht nicht länger, wenn man die Vergrößerungen bis auf 500, 1000 und noch höher treiben kann. So gelang es Herscheln, in Agglomerate von Sternen die meisten Nebelflecken zu verwandeln, die Messier, der mit keinen so starken Fernröhren versehen war, für unauflösbar hielt, die er Nebelflecken ohne Sterne nannte.

Kap. 42. Beschaffenheit der Nebelflecken.

Die bedeutende Anzahl von Nebelflecken, die, mit gewöhnlichen Instrumenten gesehen, Lichtwolken zu sein scheinen und deren Auflösung in Sterne Herschel mit Hülfe seiner 10z, 20z, 40füßigen Spiegel-Teleskope bewerkstelligt hatte, führte diesen großen Astronomen zu einer gewagten Generalisation (Verallgemeinerung). Mehrere Jahre lang behauptete er, alle Nebelflecken seien Sternhaufen, es sei kein anderer wesentlicher Unterschied zwischen den dem Anscheine nach unähnlichsten Nebelflecken, als eine größere oder kleinere Entfernung, als eine größere oder kleinere Kondensation der sie bildenden Sterne. Er kam so offenbar mit Lacaille in Widerspruch, der, bei seiner Rückkehr

vom Kap der guten Hoffnung, in den Memoiren der Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1755 sagte: „Es ist nicht gewiß, ob die Weiße dieser Theile, (die Maghellan's-Flecken, auch Kap-Wolken, die schwarzen Wolken, Kohlenfäcke genannt, und die weißen Flecken der Milchstraße), wie man gewöhnlich glaubt, von Haufen kleiner, dichter als in den andern Theilen des Himmels beisammen stehender Sterne herrührt; denn, wie aufmerksam ich auch die am besten begrenzten äußersten Enden sowohl der Milchstraße, als der Maghellansflecken betrachtet habe, so habe ich doch mit dem 14füßigen Refraktor Nichts bemerkt, als eine Weiße auf dem Grunde des Himmels, worin eben so wenig Sterne zu sehen waren, als an andern Orten, wo der Grund dunkel war.“ Umständlichere, genauere Beobachtungen, denen eine gänzliche Unbefangenheit zu Grunde lag, modifizirten am Ende die früheren Meinungen Herschel's. In einem Memoire vom Jahre 1771 las man schon die Worte: „Es gibt Nebel (weiße Flecken), die nicht sterniger Natur (of a starry nature) sind.“ Hatte aber einmal Herschel sich für die Meinung entschieden, daß es in den Himmelsräumen zahlreiche Haufen nebelartiger Lichtmaterie gebe, so sah er ein weites, fast ganz neues Feld vor sich liegen, das er in allen seinen Theilen mit unermüdlichem Eifer erforscht hat. Die Zählung der Nebelflecken überschritt von nun an die engen Grenzen, die man ihr gewöhnlich angewiesen hatte; sie hatte nicht mehr zum alleinigen Zwecke, den beobachtenden Astronomen Ungewißeheiten, Mißgriffe zu ersparen, eine Verwechslung des unstäten Kometen, selbst bei seinem ersten Erscheinen, mit dem unbeweglichen Nebelflecke, ungeachtet der scheinbaren Aehnlichkeit ihrer physischen Konstitution, ungeachtet der großen Aehnlichkeit ihrer Formen, unmöglich zu machen. Von dieser Zeit an war es ausgemacht, daß die Sterne, Planeten, Trabanten, Kometen nicht die einzigen, der Aufmerksamkeit des Astronomen würdigen Gegenstände seien. Die nicht verdichtete himmlische Materie, die, wenn ich mich so ausdrücken darf, dem Elementar-Zustande näher liegende himmlische Materie schien die Forschungen der Astronomen nicht minder zu verdienen und erschien den

mehr philosophischen Köpfen als eine fruchtbare Quelle fernerer Entdeckungen.

Kap. 43. Kurze Geschichte der Entdeckung der Nebelflecken.

Der erste Nebelfleck, dessen in den Jahrbüchern der Astronomie Erwähnung gethan wird, ist der Nebel in der Andromeda. Er wurde von Simon Marius im Jahre 1612 beobachtet. Dieser Astronom verglich das Licht des Nebels in der Andromeda mit dem einer, durch eine kleine Hornplatte hindurch gesehenen, Kerze. Der Vergleich ist nicht unrichtig. Seit Marius war fast ein halbes Jahrhundert verfloßen, als im Jahre 1656 Huygens den großen Nebel im Orion entdeckte. Im Jahre 1716 fand Halley, der ein Verzeichniß der bekannten Nebel gab, ihrer noch nicht mehr, als sechs; die zwei, die wir so eben angeführt haben, einen Nebel, dessen Entdeckung er dem Abraham Ihle zuschrieb, der aber schon vor dem Jahre 1665 von Hevelius bemerkt worden war: er ist zwischen dem Kopfe und dem Bogen des Schützen; den im Centaur gelegenen Nebel, den Halley im Jahre 1677 fand, während er am Kataloge der Sterne des südlichen Himmels arbeitete; den Nebel nahe bei dem rechten oder nördlichen Fuße des Antinous, den Kirch im Jahre 1681 bemerkte; endlich einen Nebel, dessen Entdeckung man ebenfalls dem Halley verdankt und der im Sternbilde des Herkules, auf der geraden Linie, die ζ und η Bayer's mit einander verbindet, gelegen ist.

Während seines Aufenthaltes auf dem Kap der guten Hoffnung bestimmte Lacaille die Lage von 14 Nebeln, in welchen ihm seine schwachen Instrumente nichts Bestimmtes zeigten, so wie die von 14 andern Nebeln, welche dieselben Fernröhre dagegen in Sterne auflösten. Wenige Jahre darauf fand der Rahmen dieser Gegenstände sich schon bedeutend erweitert. Der Katalog von Messier, welcher der Akademie im Jahre 1771 mitgetheilt und mit einigen Zusätzen in die *Connaissance des Temps* vom Jahre 1783 eingerückt wurde, enthielt bereits 68 Nebel, die mit den 28 Lacaille's im Ganzen 96 machten. Dieser

Zweig der Wissenschaft nahm endlich den raschesten Aufschwung, sobald Herschel starke Instrumente, einen seltenen Scharfsinn und eine über alles Lob erhabene Ausdauer zu Hülfe gerufen hatte. Wirklich veröffentlichte auch im Jahre 1786 der gelehrte Astronom im LXXVI. Bande der *Philosophical transactions* einen Katalog von 1000 Nebeln oder Sternhaufen. Drei Jahre darauf erschien zum großen Erstaunen der Beobachter ein zweiter, eben so ausgedehnter Katalog, als der erste. Auf diesen folgte im Jahre 1802 ein dritter Katalog von 500 neuen Nebeln. Zweitausend fünfhundert Nebel; dies war somit der Beitrag Herschel's in einem Zweige der Astronomie, der vor ihm kaum noch in die Wissenschaft eingeführt worden war. Die Ausdehnung ist übrigens, wie man sogleich sehen wird, das kleinste Verdienst bei dieser großen Arbeit.

Kap. 44.

Auflösbare Nebel.

Ihre Form.

Die Nebel oder Nebelflecken, selbst die, denen man diesen Namen unrichtiger Weise beilegt, oder die man mit starken Teleskopen in Sterne aufzulösen vermag, zeigen sich unter gar mannigfaltigen Formen. Es gibt Nebel, die man, da sie zugleich sehr verlängert und sehr enge sind, beinahe für bloße gerade oder Schlangelinien halten könnte; andere, in Gestalt eines Fächers geöffnete, gleichen dem Strahlenbüschel, der aus einem stark elektrisirten Punkte hervorsprüht. Hier sind sie in ihrem Umfange nichts weniger, als regelmäßig; dort erscheinen sie fast wie der Kopf eines Kometen mit seinem Kerne. Gehen wir auf eine nähere Bestimmung derselben ein.

Kap. 45. Kreisförmige Nebel.

Die Kreisform ist diejenige, die den auflösbaren Nebeln am gewöhnlichsten zu sein scheint. Herschel hat die kreisförmigen Nebel einer ganz besondern Aufmerksamkeit gewürdigt. Er hat aus seinen Beobachtungen wichtige Resultate abgeleitet, wovon ich hier einen genauern Begriff zu geben suchen werde.

Die Kreisform ist nur scheinbar; die wirkliche Form muß kugelförmig, sphärisch sein. Eine Beobachtung, die ich sogleich anführen werde, wird dieses zur Genüge beweisen.

Im Allgemeinen scheinen die Sterne, woraus diese Nebel bestehen, fast dieselbe Größe zu haben *). Sie sind um den

*) Obgleich die Regel, die ich mir selbst vorgeschrieben habe, mir nicht erlaubt, aus Memoiren, die später sind, als die Herschel'schen, zu schöpfen, so kann ich doch der Versuchung nicht widerstehen, hier zwei merkwürdige Beobachtungen von James Dunlop zu verzeichnen. Dieser Astro-

Figur = Mittelpunkt herum durchaus regelmäßig vertheilt; daher ist auch in gleichen Entfernungen von diesem Mittelpunkte der Glanz in allen Richtungen durchaus gleich.

Denken wir uns in beträchtlicher Entfernung einen sphärischen Nebel, worin die Sterne im Mittelpunkte, am Rande, kurz überall gleich stark kondensirt sind; dem Auge wird diese Zusammensetzung ganz anders erscheinen. Ziehen wir einen Gesichtsstrahl, der durch die Sphäre nahe am Rande geht; der zwischen dem Ein- und Austrittspunkte enthaltene Raum wird sehr kurz sein; der Strahl wird daher an sehr wenigen Sternen vorbeigehen. So wie der Gesichtsstrahl sich dem Mittelpunkte nähern wird, wird sein in der Sphäre enthaltener Theil länger werden und die Zahl der Sterne, auf die er stoßen wird, zunehmen. Das Maximum wird man im Mittelpunkte selbst beobachten.

Die stufenweise Intensitäts-Zunahme vom Rande nach dem Mittelpunkte zu, die man bei jedem, dem Anscheine nach kreisförmigen, Nebel bemerkt, kann so als ein offener Beweis von der Kugelform der Sterngruppe angesehen werden.

Diese Betrachtungen lassen sich leicht weiter treiben.

Wir haben so eben gezeigt, wie die in einer Sphäre enthaltenen Theile der Gesichtsstrahlen vom Rande nach dem Mittelpunkte zu an Größe zunehmen. Ist die Sphäre mit gleich weit auseinander stehenden Sternen angefüllt, so werden die Längen dieser Theile von Gesichtsstrahlen der Zahl der Sterne, an denen die Strahlen vorbeigehen werden, proportional sein; sie werden das Maß der Licht-Intensität aller Regionen des Nebels vom Rande bis zum Mittelpunkte geben. Wohlan!

nom bemerkte während seines Aufenthalts in Paramatta (Neu-Holland) in Rektascension 11 St. 29 M. 20 S. und 29° 16' südlicher Polar-Distanz einen auflösbaren Nebel von 10' Durchmesser, worin drei rote Sterne und ein gelber mit diesen besonderen Lichtarten inmitten einer Menge weißer Sterne glänzten. Ein anderes Mal zeigte ihm sein starkes Teleskop bei 18 St. 49 M. 5 S. Rektascension und 53° 10' Polar-Distanz einen Nebel von 3¹/₂ Durchmesser, der ganz aus bläulichen Sternen bestand.

man ziehe fast parallele Linien durch eine Sphäre. Nahe am Rande werden diese Linien an Länge rasch zu- oder abnehmen; am Mittelpunkte dagegen wird die Variation nur gering sein. Der Glanzwechsel wird daher an den Rändern des Nebels sehr rasch und nach dem Mittelpunkte hin kaum bemerklich sein. Die Beobachtung zeigt jedoch das Gegentheil. Demnach lag in der Hypothese, von der wir ausgegangen sind, etwas Ungenaues; wir hatten mit Unrecht angenommen, die Sterne seien an allen Theilen der Sphäre im Zustande einer gleich starken Konzentration. Die rasche Intensitätszunahme nach dem Mittelpunkte zu, die Anwesenheit einer Art lichten Kerns in eben diesem Mittelpunkte beweisen, daß die Sterne daselbst und ringsherum kondensirter sind, als auf irgend einem andern Punkte. Ein solches Resultat ist zugleich seiner Natur und Allgemeinheit wegen wichtig. Man muß es als ein offenbares Zeichen von der Existenz einer, von allen Seiten nach dem Mittelpunkte der kugelförmigen Gruppe hin gerichteten, kondensirenden Kraft ansehen.

Kap. 46. Von der Anzahl der in gewissen kugelförmigen Nebeln enthaltenen Sterne.

Es wäre unmöglich, sämtliche Sterne, woraus gewisse kugelförmige Nebel bestehen, im Einzelnen und genau zu zählen; allein man hat gewisse Grenzen bestimmen können. Dadurch, daß man den Winkel-Abstand zwischen den an den Rändern befindlichen Sternen, d. h. in der Region, wo sie sich nicht auf einander präciren, schätzte und ihn mit dem Gesamt-Durchmesser der Gruppe verglich, hat man die Ueberzeugung gewonnen, daß ein Nebel, dessen Durchmesser etwa 10 Minuten beträgt, dessen anscheinende Oberflächen-Ausdehnung kaum dem zehnten Theile der Mondscheibe gleich ist, nicht weniger, als 20000 Sterne in sich schließt.

Man scheint sich nicht leicht einen deutlichen Begriff von den zur dauernden, unbeschränkten Erhaltung eines solchen Sternhaufens erforderlichen dynamischen Bedingungen machen zu können. Nimmt man an, das System sei in Ruhe, so werden die

Sterne zuletzt auf einander fallen. Gibt man ihm eine Rotations-Bewegung um eine einzige Achse, so werden Zusammenstöße unvermeidlich werden. Ist es übrigens a priori bewiesen, daß die kugelförmigen Sternsysteme sich auf immer in dem Zustande erhalten müssen, in dem wir sie jetzt sehen?

Kap. 47. Durchbrochener, oder ringförmiger Nebel, Ringnebel.

Herschel zählte unter die Merkwürdigkeiten des Himmels einen schon unter Nro. 57 in dem älteren Kataloge der *Connaissance des Temps* aufgezeichneten Nebel. Um jedoch billig zu sein, setzen wir sogleich hinzu, daß Messier und Méchain mit ihren schwachen Fernröhren weder einen Stern in dem Nebel bemerkt, noch seine wirkliche Form unterschieden hatten.

Dieser Nebel ist im Grunde ein etwas elliptischer Ring von Sternen. Man sieht im Mittelpunkte ein schwarzes Loch. Die zwei Achsen verhalten sich zu einander, wie 83 zu 100. Das dunkle Loch nimmt ungefähr die Hälfte des Durchmessers des Nebels ein.

Kap. 48. Die Nebel sind nicht in allen Regionen des Himmels gleichförmig verbreitet.

Herschel trat bei Untersuchung der Nebel mit einer wichtigen Bemerkung auf; er fand, daß sie im Allgemeinen Schichten, Lagen (*strata*) bilden. Eine dieser Schichten ist sehr breit und läuft fast perpendicular auf die Milchstraße zu: es ist dies die Schicht, worin sich der große Bär, Cassiopeja, das Haar der Berenice, die Jungfrau befinden. Inmitten einer dieser fraglichen Schichten bemerkte Herschel nicht weniger als 31 ganz deutliche Nebel in dem kurzen Zeitraume von 36 Minuten.

Kap. 49. Von den Nebeln in ihren Verhältnissen zu den umliegenden Räumen.

Die Räume, welche den einfachen, und um so mehr die, welche den gruppierten Nebeln vorangehen oder nachfolgen, enthalten im Allgemeinen nur wenige Sterne. Herschel fand diese Regel konstant. Daher pflegte er denn auch, so oft während einiger Zeit kein Stern in Folge der Bewegung des Himmels

in das Feld seines unbeweglichen Spiegel-Teleskopes getreten war, zu dem Schreiber, der um ihn war, zu sagen: Halten Sie sich zum Schreiben bereit, es werden Nebel kommen.

Kap. 50. Die sternärmsten Räume liegen in der Nähe der sternreichsten Nebel.

Es ist im Skorpion ein vier Grade breiter Raum, worin man keine Sterne bemerkt. Am westlichen Rande dieses großen dunkeln Loches befindet sich der im Kataloge der *Connaissance des Temps* mit Nro. 80 bezeichnete Nebel, der Nebel, den Herschel als einen der sternreichsten und dichtesten Sternhaufen ansah, den das Firmament den Betrachtungen der Astronomen darzubieten vermag.

Dasselbe Phänomen kommt wieder nahe bei der vierten Nebelgruppe der *Connaissance des Temps* vor. Diese Gruppe liegt gleichfalls am westlichen Rande eines Raumes, worin sich keine Sterne befinden.

Stellen wir diese Thatsachen mit der Beobachtung zusammen, die uns die Sterne nach dem Mittelpunkte der sphärischen Nebeln hin stark kondensirt zeigt, mit der Beobachtung, woraus wir den Beweis geschöpft haben, daß diese Gestirne augenscheinlich einer gewissen kondensirenden Kraft gehorchen, so werden wir der Herschel'schen Voraussetzung nicht abhold sein, wornach die Nebel sich bisweilen im Laufe und in Folge der unausgesetzten Arbeit vieler Jahrhunderte auf Kosten der zerstreuten Sterne gebildet haben, die ursprünglich die umliegenden Regionen einnahmen; so wird die Idee von der Existenz leerer, oder, nach dem so malerischen Ausdrucke des großen Astronomen, verheerter Räume uns nicht länger als allzu gewagt, als abenteuerlich erscheinen.

Kap. 51.

Nebelmaterie.

Gehen wir von den, mit Hülfe starker Teleskope in Sterne auflösbaren, Nebeln zu denjenigen über, die nie eine ähnliche Zersehung erfahren haben; beschäftigen wir uns mit den da und dort am Firmamente verbreiteten Haufen einer von selbst leuchtenden nebelartigen Materie.

Kap. 52. Die nebelartige Materie nimmt am Himmel sehr ausgedehnte Räume ein.

Herschel hat im Jahre 1811 einen Katalog von 52 lichtschwachen, sehr matt schimmernden, nicht in Sterne aufzulösenden, oder wenigstens noch nicht aufgelösten Nebeln herausgegeben; darunter bemerkt man einige, die an $4^{\circ} 9'$ in einer ihrer Dimensionen haben. Die scheinbare Oberflächen-Ausdehnung eines einzigen unter ihnen übersteigt die von 9 Kreisen von 1 Grad Durchmesser. Die Oberflächen-Ausdehnung des Ganzen beläuft sich auf 152 solcher Kreise, was etwa der 270ste Theil der Anzahl ähnlicher Kreise ist, welche die Gesamt-Oberfläche des Firmaments bilden.

Kap. 53. Die großen lichten Flecken haben keine regelmässige Form.

Die Formen der sehr großen, matt schimmernden Nebel scheinen sich nicht bestimmen zu lassen; sie sind durchaus nicht regelmässig. Es gibt welche mit geradlinigen, krummlinigen, vermischlinigen Unrissen. Gewisse Flecken sind scharf begrenzt, während sie auf der entgegengesetzten Seite allmählig in dem Lichte des Himmels zerfließen. Es gibt andere, die weithin Arme ausstrecken; noch andere, in deren Innerem man große dunkle Räume beobachtet. Alle die phantastischen Figuren, welche Wolken, wenn sie von heftigen, oft entgegengesetzten Win-

den fortgerissen, gepeitscht werden, annehmen, finden sich in dem Firmamente der matt schimmernden, weit verbreiteten Nebel wieder vor.

Die matt schimmernden Nebel mit abgerundeten Formen haben in Vergleichung mit den andern keine großen Dimensionen. Manchmal, (dieser Umstand scheint die Aufmerksamkeit in hohem Grade zu verdienen,) ist zwischen zwei solcher runden, deutlichen, gut begränzten Nebelflecken ein sehr dünner Nebelstreifen, der ihre äußern Theile mit einander verbindet: man möchte fast sagen, es sei dies eine Art Zeichen, eine Art sichtbarer Zeuge ihres gemeinschaftlichen Ursprungs.

Kap. 54. Von dem Lichte der wahren Nebel.

Die Stern-Nebel sind lange Zeit als wahre Nebel angesehen worden. Man darf daher nicht erwarten, man werde zwischen dem Lichte dieser zwei Arten von Körpern einen auffallenden Unterschied entdecken. Die aus einer weit verbreiteten, zusammenhängenden, phosphoreszirenden Materie bestehenden Nebel haben indessen ein ganz besonderes, nicht wohl zu bestimmendes Aussehen, das den ältesten Beobachtern, die den Himmel mit guten Fernröhren untersuchen konnten, ganz besonders auffiel.

Man sehe z. B., ob Halley ansteht, das Licht der Nebel im Orion und in der Andromeda von einer ganz besondern Ursache abhängig zu machen: „Es sind, sagt er, diese Flecken in Wirklichkeit nichts Anderes, als das aus einem unermesslichen, in den Regionen des Aethers gelegenen, mit einem weit verbreiteten und von selbst leuchtenden Mittel angefüllten Raume kommende Licht“¹⁾.

¹⁾ Man findet in dem Memoire, aus dem ich diese Stellen entlehnt habe, eine um so sonderbarere Bemerkung, als sie von einem Manne herührt, der sich fast öffentlich für einen Ungläubigen bekannte. „Diese Nebel, schrieb der Freund Newton's, machen der Schwierigkeit, die verschiedene Personen gegen die Mosaische Geschichte der Schöpfung vorgebracht hatten, indem sie sagten, das Licht kann unmöglich ohne die Sonne erzeugt worden sein, durchaus ein Ende. Die Nebel beweisen offenbar das Gegentheil; mehrere zeigen in der That auch nicht eine Spur von einer Sonne in ihrem Mittelpunkte.“

Derham drückt sich ebenso bestimmt aus: das Licht der Nebel kann ihm das eines Aggregats von Sternen schlechterdings nicht sein. Er geht sogar so weit, daß er an sich die Frage stellt, ob, — wie viele Gelehrte ehemals glaubten, — es jenseits der Sphäre der entferntesten Sterne nicht eine ganz leuchtende Region, ein Empyräum (Feuerhimmel) gäbe und ob die Nebel nicht jene strahlende Region, durch eine Oeffnung hindurch gesehen, eine Klust (chasm) der (wahrscheinlich kristallinen) Sphäre der ersten Bewegung wären.

Voltaire erwähnt der Meinung Derham's in einem seiner sinnreichen Romane.

„Mikromegas, sagt er, durchläuft die Milchstraße in kurzer Zeit, und ich muß gestehen, daß er nie durch die Sterne hindurch, womit sie übersäet ist, den schönen Feuerhimmel erblickte, den der berühmte Dorfpfarrer Derham mit seinem Fernrohre erspäht haben will. Nicht, als ob ich behaupten wollte, Derham habe schlecht gesehen, Gott bewahre! aber Mikromegas war an Ort und Stelle, er ist ein guter Beobachter und ich will Niemanden widersprechen.“

Man konnte den sonderbaren Gedanken Derham's nicht wohl geistreicher, freier kritisiren. Nur bin ich darüber erstaunt, daß es Voltaire, dem ja Nichts verborgen war, nicht einfiel, daß der Verfasser der astronomischen Theologie das Empyräum nicht erfunden hatte. Anaxagoras behauptete, die oberen Regionen (der Aether) seien voller Feuer. Seneka hatte gesagt: „Es bilden sich bisweilen am Himmel Oeffnungen, durch welche man die Flamme, die dessen Grund einnimmt, erblickt.“ Bei Beschreibung des Nebels im Orion drückte selbst Huygens sich folgender Maßen aus: „Man möchte fast sagen, das Himmelsgewölbe habe an diesem Theile Risse bekommen und lasse durch dieselben lichtere Regionen schauen.“

Sollten solche Autoritäten, ihres Alters wegen, nicht bestimmt genug darzuthun scheinen, daß das Licht, womit die wahren Nebel glänzen, etwas Eigenthümliches habe, so würde ich endlich die unlängst von Herschel, dem Jüngern, ausgesprochenen Worte anführen; „In allen (auflösbaren) Nebeln bemerkt der

Beobachter (welches auch die Vergrößerung sein möge,) Sternschimmer (des *éclancements stellaires*), oder glaubt wenigstens zu fühlen, daß man sie bei deutlicherer Vision bemerken würde. Der Nebel im Orion bringt eine ganz andere Empfindung hervor; er erweckt durchaus keine Idee von Sternen.

Kap. 55. Vertheilung der phosphoreszirenden Materie in den wirklichen Nebeln. — Modifikationen, welche die Attraktion mit der Zeit in derselben herbeiführt.

Das Licht dieser großen milchichten Flecken ist im Allgemeinen sehr schwach und gleichförmig; nur da und dort bemerkt man einige Räume, die etwas lichter sind, als der übrige Theil.

Welchem Umstande muß man diese Intensitäts-Zunahme zuschreiben? Hängt sie von einer größern Konzentration oder von einer größern Tiefe der Nebel-Materie ab? Die Wahl zwischen diesen zwei Erklärungen ist nicht gleichgültig.

Die Stellen, wo man in den größern Nebeln ein vergleichungsweise lebhaftes Licht bemerkt, haben gewöhnlich eine geringe Ausdehnung. Will man daher das Phänomen einer größern Tiefe der Nebel-Materie zuschreiben, so wird man sich die Sache so denken müssen, als entspreche jedem der in Frage stehenden Punkte eine Art Säule dieser Materie, und zwar eine geradlinige, sehr gedrängte und der Erde gerade zugewandte Säule. Diese Spezialität der Richtung könnte bei einem oder dem andern besondern Punkte als möglich erscheinen. Dem kann aber bei dem Ganzen der begränzten strahlenden Stellen, die das ganze Firmament darbietet und selbst bei zwei, drei oder vier solchen Stellen, die man in einem einzigen Nebel bemerkt, nicht wohl also sein. Man muß demnach annehmen, es habe eine Kondensation, eine Dichtigkeits-Zunahme auf gewissen Punkten der Nebel-Räume, deren ungeheure Oberflächen-Ausdehnung wir weiter oben berechnet haben, Statt gefunden.

Ist diese Kondensation die Wirkung einer anziehenden Kraft, analog derjenigen, welche alle Bewegungen unsers Sonnensystems leitet und beherrscht? Dies ist das herrliche Problem, dessen Lösung wir nun suchen müssen.

Künftig wird man nur einen Blick auf die gerade vorhandenen Nebel und die so erstaunlich zarten und genauen Zeichnungen, welche die heutigen Astronomen davon geben, zu werfen brauchen, um zu entscheiden, ob die Zeit die Dimensionen und Formen dieser geheimnißvollen Gruppen merklich ändert; da aber das Alterthum uns in dieser Hinsicht keine Beobachtungen hinterlassen hat, womit wir die unsrigen vergleichen könnten, so bleibt uns nichts Anderes übrig, als dem Problem auf indirektem Wege beizukommen. Ich habe indessen alle Ursache zu hoffen, daß die Lösung deshalb nicht minder einleuchtend erfunden werden wird.

Die Phänomene, welche die Existenz verschiedener, auf der ganzen Ausdehnung eines einzigen großen Nebels verbreiteter Anziehungspunkte zur Folge haben muß, werden sich in folgender Ordnung entwickeln:

Da und dort Verschwinden des phosphoreszirenden Schimmers; Entstehung von Trennungen oder Rissen in dem ursprünglichen Licht-Vorhang oder Licht-Mantel als nothwendiges Resultat der Bewegung der Materie nach den anziehenden Mittelpunkten hin;

Größerwerden der Risse, d. h. Umgestaltung eines einzigen Nebels in mehrere besondere Nebel, die wenig von einander entfernt und durch sehr dünne Nebelstreifen mit einander verbunden sind;

Abrundung des äußern Umrisses der getrennten Nebel; raschere oder langsamere Zunahme ihrer Intensität von der Zirkumferenz nach dem Mittelpunkte hin;

Bildung eines, sei es hinsichtlich der Dimensionen oder des Glanzes, sehr ansehnlichen Kernes in diesem Mittelpunkte;

Uebergang eines jeden Kernes in den Zustand eines Sterns mit einem ringsum bleibenden leichten Nebel;

Endlich Niederschlagung dieses letztern Nebels und als End-Resultat eben so viele Sterne, als in dem ursprünglichen Nebel verschiedene Anziehungspunkte gewesen waren.

Wie lange würde ein und derselbe Nebel brauchen, um diese ganze Reihe von Umgestaltungen zu durchlaufen? Man

hat hierüber durchaus keine Angaben. Hier wären vielleicht Millionen Jahre erforderlich; dort würden bei andern Ausdehnungs-, Dichtigkeits- und Konstitutions-Verhältnissen der phosphoreszirenden Materie weit kürzere Perioden hinreichen, wie das plötzliche Erscheinen des neuen Sternes vom Jahre 1572 anzeigen dürfte.

Die ungleiche Geschwindigkeit der Umgestaltungen führt zu einem wichtigen Schlusse. Geht man von dieser Grund-Idee aus, so leuchtet es ein, daß die Nebel, wären sie auch alle gleich alt, im Ganzen die verschiedenen Formen zeigen müssen, die ich oben aufgezählt habe. Nach einer Region hin werden kaum Jahrhunderte eine sichtbare Anhäufung der phosphoreszirenden Materie um einige Anziehungs-Punkte herum herbeigeführt haben; nach einer andern Region hin werden wir in Folge einer rascheren Konzentrations-Bewegung schon Gruppen von Kern-Nebeln antreffen; endlich werden wir da und dort als letzte, zu den eigentlichen Sternen führende Stufe Nebelsterne finden.

Alle diese von der Theorie angegebenen Zustände der Nebel-Materie hatte die Beobachtung bereits geoffenbart. Die Uebereinstimmung ist so befriedigend, als man nur wünschen kann. Nur hat man, anstatt die Umgestaltungen Schritt vor Schritt in einem einzigen Nebel zu verfolgen, ihren Gang und ihre Fortschritte durch Beobachtungen des Ganzen dargethan. Verfäht nicht auf gleiche Weise der Naturforscher, wenn er den Wuchs, die Höhe, die Formen, das Aussehen der Bäume, welche die Wälder, die er schnell durchläuft, bilden, für alle Alter beschreiben soll? Die Modifikationen, die ein noch ganz junger Baum erleiden wird, steht er mit einem Blicke deutlich und ohne Anstand an dem Fuße derselben Pflanze, der bereits zu einem höhern Grade von Wachsthum und Entwicklung gelangt ist.

Kap. 56. Historische Einzelheiten über die Umgestaltung der Nebel in Sterne. Untersuchung der Einwendungen, welche man gegen diese Ideen von einer Umgestaltung vorgebracht hat.

Es hat uns genügt, die verschiedenen Formen, welche die weit verbreiteten, matt schimmernden Nebel annehmen, gehörig

zu gruppiren, um zu der wichtigsten kosmogonischen Folgerung zu gelangen. Mit Hülfe einer natürlichen und nüchternen Verbindung der Beobachtung mit dem Raisonnement haben wir mit großer Wahrscheinlichkeit den Satz aufgestellt, daß eine stufenweise Kondensation der phosphoreszirenden Materie am Ende zu Stern-Erscheinungen führe, daß wir, mit einem Worte, der Schöpfung wahrer Sterne anwohnen.

Diese Kühne Idee ist nicht so neu, als man sich einbilden dürfte. Ich kann sie z. B. bis auf Tycho-Brahe zurückführen ¹⁾.

Dieser Astronom sah in der That den neuen Stern vom Jahre 1572 als das Resultat der frischen Anhäufung eines Theils der im ganzen Weltall verbreiteten nebelartigen Materie, die er himmlische Materie nannte, an.

Die himmlische Materie war, seiner Meinung nach, in der Milchstraße in größerer Menge, als sonst wo vorhanden. Durfte man deshalb, sagte er, darüber erstaunen, daß der Stern mitten in diesem lichten Streifen erschien? Tycho sah sogar einen dunkeln Raum, so groß wie die Hälfte der Mondscheibe, gerade an dem Orte, wo sich der Stern gezeigt hatte. Er erinnerte sich nicht, ihn je vorher bemerkt zu haben.

Kepler seinerseits ließ den neuen Stern vom Jahre 1604 aus der angehäuften Materie des Aethers bestehen. Diese zu einer minder vollständigen Kondensation gelangte Materie schien ihm die physische Ursache der Atmosphäre zu sein, womit die Sonne umgeben ist und die als eine schwach leuchtende Krone

¹⁾ Ich lasse mit Fleiß jene Idee der indischen Philosophen (Brahmanen) bei Seite, wornach es außer den vier irdischen Elementen ein fünftes, Akasch genannt, gibt, aus dem der Himmel und die Sterne gebildet sind. Ihr Akasch kann ohne Zweifel mit der Nebel-Materie der neueren Astronomen mit Recht verglichen werden; aber Nichts, glaube ich, dürfte zu der Voraussetzung berechtigen, es hätten die Hindus damit sagen wollen, daß sich zu unsern Zeiten, unter unsern Augen, fortwährend neue Gestirne auf Kosten des Akasch bilden.

Urago VI.

während der ganzen Dauer der totalen Sonnenfinsternisse erscheint. Der neue Stern vom Jahre 1572 bildete sich in der Milchstraße; der neue Stern vom Jahre 1604 war nicht weit davon entfernt. Kepler erblickte in diesem Zusammentreffen einen plausiblem Grund, um beiden Gestirnen einen und denselben Ursprung anzuweisen; nur fügte er hinzu: „Wenn die milchartige Materie unaufhörlich Sterne erzeugt, wie kommt es, daß der Gürtel, der sie enthält, seit Ptolemäus sich nicht vermindert zu haben scheint?“ Diese Schwierigkeit ist indessen durchaus nicht ernster Natur; wie können wir in der That wissen, was die Milchstraße vor 1500 Jahren war?

Kap. 57. Von der Verdichtung, welche die nebelartige, matt schimmernde Materie erleiden muß, um sich zu Sternen umgestalten zu können.

Die Gegner der hier zur Sprache gebrachten großen Ideen schienen endlich Einwürfe ernsterer Art geltend machen zu können, als sie, sich auf die außerordentliche Dünne der nebelartigen Materie stützend, versicherten, die Gesamtheit dieser in allen Regionen des Raumes beobachteten Materie würde keinen unserer Sonne an Größe und Dichtigkeit zu vergleichenden Stern ausmachen. Eine Berechnung Herschel's hat den Einwurf auf seinen wahren Werth zurückgeführt.

Nehmen wir ein kubisches Agglomerat nebelartiger Materie an, dessen Seite, von der Erde aus gesehen, nur unter einem Winkel von 10 Minuten erscheint. Nehmen wir an, dieses Agglomerat sei in der Region der Sterne σ und η Größe gelegen. Eine Berechnung wird zeigen, daß dessen Volum sich auf mehr als 2 Trillionen Mal das Volum der Sonne belaufen wird. Dieses Resultat läßt sich auch so fassen: die in dem Kubus von 10' Seite enthaltene nebelartige Materie würde, wenn sie mehr, als 2 Trillionen Mal verdichtet wäre, noch ein eben so großes Volum als unsere Sonne einnehmen. Hat man nun aber auch über eine, durch die ungeheure Zahl von 2 Trillionen ausgedrückte, Verdichtung nachgedacht? Die gegen die

jetzige Entstehung von Sternen aus der Dünne der nebelartigen Materie hergeleiteten Einwürfe können somit füglich unberücksichtigt bleiben.

Kap. 58. Komparative Intensitäten des Gesamt-Lichtes eines Nebels und des kondensirten Lichtes eines Sternes.

Nach Untersuchung der Fragen vom Volum und von der Dichtigkeit muß man an sich die Frage stellen, ob der schwache, zerstreute Schimmer eines Nebels hinreichend wäre, um auf dem Wege der Konzentration das lebhafteste, durchdringende, flimmernde Licht eines Sternes zu erzeugen.

Herschel hat, wie ich glaube, diese Seite des Problems nicht untersucht. Wenn ich mich nicht täusche, so kann sie mit wenigen Worten beleuchtet werden.

Nichts, — ich beziehe mich, diese Bemerkung zu machen, — beweist fürs Erste, daß die Kondensation der nebelartigen Materie nicht das Licht-Vermögen einer jeden ihrer Molekülen erhöhe. Ich lasse jedoch diese Möglichkeit einer Zunahme an Glanz ganz bei Seite und fasse die Frage ganz einfach so: Sind die auf allen Punkten dieses oder jenes matt leuchtenden Nebels verbreiteten Schimmer, im Ganzen genommen, dem Lichte dieses oder jenes Sternes gleich?

Man hat kein Experimental-Mittel, wodurch die aus der ganzen Oberflächen-Ausdehnung eines großen Nebels ausströmenden Schimmer sich in einem einzigen Punkte gehörig vereinigen ließen. Die umgekehrte Operation ist dagegen leicht. Entfernt man nach und nach das Okular eines Fernrohres von dem Plaze, den es bei deutlicher Vision einnimmt, so sieht man das Bild jedes Sternes allmählig zunehmen und an Intensität verlieren. Breitet man so eines dieser Bilder dergestalt aus, daß es fast das ganze Gesichtsfeld einnimmt, so sieht dasselbe am Ende eben so matt schimmernd aus, als die milchichten Nebel. Hat man es aber einmal so weit gebracht, so führen Berechnungen, worin verschiedene Elemente, verschiedene Berichtigungen figuriren, die ich hier nicht wohl vollständig aufzählen

könnte, ohne die mir vorgeschriebenen Grenzen zu überschreiten, zu den gesuchten Resultaten, ich meine zu den numerischen Annäherungen, die zwischen den Intensitäten der auf der großen Ausdehnung der milchichten Nebel zerstreuten Gesammt-Lichter und zwischen den konzentrirten Lichtern der Sterne bestehen. Die Resultate dieser Erfahrungen, dieser Berechnungen bekräftigen die Ideen Tycho's, Kepler's und Herschel's über die Umgestaltung der Nebel in Sterne.

Kap. 59. Veränderungen, die man in gewissen Nebeln beobachtet hat.

Bei Vergleichung seiner Beobachtungen aus den Jahren 1780 und 1783 mit denen vom Jahre 1811 fand Herschel, daß der Nebel im Orion in Beziehung auf Form und Ausdehnung sich merklich geändert hatte. Dies hieß, um mich eines Ausdrucks von Fontenelle zu bedienen, die Natur auf der That ertappen.

Boulliaud, Kirch, Legentil glaubten schon in den Jahren 1667, 1678 und 1759, daß der Nebel in der Andromeda große Veränderungen erleide. Mairan sagte das Gleiche vom Nebel im Orion und stützte sich auf die Autorität Godin's und Fouchy's; die Astronomen blieben jedoch im Zweifel. Sie bemerkten, und zwar nicht ohne Grund, daß die Beobachtungen so matt schimmernder, so unbestimmter Gegenstände, um sich gehörig mit einander vergleichen zu lassen, zu allen Zeiten mit gleich starken Fernröhren gemacht werden sollten; diese Bedingung aber war nicht erfüllt worden. Herschel verlor sie dagegen nicht im Geringsten aus dem Auge. Sein Teleskop vom Jahre 1811 war von dem Instrumente vom Jahre 1783 nicht verschieden. Dies gab ihm die Kühnheit, zu sagen: Ich habe Veränderungen nachgewiesen. (Philos. Trans. 1811, S. 324.) Der Beweis schien indessen nicht so unwidersprechlich zu sein, daß der Sohn Sir William's jüngst nicht für nöthig erachtet hätte, selbst in die Reihen der Zweifler zu treten. Das schöne Memoire John Herschel's liegt zu sehr außer meinem Plane, als daß ich es hier analysiren könnte.

Ap. 60. Planetarische Nebel. Muß man behufs der Erklärung des gleichförmigen Glanzes ihrer Scheiben durchaus voraussetzen, die nebelartige, matt schimmernde Materie sei undurchsichtig, sobald sie zu einem gewissen Grade von Konzentration gelangt ist?

Herschel nannte so Nebel, die ihrer Form nach mit den Planeten unsers Systems Ähnlichkeit haben. Sie sind kreisförmig oder ein klein wenig elliptisch; einige sind scharf begränzt, andere scheinen mit einem leichten Nebel umgeben zu sein; ihr Licht ist auf der ganzen Ausdehnung der Scheibe gleich lebhaft. Unter den von Herschel entdeckten planetarischen Nebeln finde ich welche mit 10, 15, 30 und sogar 60 Sekunden Durchmesser.

Herschel sah die physische Konstitution der planetarischen Nebel als etwas sehr Problematisches an. Seine reiche Phantasie hatte ihm in dieser Beziehung nichts sehr Plausibles, nichts ganz Befriedigendes an die Hand geben können. Man konnte diese Körper mit den aus Sternen bestehenden kugelförmigen Nebeln nicht wohl in eine Linie stellen, ohne zu erklären, warum ihr Licht nach dem Mittelpunkte hin keine Intensitäts-Zunahme zeigte. Die planetarischen Nebel in eigentliche Sterne umzuwandeln, hieß alle Analogien mit Füßen treten, hieß Sterne mit wirklichen Durchmessern, 13000 größer, als der Sonnen-Durchmesser (Durchmesser von 4600 Millionen Stunden) schaffen, hieß dieser Art von Gestirnen eine Art matten Lichts zuschreiben, das kein Stern bis jetzt gezeigt hat.

Nach langem Hin- und Herdenken blieb Herschel endlich bei der Meinung stehen, daß die planetarischen Nebel schon stark kondensirte Agglomerate der nebelartigen Materie sein könnten. Diese Assimilation, man darf es sich nicht verhehlen, macht eine Hypothese nöthig, die nicht sehr natürlich zu sein scheint. Um zu erklären, warum der Glanz der planetarischen nebelartigen Scheiben im Mittelpunkte nicht merklich stärker ist, als an den Rändern, muß man annehmen, das Licht komme nicht aus der ganzen Tiefe des Nebels (sonst würde seine In-

tenfität mit der Anzahl materieller und strahlender Theilchen, die in der Richtung eines jeden Gesichtsstrahls enthalten sind, zunehmen), darf man die Strahlen nur von der Oberfläche kommen lassen, muß man, mit andern Worten, zugeben, die nebelartige, milchichte Materie, oder wie man sie sonst nennen mag, höre, sobald sie zu einer gewissen Dichtigkeit gelangt sei, auf, durchsichtig zu sein.

Meines Bedünkens könnten alle diese Voraussetzungen süglich vermieden werden, wenn man annehmen wollte, die planetarischen Nebel seien Nebelsterne in so großer Entfernung von der Erde, daß der Central-Stern den matten Schimmer, womit er umgeben ist, nicht mehr zu überstrahlen vermag. Es wäre überflüssig, hier das, was ich weiter oben gesagt habe, zu wiederholen; ich verweise daher den Leser, den diese Betrachtungen interessiren könnten, auf das Kap. 40.

Ich füge nur noch ein Wort hinzu, um bemerklieh zu machen, wie unflug es wäre, wenn man aus den Entwicklungen der nebelartigen Materie, aus den verschiedenen Formen, die sie bei ihrer Anhäufung annehmen kann, allzu absolute Folgen ziehen wollte. Hat man nicht jüngst behauptet, es stehe in dem Nebel im Orion die milchichte Substanz nicht in unmittelbarer Berührung mit den Sternen des berühmten, allen Astronomen so wohl bekannten Trapezes? Hat man nicht gesagt, diese Sterne seien in der Mitte des Nebels gleichsam isolirt, es umgebe sie ein schwarzer Raum? Die Astronomen haben, gestehen wir es frei, noch nicht bewiesen, daß man in dem Phänomene, wovon ich so eben gesprochen habe, etwas Anderes, als eine bloße Wirkung des Kontrastes erblicken dürfe; Nichts beweist uns, daß dies etwas Anderes sei, als ein sehr schwaches Licht, das, wenn es mit einem lebhafteren Lichte in Berührung kommt, verblaßt. Um alle Zweifel zu heben wird man mittelst der Reflexion eines planen (ebenen) und parallele Flächen habenden durchsichtigen Spiegels, der vor dem Objektiv eines Refraktors oder vor der Oeffnung eines Reflektors anzubringen wäre, das Bild irgend eines Sterns auf das Bild des Nebels werfen und untersuchen müssen, ob das so zurückgeworfene Bild des Sterns gleich-

falls mit einem schwarzen Rande umgeben zu sein scheinen wird. Einstweilen berechtigt uns Alles zu der Annahme, daß die milchichten Molekülen in den unermesslichen Regionen des Raumes Kräften gehorchen, wovon wir gar keinen Begriff haben. Die Beobachter, welche die ungeheuren und oft fast augenblicklichen Veränderungen des Halley'schen Kometen bei seinem letzten Erscheinen verfolgt haben, werden mir beistimmen; sie werden, so hoffe ich, die Umsticht, die ich ihnen in diesem Stücke anempfehle, ganz natürlich finden.

Kap. 61. Nebelartige kosmische Materie, die nicht von selbst leuchtend und unvollkommen durchsichtig ist.

Herschel glaubte mit Hülfe der Beobachtungen, die ich so gleich anführen will, dargethan zu haben, daß es außer der nebelartigen von selbst leuchtenden Materie, wovon wir so viel gesprochen haben, in dem Raume noch eine andere, gleichfalls nebelartige, aber nicht strahlende und unvollkommen durchsichtige gebe.

Im Monate März 1774 bemerkte der berühmte Astronom nördlich von dem großen und schönen Nebel im Orion, zu beiden Seiten des berühmten Nebelsterns, auf den Mairan aufmerksam gemacht hat, zwei andere kleinere Sterne, die gleichfalls von kreisförmigen Nebeln umgeben waren.

Im Monate December 1810 waren die Nebel der zwei kleinen Sterne verschwunden. Am 19. Januar 1811 bemerkte man sogar mit dem 39füßigen Teleskope keine Spur davon. Was den Nebel des Hauptsterns anbelangt, so war er nur bedeutend schwächer geworden.

Herschel hielt die fraglichen drei Nebel für nichts Reelles. Erblickt man einen Stern durch einen Nebel hindurch, so scheint er im Mittelpunkte eines Strahlenscheins zu sein. Dieser Strahlenschein besteht aus einem Theile des Nebels, der vom Sterne erleuchtet ist. Eine ähnliche Ursache erzeugte, der Meinung des berühmten Astronomen zufolge, die im Jahre 1774 um die drei so eben angeführten Sterne herum beobachteten Nebel; nur war an die Stelle des gewöhnlichen Nebels eine kosmische Ma-

terie getreten, die uns näher war, als die drei Sterne, indessen in den hohen Regionen des Firmaments sich befand und mit dem großen Nebel im Orion in unmittelbarer Verbindung stand. Die Materie glänzte mit keinem eigenen Lichte, weil man in einer gewissen Entfernung von den drei Sternen keine Spur davon sah. Sie warf die Sternstrahlen, die sie unter fast senkrechtem Einfall durchdrangen, stark gegen das Auge hin zurück; es fehlte ihr jene außerordentliche Durchsichtigkeit, womit der Geist die in den Himmelsräumen befindlichen gasartigen Materien so gern ausstattet; endlich hörte sie, der Konzentrations-Bewegung, welche die ganze Materie des Huygen'schen Nebels erleidet, gehorchend, im Jahre 1810 auf, genau zwischen die beiden kleinen Sterne und uns zu treten und so ward das im Jahre 1774 so sichtbare Phänomen 36 Jahre darauf durchaus unsichtbar ¹⁾.

Dies ist, wenn ich sie anders recht verstanden habe, die Herschel'sche Theorie. Ich will hier nicht untersuchen, ob es nicht einfacher gewesen wäre, wenn man die kreisförmigen Nebel der Sterne im Orion mit den leuchtenden Atmosphären der gewöhnlichen Nebelsterne vergliche, wenn man sodann das Schwächerwerden des größeren und das Verschwinden der beiden andern einer Bewegung der Atmosphären nach dem Mittelpunkte eines jeden Sterns hin zuschriebe. Ich sehe in den Beobachtungen Nichts, wogegen diese Erklärungsweise vor der Hand anstoßen könnte; indessen darf man, wenn man sich von den Ansichten des unsterblichen Slougher Astronomen entfernt, immer nur mit der größten Behutsamkeit zu Werke gehen.

¹⁾ Das Verschwinden eines Stern-Nebels wäre, wenn erwiesen, ein höchst außerordentliches und folgenreiches Phänomen; daher glaubte ich auch untersuchen zu müssen, ob die Annalen der Wissenschaft nicht etwa eine Thatsache, analog den beiden von Herschel angeführten, aufzuweisen hätten. Ich habe, wie ich glaube, nicht umsonst gesucht. Lacaille sah während seines Aufenthalts auf dem Kap (der guten Hoffnung) in dem Sternbilde des Schiffes Argo (310 Bode) fünf kleine Sterne mitten in einem Nebel, wovon Herr Dunlop mit weit besseren Instrumenten im Jahre 1825 durchaus keine Spur bemerkte.

Kap. 62.

Milchstraße.**Meinungen der Alten über die Milchstraße.**

So nennt man einen weißlichen Lichtgürtel, den Jedermann an der gestirnten Sphäre bemerkt hat. Jedermann weiß auch, daß dieser Gürtel ganz um das Firmament herumgeht, daß er nahe in der Richtung eines größten Kreises den ganzen Himmel umzieht, jedoch nicht ohne eine spitzige Gabeltheilung erlitten zu haben, woraus der sekundäre Bogen entsteht, der, nachdem er von dem Hauptbogen in einer Ausdehnung von etwa 120 Graden getrennt geblieben ist, sich aufs Neue mit ihm vermischt ¹⁾).

Die Milchstraße hatte die Aufmerksamkeit der alten Philosophen aufs Lebhafteste erregt. Manilius beschreibt in seinem Gedichte sehr weitläufig die Sternbilder, durch welche sie sich hinzieht. Auch theilt er die meisten Erklärungen mit, die man von einem so großartigen Phänomene gegeben hatte. Diese Früchte griechischer Phantasie, die, welche man bei noch andern Schriftstellern des Alterthums auffinden könnte, dürften heut zu Tage die Ehre einer ernsteren Untersuchung nicht verdienen. Was kann der Wissenschaft, fast möchte ich sagen, ihrer Geschichte daran liegen, ob Aristoteles von der Milchstraße gesagt hat, „sie sei ein in der mittleren Region befindliches leuchtendes „Meteor?“ Und wenn man den Ursprung dieses ungeheuren weißlichen Gürtels sogar in den Milchtropfen gesucht hat, welche Herkules als Kind von der Brust der Juno lassen ließ ²⁾, in

¹⁾ Die Breite der Milchstraße scheint sehr ungleich zu sein. An einigen Stellen beträgt sie nicht über 5°. An andern beträgt diese Breite 10 und sogar 16°. Ihre beiden Zweige nehmen zwischen dem Schlangenträger und Antinous mehr als 22° der Sphäre ein.

²⁾ Als der große Condé eine Milchkur gebrauchte, so besang ein damaliger Dichter die wahren oder eingebildeten Eigenschaften der kostbaren

der Feuer-Spur, welche der Wagen Phaetons oder irgend ein Gestirn zurücklassen mußte, das ehemals plötzlich seine gewöhnliche Stelle verließ und den Raum durchirrte, wen kümmert das heut zu Tage? Muß man daran erinnern, daß nach Denopides und Metrodor die Milchstraße die Bahn ist, welche die Sonne ehemals verließ, als sie ihrem jehigen Zodiakal-Laufe näher kam, die Grenz-Bahn, worauf das Gestirn lange genug verweilte, um daselbst unvertilgbare Spuren ihres Weges zurückzulassen? Seitdem die Kometen den festen Sphären, denen die Alten eine so große Rolle in dem Mechanismus des Weltalls zuschrieben, für immer ein Ende gemacht haben, beachtet man eben so wenig eine oft angeführte Stelle bei Makrobius, worin dieser Schriftsteller sagt, Theophrastus sehe die Milchstraße als die Äth- oder Verbindungslinie der beiden Hemisphären an, die, seiner Meinung nach, das Himmelsgewölbe bildeten. Die Sonderbarkeit, Abgeschmacktheit dieser Einfälle veranlaßt mich um so mehr, von einem scharfsinnigen, genialen Gedanken Demokrit's zu sprechen, den Manilius wieder an's Licht gezogen und beleuchtet hat. Wenn die Milchstraße einen so lebhaften Glanz hat, so kommt dies nach der Meinung dieser Philosophen daher, weil die Sterne, in Betracht ihrer ungeheuren Entfernung, zu gedrängt sind, als daß man sie einen um den andern unterscheiden könnte; so kommt dies daher, weil die Bilder so vieler stark zusammengedrängten Gestirne sich mit einander vermischen.

Flüßigkeit in lateinischen Versen. Fontenelle übersezte das Gedicht des Pater Commire. Ich will hier die sich auf die Milchstraße beziehenden Verse anführen:

Voyez ces astres dont à peine
 Il parvient jusqu'à nous une faible lueur:
 C'est là ce même lait qui tomba par malheur
 De la bouche du fils d'Alemène;
 Et comme il eût été perdu,
 Jupiter ménagea ces précieuses gouttes:
 En astres il les changea toutes,
 Et du chemin de lait voilà ce qu'on a su.

Kap. 63. Meinungen der Neuern: Galilei, Wright, Kant,
Lambert.

Sobald Galilei eines seiner ersten Fernröhre auf den Himmel gerichtet hatte, entdeckte er ganze Massen neuer Sterne. Die 6te Größe hörte auf, die äußerste Grenze der Sichtbarkeit zu sein. Das Wehrgehent und das Schwert Orion's, worin die griechischen und arabischen Astronomen nur 8 solche Sterne hatten zählen können, ließen ihrer mehr als 80 erblicken. Die Plejaden zeigten deren 36 anstatt der 6 bis 7 der Alten. Die Milchstraße zeigte besondere Sterne ganz deutlich da, wo man bis dahin nur undeutliche Schimmer erblickt hatte. Daher zog denn auch Galilei die Erklärung Demokrit's wieder an's Licht, stützte sie aber auf bestimmte Beobachtungen und ließ sie so bis zu einem gewissen Punkte aus dem Gebiete der bloßen Muthmaßungen heraustreten. Seitdem ist sie fast allgemein angenommen worden.

Die Erklärung des Demokrit, des Manilius, ließ Umstände, welche die Aufmerksamkeit der Astronomen nicht minder verdienen, als der Glanz und die Weiße der Milchstraße, gänzlich unberührt: ich meine die Form des Phänomens, sein ununterbrochenes Fortlaufen, das fast vollkommene Zusammenfallen seines Hauptzweiges mit einem der großen Kreise der Sphäre. Ein so sonderbares Zusammenfallen, ein so erstaunenswürdiges ununterbrochenes Fortlaufen kann nicht wohl ein Werk des Zufalls sein; es sind dies zwei Dinge, die durchaus physische Ursachen haben müssen. Die Untersuchung, die gründliche Erforschung dieser Ursachen scheint die vorherrschende Idee Herschel's gewesen zu sein. In der Form, in der Lage der immer als ein Agglomerat von Sternen angesehenen Milchstraße glaubte der berühmte Astronom das Geheimniß des Weltbaues, der Anordnung des Weltalls (construction of the heavens) zu finden.

Bevor ich die ungeheuren Arbeiten Herschel's über die Milchstraße analysire, muß ich bemerken, daß drei Denker, wenn auch nicht drei Beobachter, ihm auf dieser Bahn vorangeeilt

waren: diese drei Männer sind Bright von Durham, Kant und Lambert. Wenige Worte werden genügen, um zu zeigen, daß diese drei Namen nicht so ganz vergessen zu werden verdienen, wie dies leider der Fall ist.

Ich habe mir das Memoire Bright's nicht verschaffen können, ich kenne nicht einmal dessen Titel ¹⁾; indessen finde ich, wenn ich bis auf das Jahr 1755 zurückgehe, in der Theorie des Himmels von Kant, daß der Durhamer Gelehrte jede Idee von einer zufälligen und unordentlichen Zerstreuung der Sterne, als mit dem Aussehen der Milchstraße unvereinbar, zurückwies; daß dieses Aussehen ihn im Gegentheil veranlaßte, „eine systematische Anordnung der Sterne um eine „Grundfläche (ground plan) herum anzunehmen.“

Kant vervollständigt sofort die Idee Bright's. Er macht die Bemerkung, daß die Fläche, zu deren beiden Seiten die Sterne gruppiert sind, nothwendig durch die Erde gehen müsse. „Nimmt man an,“ setzt er hinzu, „daß diese Gestirne der fraglichen Fläche näher liegen, als den andern Regionen des Raumes, so wird unser Auge, wenn es in die gestirnte Ebene „dringt, am Umkreise des scheinbaren Gewölbes des Firmaments „sä m t l i c h e der Fläche nahe liegenden Sterne zu erblicken „glauben; sie werden darauf einen Gürtel bilden, der sich vom „übrigen Himmel durch eine größere erleuchtende Intensität „terscheiden wird. Dieser Lichtgürtel wird sich in einem großen „Kreise ausdehnen, weil das Auge des Beobachters nach unserer „Voraussetzung gerade in der Fläche der Sternenschicht ist; diese „Sterne werden endlich, da sie sehr zahlreich und sehr klein sind,

¹⁾ Eben jetzt kommt mir der Gedanke, in dem neulich gedruckten Cataloge der Bibliothek der Königl. Gesellschaft zu London nachzuschlagen; ich lese darin Folgendes: Wright (Thomas). Clavis coelestis: being the explication of a diagram intituled: A synopsis of the universe, or the visible world epitomized, in 4^o. London 1742. Ich weiß nicht, ob es dieses Buch oder dasjenige ist, das ich in der Biographie von Lalande unter dem Titel angezeigt finde: The theory of universe, das Kant angeführt hat. Beide sind älter, als das Werk des Königsberger Philosophen.

„sich nicht von einander unterscheiden; sie werden einen verworrenen, gleichförmig weißlichen Schimmer verursachen, mit andern Worten, eine Milchstraße bilden.“

Kant sah wohl, daß in seiner Hypothese die Erscheinungen des gestirnten Himmels einen gewissen Stufengang beobachten mußten. Daher setzte er denn auch hinzu: „die nicht in der weißlichen Spur der Milchstraße enthaltenen Regionen sind um so sternreicher, je mehr sie sich gerade der Mitte der Spur nähern; der größte Theil der 2000 Sterne, welche das unbewaffnete Auge am Firmamente unterscheidet, ist in einem nicht sehr breiten Gürtel enthalten, dessen Mitte die Milchstraße einnimmt.“

Kant drängte seine Ideen in eine möglichst kleine Anzahl von Worten zusammen, wenn er die Milchstraße „die Welt der Welten“ nannte.

Man findet gleichfalls eine Erklärung der Milchstraße in den zu Leipzig im Jahre 1761 veröffentlichten kosmologischen Briefen. Lambert gelangt durch den Anblick des Himmels zu folgenden Schlüssen: Das Sternensystem ist nicht sphärisch; diese Gestirne sind im Gegentheil fast gleichförmig zwischen zwei, nach allen Richtungen ungeheuer ausgedehnten und vergleichungsweise einander sehr nahe liegenden, Flächen vertheilt; unsere Sonne nimmt eine von dem Mittelpunkte der unermesslichen Sternenschicht nicht sehr entfernte Gegend ein. Es sind dies fast buchstäblich sämmtliche, von Kant in seiner Geschichte des Himmels angenommene Hypothesen. Wie kam es nun aber, daß sechs Jahre nach Veröffentlichung dieses Werkes Lambert der darin entwickelten Ansichten nicht im Mindesten erwähnte? daß 29 Jahre darauf Herschel'n, als er sich an dieselben Probleme machte, nie der Name des Königsberger Philosophen oder der des Mühlhauser Geometers nie unter die Feder kam? Dies sind zwei Fragen, die ich nicht zu lösen vermag.

Kap. 64. Arbeiten Herschel's über die Milchstraße.

Ich beeile mich, zur genauen, umständlichen Analyse, die Herschel an die Stelle der unvollkommenen, flüchtigen Darstellungen seiner Vorgänger treten ließ, überzugehen.

Wir haben gesehen, daß der glänzende Gürtel, dessen physikalische Ursache der große Beobachter finden wollte, möglicher Weise nichts Reelles ist. Es hat uns erschienen, als könnte er gar wohl nur ein täuschender Schein, eine bloße Wirkung der Projektion sein. Eine Zählung der Sterne nur in den Regionen, in denen sie am Meisten zusammengedrängt zu sein scheinen, konnte daher nicht genügen: man mußte auch untersuchen, ob, wenn man sich allmählig von diesen Regionen entfernte, ihre Anzahl regelmäßig oder unregelmäßig abnahm. Eine derartige Arbeit schien die vereinten Bemühungen mehrerer Generationen von Astronomen erfordern zu müssen. Herschel führte sie indessen allein und in wenigen Jahren zu Ende, in so weit es nämlich die Frage von der Milchstraße erheischte. Die von ihm dabei befolgte Methode hat in Folge ihrer Resultate einen hohen Grad von Berühmtheit erlangt. Zudem war sie sehr einfach und bestand, nach dem malerischen Ausdrucke des großen Beobachters, in der Ausmessung (im Eichen) des Himmels (gaging the heavens).

Um den relativen mittleren Sternen-Reichtum zweier Regionen des Firmaments zu bestimmen, bediente sich der Beobachter eines Spiegel-Teleskops, dessen Feld einen Kreis von 15 Minuten Durchmesser umfaßte. Gegen die Mitte der ersteren dieser Regionen hin zählte er nach und nach die Zahl von Sternen, die in zehn an einander stoßenden oder wenigstens einander sehr nahe liegenden Feldern enthalten waren. Er addirte diese Zahlen und dividirte die Summe mit zehn. Der Quotient war der mittlere Reichtum der erforschten Region. Die nämliche Operation, die nämliche numerische Berechnung gaben ihm ein analoges Resultat für die zweite Region. War dieses letztere Resultat zwei-, drei-, zehnmal so stark als das erste, so zog er daraus mit vollem Rechte den Schluß, daß bei gleicher Ausdehnung eine dieser Regionen 2, 3, 10 Mal mehr Sterne, als die andere enthalte, daß sie einen zwei-, drei-, zehnfachen Reichtum an Sternen darbiete, daß in ihr die Sterne 2, 3, 10 Mal gedrängter beisammen seien.

Die Tafel der Himmels-Ausmessungen, welche einen Theil

des im Jahre 1785 im 75sten Bande der *Philosophical transactions* abgedruckten *Memoires* ausmacht, bietet Regionen dar, wo die mittlere Anzahl von Sternen, welche das Feld des Herschel'schen Spiegel-Teleskopes umfaßte, nur 5, 4, 3, 2, 1 ist. Man findet darin sogar Regionen, wo man wenigstens 4 auf einander folgende Felder brauchte, um 3 Sterne zu finden. An andern Stellen enthielten dagegen diese so engen Felder, diese kreisförmigen Grundflächen von 15 Minuten Durchmesser 300, 400, 500, ja 588 Sterne! Richtete man das Teleskop auf die sterreichsten Regionen, so erblickte das Auge am Okular in dem kurzen Zeitraume von einer Viertelstunde 116000 Sterne! Diese numerischen Resultate gehen wirklich in's Ungeheure. Das Wort ungeheuer wird, was die Zahl 116000 anbelangt, demjenigen durchaus nicht übertrieben vorkommen, der darweiß, daß die mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Sterne, womit der Himmel während sämtlicher Nächte des Jahres übersät ist, sich im Ganzen auf etwa 5000 belaufen, und daß die Alten bei ihren Zählungen nicht über 1022 hinausgekommen waren. Man wird das Wort gleich natürlich finden, wenn man es auf die 400, 500, 600 Sterne anwendet, die man zu gleicher Zeit in dem Teleskope sah, wofern man bemerkt, daß das Feld des Instruments von einem Durchmesser von 15 Minuten nur den 4ten Theil der scheinbaren Oberfläche der Sonne umfaßte.

Das allgemeine Aussehen der Milchstraße, ihre Gestalt, ihre Zusammensetzung, wie man sie aus teleskopischen Beobachtungen abgenommen hat, erklären sich ganz einfach, wenn man mit Herschel voraussetzt, daß Millionen fast gleich weit von einander absteheuder Sterne ein, zwischen zwei fast ebenen, parallelen und einander nahe liegenden, aber unendlich verlängerten Oberflächen enthaltenes, Lager (*a stratum*) bilden; daß so das Lager oder die Schicht in Vergleichung mit den unberechenbaren Distanzen, bis zu welchen die beiden, dieses Lager enthaltenden, ebenen Oberflächen sich nach allen Richtungen hin ausdehnen, sehr dünn, daß unsere Sonne, das Gestirn, um welches sich die Erde herumwälzt und von dem sie sich nie entfernt, einer der zu diesem Lager gehörigen Sterne, daß endlich unsere Stelle wenig von

dem Mittelpunkte dieser Sterngruppe entfernt ist; daß wir sowohl hinsichtlich der Dicke, als aller übrigen Dimensionen nahe die Mitte derselben einnehmen. Hat man diese Voraussetzungen einmal zugegeben, so wird man leicht begreifen, daß ein in der Richtung der ungeheuren Dimensionen des Lagers laufender Gesichtsstrahl dort überall auf eine Menge von Sternen stoßen, oder wenigstens, daß er so nahe an ihnen vorbeigehen wird, daß sie einander zu berühren scheinen werden; daß dagegen in der Richtung der Dicke die Zahl der sichtbaren Sterne vergleichungsweise kleiner und gerade im Verhältnisse der halben Dicke zu den andern Dimensionen des Lagers sein, daß bei dem Uebergange der mit den großen Dimensionen zusammentreffenden Gesichtslinien in die Querrichtungen in dieser Hinsicht eine plötzliche Veränderung eintreten wird; daß die größten Dimensionen des Lagers sich so durch eine scheinbare Gedrängtheit der Sterne, ein Maximum offenbaren Lichtes, ein milchichtes Aussehen auf dem Firmamente angedeutet, oder, wenn man will, gezeichnet finden werden; daß endlich das Licht-Maximum ein großer Kreis der himmlischen Sphäre zu sein scheinen wird, da die Erde als der Mittelpunkt dieser Sphäre angesehen werden kann, da das Lager eine ihrer Durchschnittsflächen ist und da jede Durchschnittsfläche einer Sphäre, jede durch ihren Mittelpunkt gehende Ebene sie nothwendig in zwei gleiche Theile theilt, oder, was auf dasselbe herauskommt, sie nach einem ihrer großen Kreise durchschneidet. Der sekundäre Bogen, der sich von dem Hauptbogen der Milchstraße gegen den Cepheus und die Cassiopeia hin trennt und zwischen dem Skorpion und Schützen sich wieder mit ihm vereinigt, offenbart uns die Existenz eines Sternenslagers, das mit dem Hauptlager einen kleinen Winkel bildet, nahe bei der Gegend, welche die Erde einnimmt, auf dasselbe stößt und nicht darüber hinausgeht.

Kurz, wenn wir in gewissen Richtungen weit mehr Sterne sehen, als in andern; wenn die Regionen mit sehr gedrängt beisammen stehenden Sternen einen der großen Kreise der Sphäre bilden; wenn der Hauptbogen in einer Ausdehnung von etwa 120° doppelt ist, so kommt dieß daher, weil wir uns

in einer sehr ausgedehnten und verhältnißmäßig sehr dünnen Gruppe befinden und fast gerade die Mitte derselben einnehmen; weil eine zweite Gruppe von derselben Gestalt gegen die Regionen hin, wo unsere Sonne und folglich unsere Erde sich befinden, auf die erste stößt.

Nimmt man an, die Sterne der Milchstraße seien im Ganzen in allen Regionen dieses Nebels gleich vertheilt; gibt man ferner zu, der Beobachter messe diesen so merkwürdigen Theil des Himmels mit einem Instrumente aus, dessen Stärke die äußersten Grenzen des Sternens lagers in jeder Richtung zu erreichen vermag, so wird die Anzahl der in dem Gesichtsfelde des Teleskops enthaltenen Sterne für jede Beobachtung mit der Länge der zwischen dem Auge des Astronomen und der äußersten Grenze des Lagers begriffenen Linie so innig verbunden sein, daß eine dieser Größen sich beständig aus der andern berechnen lassen wird. Nachdem Herschel unsern Nebel ausgemessen, nachdem er, wie weiter oben gesagt worden ist, dessen Reichthum an Sternen in allen Richtungen geschätzt hatte, so konnte er sofort die entsprechenden geradlinigen Dimensionen desselben darnach berechnen. Die Tafel, die sein Memoire vom Jahre 1785 enthält, gibt die Distanzen der Erde von den Grenzen der Milchstraße; hierbei ist die Distanz der Erde von Sirius als 1 angenommen:

Enthält das Feld des Teleskops	}	1 Stern, so ist die fragliche Distanz	58
		10 Sterne,	127
		20	160
		50	218
		100	275
		200	347
		300	397
		400	437
		500	471
		600	500

Ohne aus dem Kreise der direkten Beobachtungen getreten zu sein, finden wir so, daß der Nebel eine 100 Mal größere Ausdehnung in einer Richtung, als in einer andern hat. Die hier angeführten Zahlen sind die, deren der sorgfältige Beob-

achter sich bedient hat, um eine Durchschnittsansicht und sogar eine Figur nach drei Dimensionen von dem großen Nebel zu geben, worin unser Sonnensystem eingeschlossen ist, von dem Nebel, worin unsere Sonne als ein unbedeutender Stern und die Erde als ein unbemerkliches Sandkörnchen erscheint.

Kap. 65. Wird die Milchstraße ewig in ihrer jetzigen Gestalt bestehen? Zeigt sie nicht bereits Spuren einer Verrückung (Dislokation), einer Auflösung?

Herschel hat durch tausend und aber tausend Beobachtungen deutlich nachgewiesen, daß die Weiße der Milchstraße größtentheils von Agglomeraten von Sternen herrührt, die zu klein, zu schwach sind, als daß sie einzeln unterschieden werden könnten. Die in gewissen Verhältnissen mit den Sternen vermischte nebelartige Materie spielt hier eine Rolle, wie bei mehreren auflösbaren Nebeln; es ist dies aber eine augenscheinlich untergeordnete Rolle.

Fast überall, wo nahe beisammen stehende Sterne sich unsern Blicken außerhalb der scheinbaren Grenzen der Milchstraße dargeboten haben, haben wir gesehen, daß sie sich um mehrere Mittelpunkte herum zu gruppieren suchen; daß sie, wie die verschiedenen Körper unsers Sonnensystems, einer anziehenden Kraft zu gehorchen scheinen; daß diese Kraft endlich in gewissen abgerundeten Gruppen bereits gewirkt, daß sie dort schon sehr bedeutende Verdichtungen hervorgebracht hat. Warum sollten die Sterne des großen Nebels, zu welchem wir gehören, mehr als die andern dieser Art von Wirkung entgangen sein? Wenn sie ehemals gleich vertheilt waren, so hat dieser Zustand aufhören müssen und wird mit jedem Tage mehr aufhören. Die Thatfachen bestätigen diese Schlüsse unserer Vernunft. Die Sterne haben, weit entfernt, auf der ganzen Ausdehnung der Milchstraße sich als gleich vertheilt herausstellen, dem mit seinen Teleskopen bewaffneten Herschel 157 besondere, abgegrenzte Gruppen gezeigt, die dem Kataloge der Nebel einverleibt worden sind, 18 ähnliche auf den Grenzen, an den Rändern desselben Gürtels gelegene Gruppen nicht mitbegriffen.

Derjenige, welcher während einer dunkeln und ganz heitern Nacht den zwischen dem Schützen und Perseus enthaltenen Theil der Milchstraße mit dem Auge verfolgt, bemerkt darin 18 durch den besondern Glanz ihres Lichtes vollkommen charakterisirte Regionen.

Ich will einige derselben hersehen.

Man bemerkt . . . einen sehr glänzenden Flecken unter dem Pfeile des Schützen; einen sehr glänzenden im Sobieski'schen Schilde; einen glänzenden nördlich und etwas westlich von den drei Sternen des Adlers; einen schwachen und langen, der auf die Schulter des Dphiuchus folgt; drei glänzende bei den Sternen α , β und γ des Schwans; drei gegen die Cassiopeia hin und in derselben; einen sehr glänzenden in dem Hefte des Schwertes des Perseus;

(zwischen α und γ Cassiopeia ist eine sehr dunkle Stelle).

Rein mit dem Teleskope auflösbarer Theil der Milchstraße hat Herschel'n in so großem Maßstabe so augenscheinliche Zeichen einer Konzentrations-Bewegung der Sterne dargeboten, als der Raum, der β und γ des Schwans von einander trennt. Bei Ausmessung dieses Raumes in einer Breite von etwa 5° und nach der schon beschriebenen Methode fand Herschel, daß man darin 331 tausend Sterne zählen könnte. Diese ungeheure Gruppe zeigt schon eine Art Theilung; 165000 Sterne scheinen nach einer Seite hinzugehen und 165000 nach der andern.

Alles rechtfertigt somit die Meinung des berühmten Astronomen. Im Laufe der Zeiten wird die Konzentrations-Kraft (the clustering power) unfehlbar die Zerstückelung, Zerreißung, Dislokation (Verrückung) der Milchstraße herbeiführen.

Kap. 66.

Von der Sonne.

Herschel hat sich viel mit der Sonne beschäftigt, aber nur in Beziehung auf deren physische Konstitution. Die Beobachtungen, die der berühmte Astronom in dieser Hinsicht gemacht, die Folgerungen, die er daraus gezogen hat, stehen eben so hoch, als die sinnreichsten Entdeckungen, welche die Wissenschaften ihm verdanken.

Kap. 67. Wer hat die Sonnenflecken zuerst beobachtet?

Kepler gab den ersten Beobachtungen der Sonnenflecken ein sehr altes Datum, indem er sich auf zwei Verse Virgil's berief. Im ersten sagt der Dichter:

„Wann die aufgehende Sonne sich mit Flecken übersäet zeigen wird.“

Will man, setzte Kepler hinzu, in diesen Worten nur eine Anspielung auf Wolken erblicken, so setze ich dieser Auslegung den andern Vers entgegen:

„Wenn den Flecken sich die Farbe des Feuers beigeßelt.“

In den chinesischen Jahrbüchern des Vater Mailla liest man, daß im Jahre 321 unserer Zeitrechnung auf der Sonne Flecken gewesen seien, die man mit bloßem Auge bemerkt habe.

Bei ihrer Ankunft in Peru fanden, nach Joseph Alkosta, die Spanier, daß die Eingeborenen die Sonnenflecken bemerkt hatten, ehe noch die Existenz derselben in Europa erwiesen worden war.

Mehrere Geschichtschreiber aus der Zeit Karls des Großen erzählen, daß im Jahre 807 ein starker Fleck sich auf der Sonne acht Tage hinter einander gezeigt habe. Man vermuthete, dieser Fleck sei der Planet Merkur, ohne zu bedenken, daß dieses Gestirn nach seinen bekannten Bewegungen sich unmöglich acht Tage lang auf die Sonne projiciren konnte.

Nicht auf die Dauer, sondern auf die Größe werden wir uns berufen, um zu beweisen, daß angebliche Beobachtungen Merkur's über der Sonne, welche von Averrhoes, Scaliger und von Kepler selbst am 28. Mai 1607 gemacht worden waren, nichts Anderes, als Beobachtungen von Sonnenflecken waren. Merkur erscheint in seiner unteren Konjunktion, wenn er über die Sonne zu stehen kommt, blos unter einem Winkel von 12 Sekunden; nun aber ist ein runder Gegenstand von 12'', stände er auch über der Sonne, mit freiem Auge nicht sichtbar. Im Jahre 1761 konnte man kaum die dunkle Scheibe der Venus mit ihrem Durchmesser von 58'' so sehen. Zudem blieben mehrere Astronomen bei dem Glauben, die nicht mit Fernröhren bewaffneten Beobachter des großen Planeten hätten sich mehr auf ihre Phantasie, als ihre Augen verlassen. Sie beriefen sich hauptsächlich auf die vergeblichen Versuche, die Gassendi gemacht hatte, um unter andern am 10. September 1621 einen Flecken, dessen mit dem Mikrometer gemessener Durchmesser $1\frac{1}{3}$ Minute betrug, ohne Fernrohr zu sehen.

Die Zeitgenossen Karls des Großen, des Averrhoes, Scaliger, Kepler, sahen Sonnenflecken, ohne es zu ahnen. Sie können daher auf die Entdeckung dieses Phänomens keinen Anspruch machen. Nimmt man die Angaben des Pater Mailla und des Joseph Alkosta buchstäblich, so wären die Ansprüche der Chinesen und Peruaner besser begründet. Uebrigens kann man, — wenn es anders wahr ist, daß unter diesen Völkern es einigen Individuen, die mit einem besonders guten Gesichte begabt waren oder ziemlich seltene atmosphärische Umstände benützten, gelang, ungeblendet in die Sonne zu schauen und dort Flecken zu erblicken, — behaupten, daß sie nie eine nützliche Folgerung daraus zogen.

Unter den Neuern hat die Entdeckung der Sonnenflecken zu einem heftigen und unordentlichen Streite Anlaß gegeben. Hat der Streit zu keinen entscheidenden und allgemein angenommenen Folgen geführt, so kommt dies daher, weil man nie von einer gemeinschaftlichen und festen Grundlage ausgegangen ist; weil, anstatt für die unverjährbaren Rechte der Wahrheit zu kämpfen, Jeder mehr oder minder nur den Interessen der Eigen-

liebe dieses oder jenes Landes Geltung zu verschaffen gesucht hat. Es gibt nur eine vernünftige und gerechte Art, die Geschichte der Wissenschaften zu schreiben, und diese ist, daß man sich, wie ich sogleich thun werde, ausschließlich auf veröffentlichte Schriften von gewissem Datum stützt; verfährt man anders, so ist Alles Verwirrung und Dunkelheit ¹⁾).

Das erste gedruckte Werk oder Memoire über die Sonnenflecken, das man kennt, ist betitelt: *Joh. Fabricii Phrysi, de maculis in Sole observatis et apparente earum cum Sole conversione Narratio, et Dubitatio de modo eductionis specierum visibilium. Wittebergae 1611, in 4°.* Die Zueignung ist vom 13. Juni 1611 datirt.

Die pseudonymen Briefe Scheiner's, die Briefe des vermeintlichen Apelles an Velsler, eine obrigkeitliche Person (Bürgermeister) von Augsburg sind erst im Monat Januar 1612 gedruckt worden.

Die erste veröffentlichte Schrift Galilei's über die Sonnenflecken, *Epistola ad Velsorum de maculis solaribus* fällt in das Jahr 1612; das Werk, betitelt: *Storia e dimostrazioni intorno alle macchie solari e loro accidenti — Roma —* ist vom 13. Januar 1613.

Dem Datum der Veröffentlichung nach gebührt also dem Johann Fabricius unstreitig die Ehre, die Sonnenflecken entdeckt zu haben.

In der ersten, am Ende des Kapitels folgenden Anmerkung, worin ich die Grundsätze auseinandersehe, welche meiner Meinung nach die Geschichtschreiber der Wissenschaften beständig leisten müssen, sage ich, daß akademische Mittheilungen, Vorlesungen, vor einem zahlreichen Publikum gehalten, manchmal wirklichen Veröffentlichungen gleich geachtet werden können. Sehen wir nun, ob in vorliegendem Falle derartige Ansprüche, Dokumente, welche obigen Ausspruch modifiziren könnten, wirklich geltend gemacht werden.

Von einer akademischen Mittheilung keine Spur. Vielleicht

¹⁾ Man sehe die Zusätze am Ende dieses Kapitels.

wird man einer öffentlichen Vorlesung, die zu Rom im Jahre 1611 vor einigen vornehmen italienischen Herren im Garten des Kardinals Bandini gemachte Beobachtung der Sonnenflecken gleich stellen wollen. Die Angabe des Jahres genügt hier nicht: man muß auch den Monat wissen; nun aber werden zwei Zeugnisse beigebracht. Der Erzbischof Dini erklärte den 2. Mai 1615, er sei mit Galilei zur Zeit der besagten Beobachtung im Garten des Quirinals gewesen, ohne jedoch dabei die Zeit zu nennen; der Herausgeber der Werke Galilei's führt aber die im Garten des Monte-Cavallo gemachten Beobachtungen bis auf den Monat April oder Mai 1611 zurück.

Monsignor Guccia bezeugte seinerseits den 16. Juni 1612, Galilei habe mit ihm vor mehr als einem Jahre von denselben Flecken gesprochen (diede notizia a bocca). Streng genommen brauchen wir somit nicht weiter, als bis auf den 15. Juni 1611 zurückzugehen. Nehmen wir den Monat Mai als das wirkliche Datum an. Dieses aber scheint uns nothwendig später zu sein, als das der Beobachtung des holländischen Astronomen. Fabricius datirte in der That die Zueignungsschrift seines Buches vom 13. Juni 1611; nun aber ist in diesem Buche die Rede von Flecken, die, nachdem sie auf der Scheibe beobachtet worden waren, im Westen verschwanden und sich hierauf am entgegengesetzten Rande zeigten. Man würde gewiß nicht über die Grenzen der Wahrscheinlichkeit hinausgehen, wenn man auf zwei bis drei Monate die Zeit anschlüge, die dazu nöthig war, um solche Beobachtungen zu machen, um sie an eine plausible Theorie anzuknüpfen, um das bekannte, wenn auch nicht sehr voluminöse Werk zu verfassen und zu drucken. Diese Hypothese würde uns bis auf die ersten Tage des Monats März oder April zurückbringen. Fabricius erklärte übrigens, seine Beobachtungen seien in die ersten Wochen von 1611, das heißt in eine Zeit gefallen, wo ihn Nichts vermuthen lassen konnte, daß seine Entdeckung zu Prioritätsfragen Anlaß geben würde.

Scheiner führt seine ersten Beobachtungen der Sonnenflecken etwas unbestimmt bis auf die Monate April oder Mai 1611

zurück, aber kein bestimmtes Zeugniß kommt dieser Angabe zu Hülfe. Sehen wir hinzu, daß, wie Scheiner selbst sagt, die Erscheinung der Flecken zu Anfang des Jahres 1611 seine Aufmerksamkeit nur wenig auf sich zog und daß er sich erst im October 1611 ernstlich damit beschäftigte. Um letztere Zeit suchte er sich noch davon zu überzeugen, ob die Flecken Unreinigkeiten oder Fehler in den Gläsern seien oder nicht; was konnten somit die vorgeblichen Beobachtungen vom Monate Mai sein?

Zusätze zum 67. Kapitel.

Welche gegründete Klage könnte wohl derjenige erheben, der, mit seinen Entdeckungen, wie der Karge mit seinen Schätzen geizend, sie vergräbt, sie nicht einmal ahnen lassen will, aus Furcht, irgend ein anderer Experimentator möchte sie entwickeln oder befruchten? Das Publikum ist demjenigen Nichts schuldig, der ihm keinen Dienst geleistet hat. Ha! ich verstehe euch! Ihr wollet euch die nöthige Zeit nehmen, um euer Werk zu vervollständigen, es in allen seinen Verzweigungen zu verfolgen, die nützlichen Anwendungen desselben zu zeigen! Es steht dies euch frei, meine Herren! aber auf eure Gefahr. Uebrigens sind eure Besorgnisse, beraubt zu werden, übertrieben. Hat die wissenschaftliche Welt es je unterlassen, mit ihren beißenden Sarkasmen, ihrem gerechten Zorne, ihrer darnieder schmetternden Verachtung die unfruchtbaren Köpfe zu verfolgen, welche, die Arbeiten ihrer Zeitgenossen belauernd, sich nicht scheuen, auf einen neuen Gang in der Mine der Wissenschaft schon am Tage nach dessen Auffindung durch irgend einen glücklichen Bergmann Beschlag zu legen, die sich beständig an den Fenstern, auf allen Stockwerken der in der Ausführung begriffenen Gebäude zeigen, in der Hoffnung, für die Baumeister oder Eigenthümer derselben gehalten zu werden? Der gemeine, gesunde Menschenverstand will, daß ein privilegirter, absoluter Besitz den Erfindern während einer bestimmten, jedoch nicht allzu kurzen Zeit zuerkannt werde; hat man ihnen das Recht eines solchen Besitzes je abgesprochen? Lerntet ein unehrlicher Mensch auf dem Felde,

das er nicht angesät hat, nun! so ist die öffentliche Stimme da, um ihn zu züchtigen, um über ihn ihr Verdammungsurtheil auszusprechen. Nein, nein! man darf sich hierin nicht täuschen: bei Entdeckungen, wie in allen andern Dingen geht das öffentliche Interesse mit dem wohlverstandenen Privat-Interesse immer Hand in Hand.

Ich habe weiter oben von Veröffentlichung gesprochen. So nenne ich jede akademische Mittheilung, jede vor einem zahlreichen Auditorium gehaltene Vorlesung, jede Reproduktion des Gedankens durch die Presse. Privat-Mittheilungen haben nicht die nöthige Glaubwürdigkeit. Certifikate von Freunden sind ohne Werth: oft gebricht es der Freundschaft an den nöthigen Einsichten, oft läßt sie sich verblenden.

Indem ich hier Grundsätze in Erinnerung gebracht habe, auf die der Geschichtschreiber der Wissenschaften nie zu großes Gewicht legen kann, habe ich, Gott bewahre mich davor! jenen verächtlichen Menschen, die an den Thüren lauschen, um tagtäglich der Presse das Geheimniß, das sie Tags zuvor erlauscht haben, anzuvertrauen, nicht im Mindesten das Wort reden wollen. Ein Gedanken-Diebstahl ist in meinen Augen ein noch unverzeihlicheres Verbrechen, als ein Geld-Diebstahl. Ein auf gedruckten Dokumenten beruhender Anspruch läßt sich daher eben so gut untersuchen, wie die Echtheit einer Banknote. Die Interessenten müssen das Recht haben, mit einer Fälschungs-klage aufzutreten; die widersprechenden Aussagen müssen unparteiisch untersucht werden, eine Bedingung, deren Erfüllung, höchst seltene Ausnahmen abgerechnet, mir die Verwerfung aller späteren Reklamationen nach sich ziehen zu müssen scheint.

Weitere historische Einzelheiten über die Entdeckung der Sonnenflecken.

Neunzehn Jahre nach dem oben besprochenen Prioritäts-Streite, am 27. September 1631, schrieb Frater Fulgentius Micanzio, Galilei habe zu Benedig die Flecken der Sonne gesehen und sich dabei seines ersten Fernrohrs bedient; auch

habe er sie dem Pater Maestro Paolo (Sarpi) auf einem weißen Pappdeckel gezeigt. Dieser so spät kommenden Erklärung zu Folge ginge die Entdeckung bis auf den Monat August 1610 zurück.

Bei aller meiner Achtung für den Theologen der durchlauchtigsten Republik kann ich nicht umhin, hier einige Einwendungen zu machen.

Die Beobachtung aus Venedig, sagt Frater Fulgentius, wurde gemacht, indem das Sonnenbild auf einen Pappdeckel geworfen wurde. Soll man unter Sonnenbild das verstehen, welches das Objektiv ganz allein gab, so bemerke ich, daß es offenbar zu klein war (etwa 9 Millimeter Durchmesser, Werth von 31 Minuten bei einem Radius von 1 Meter), als daß man gewöhnliche Flecken hätte darauf sehen können. Hat man von dem durch die gleichzeitige Wirkung des Objektivs und des Okulars hervorgebrachten Bilde sprechen wollen, so frage ich: Wie kommt es, daß später Galilei selbst von Castelli als dem Erfinder dieses Mittels zu Beobachtung der Sonne sprach?

Nur ungerne ziehe ich hier die Aufrichtigkeit einiger Bewunderer des unsterblichen florentinischen Beobachters in Zweifel; aber die Thatfachen sprechen von selbst. Auf jeden Fall übe ich ein Recht aus, das mehrere Geschichtschreiber Galilei's mißbraucht haben. Man sehe z. B. Nelli: verwirft er nicht ohne alle Diskussion und mit stolzer Verachtung die Angaben, mit deren Hülfe Bianchi die Entdeckung des Mikroskops dem Fürsten Cesi zuerkennen wollte (1ster Band, Seite 190)? Wenn Grisellini den Sarpi bei der Reproduktion des Fernrohres in Italien betheiligen zu können glaubt, steht der jähzornige Geschichtschreiber an, das Werk Grisellini's eine impostura zu nennen? Wird endlich Borel, der Verfasser einer oft angeführten Arbeit, betitelt: *De vero Telescopii inventore*, nicht von demselben Nelli jener unverächtete Franzose (*questo impudente Francese*, 1ster Band, S. 174) genannt?

Galilei war (Gott bewahre mich davor, daß ich ihn deshalb tadeln sollte!) weit entfernt, im Punkte des wissenschaftlichen Eigenthumsrechts sich gleichgültig zu zeigen. Seine ersten

Bemerkungen über die Gestalt des Saturn wurden dem Publikum in einem unauf lösbaren Logogryph mitgetheilt. Am 11. December 1610 glaubte er gleichfalls die Priorität der Beobachtung der Phasen der Venus sich zusichern zu müssen, indem er sie in ein berühmt gewordenes Anagramm einhüllte. Warum sollte er die Gelegenheit nicht benützt und hinsichtlich der noch weit wichtigeren, viel unerwarteteren Entdeckung der Sonnenflecken ein Gleiches gethan haben, wenn diese Entdeckung in die letzten Zeiten des Aufenthalts Galilei's zu Venedig, d. h. in den Monat August 1610 gefallen wäre? Diese Schwierigkeit wird gewiß ohne eine befriedigende Antwort bleiben.

In der von der Akademie der Lincei im Jahre 1613 veranstalteten Ausgabe der Abhandlungen Galilei's über die Sonnenflecken (*Storia e dimostrazioni intorno alle macchie solari*) befindet sich eine Vorrede von Angelo de Filiiis, dem Bibliothekar der Gesellschaft. Diese Vorrede soll den Ansprüchen des berühmten Astronomen auf die Entdeckung der Flecken offenbar Geltung verschaffen. Angelo bringt die im Garten des Kardinals Bandini gemachten Beobachtungen zur Sprache und gibt die Personen an, die denselben anwohnten; diese sind: der Kardinal selbst, die Prälaten Corsini, Dini, Cavalcanti, ein Herr Giulio Strozzi u. s. w. u. s. w. Er spricht von früheren, in Florenz gemachten, Beobachtungen, ohne dabei Jemand zu nennen; endlich sagt er nicht ein Wort, nicht eine Silbe von den vorgeblichen Entdeckungen aus Venedig! Angelo war indessen, was diesen Punkt betrifft, mit Galilei persönlich in Verbindung gestanden.

Ein Italiener, der neulich denselben Gegenstand abgehandelt hat, hat sich indessen mit den gewissen Beobachtungen aus Rom, den hypothetischen aus Florenz und Venedig nicht begnügt. Er hat im Jahre 1841 andere Beobachtungen aus Padua entdeckt. Wollte man ihm Glauben schenken, so hätte Galilei die Sonnenflecken zu Padua entdeckt. Dieser Schriftsteller verweist rücksichtlich der Beweise auf das von Nelli geschriebene Leben des berühmten Gelehrten, Seiten 326 und 327. Die Seiten 326 und 327 des Nelli'schen Werkes thun der an-

geblich zu Padua gemachten Beobachtungen nicht im Mindesten Erwähnung.

Ich will hier an einem schlagenden Beispiele zeigen, wie gefährlich es wäre, wenn man in Sachen wissenschaftlicher Entdeckungen nur Erinnerungen zu Rathe ziehen und darnach entscheiden wollte. Galilei selbst (Galilei, dessen Aufrichtigkeit gewiß Niemand in Abrede stellen wird) wird mir dieses Beispiel liefern.

In seinem ersten Briefe an Bessler, der vom 4. Mai 1612 datirt ist, sagt Galilei, seine ersten Beobachtungen der Sonnenflecken seien 18 Monate (da 18 mesi in quà) alt. Dies bringt uns bis auf den 4. October 1610 zurück. Galilei verließ Venedig im August 1610. Die Entdeckung war somit in Venedig noch nicht gemacht. Was soll man aber alsdann von der Erklärung des Frater Fulgentius Micanzio halten?

Das ist noch nicht Alles: nicht lange nach dem Ereignisse, wie man so eben gesehen hat, zu Anfang des Jahrs 1612 gab Galilei selbst der Beobachtung der Flecken ein späteres Datum, als seiner Abreise von Venedig. Und nun sagt auf einmal Galviati 20 Jahre später in den Dialogen, der zu den Lincei gehörige Akademiker habe diese Entdeckung gemacht, so lange er noch in Padua Professor der Mathematik gewesen sei. Wer könnte bei solchen Widersprüchen wohl umhin, von Neuem den Grundsatz aussprechen, daß der Geschichtschreiber der Wissenschaften sich nur von authentischen Veröffentlichungen leiten lassen dürfe?

Das beste Mittel, jedem Anstand in Betreff des Datums der Entdeckung der Flecken mit einem Male und auf immer ein Ende zu machen, wäre gewesen, wenn man wirkliche Beobachtungen angeführt hätte. Wer hätte es gewagt, die Richtigkeit einer Erklärung Galilei's zu bezweifeln, die so abgefaßt gewesen wäre: An dem und dem Tage des Jahres 1611 sah ich einen Flecken am östlichen Rande der Sonne; an dem und dem war er in dem Mittelpunkte der Scheibe; an dem und dem war ich Zeuge von dem Verschwinden des Fleckens hinter dem westlichen Rande? Derartige Beobachtungen findet man

in den Briefen des berühmten Physikers an Belfer in Augsburg; sie sind aber sämmtlich von den Monaten April und Mai 1612. Um diese Zeit war das Werk des Fabricius schon fast seit einem Jahre erschienen!

Immer kommen wir wieder auf das zurück, was wir weiter oben gesagt haben: die Veröffentlichung ist das Einzige, was der Geschichtschreiber der Wissenschaften zu beachten hat. Wenn ich indessen von dem Eindrücke, der mir nach Untersuchung so vieler widersprechender Dokumente geblieben ist, durchaus Rechenschaft geben müßte, so würde ich mich etwa so ausdrücken:

Gegen den Monat April 1611 bemerkte Galilei nur unbestimmt, dunkel einige Flecken auf der Sonne. Vor dem Gebrauche der gefärbten Gläser waren die Sonnen-Beobachtungen äußerst schwierig und gefährlich, ganz besonders aber unter dem schönen Himmel Italiens; Galilei hatte demnach erst sehr wenige solcher Beobachtungen gemacht; er war sowohl hinsichtlich der Beschaffenheit der Flecken, als der Gegend des Himmels, die sie einnahmen, der Folgerungen, zu denen ihre Verrückungen führen konnten, noch zu nichts Befriedigendem, Plausiblem gekommen, als in Venedig die Nachricht einlief, daß man diese Untersuchungen mit allem Eifer und mit Glück verfolge. In diesem Augenblicke sah der berühmte Gelehrte natürlich nur höchst ungern, daß man ihm zuvorgekommen war. In Folge einer Gemüthsstimmung, wovon man mehr denn ein auffallendes Beispiel anführen könnte, betrachteten die Bewunderer Galilei's und vielleicht Galilei selbst bald als eines unziemlichen Verfahrens schuldig, als wahre Plagiatores Astronomen, die, nur ihren eigenen Eingebungen folgend, Ideen verwirklichten, welche die Beobachter jenseits der Berge ohne Zweifel in der Stille des Studierzimmers gehabt hatten, aber ohne ihnen die Weihe der Erfahrung zu verleihen, ja ohne sie in einem Kreise von Freunden zur Sprache zu bringen. So brauchte man denn nur einen Schritt zu thun, um das Datum eines noch nicht öffentlich ausgesprochenen Gedankens als einen in den Augen des Publikums vollgültigen Rechtstitel anzusehen, und dieser Schritt wurde gethan. Die, welche in dem ersten, vom 4. Mai 1612 datirten

Briefe Galilei's an Velsler folgende bedeutsame Worte in Betreff der Sonnenflecken lesen werden: „Non ardisco quasi di „aprir bocca per affermar cosa nessuna,“ werden wir gewiß beistimmen. Jedenfalls werde ich, wenn es nöthig werden sollte, den nämlichen Gegenstand ein anderes Mal wieder vornehmen und alsdann noch mehr in die Einzelheiten eingehen.

Bevor ich diese lange Anerkennung endige, muß ich noch bemerken, daß, wenn man unveröffentlichte Dokumente als einen historischen Ausgangspunkt gelten lassen wollte, Galilei in Betreff der Entdeckung der Sonnenflecken einen Mitbewerber haben würde, dessen Ansprüche noch älter wären, als die Scheiner's und vielleicht als die des Fabricius. Herr v. Zach sagt in der That, er habe in England in dem handschriftlichen Nachlasse Harriot's bis auf den 8. December 1610 zurückgehende Beobachtungen von Sonnenflecken gesehen.

Kap. 68. Rotations-Bewegung der Sonne.

Der Erste, der die Rotations-Bewegung der Sonne ahnte, scheint Jordan Bruno, das unglückliche und gelehrte Opfer der Inquisition, zu sein. Auch in diesem Stücke eilte das Genie Kepler's der Beobachtung voran. Die Wissenschaft bereicherte sich endlich definitiv mit dieser neuen Thatsache durch das Memoire, das J. Fabricius im Juni 1611 herausgab. Wenn, streng genommen, eine Debatte über die Frage, wem die Ehre der Entdeckung der Sonnenflecken gebühre, entstehen konnte, so kann dies hinsichtlich der wichtigen Folgerung, wozu diese Entdeckung führte, der Fall nicht sein. Die Erweisung der Rotations-Bewegung der Sonne gehört ohne allen Zweifel dem holländischen Astronomen an. Es spricht hier eine augenscheinliche Anteriorität, nicht nur dem Datum der Veröffentlichung, sondern auch dem des ersten Gedankens nach, für ihn.

Das Fabricius'sche Werk enthält folgende Stelle: „Wir kamen auf den Einfall, die Sonnenstrahlen durch ein kleines Loch in einem dunkeln Zimmer und auf einem weißen Papiere aufzufangen und wir sahen darauf sehr gut diesen Flecken (den Flecken, den Fabricius bemerkt hatte, indem er geradezu in die

„Sonne blickte) in der Gestalt eines verlängerten Gewölkes.
 „Das schlechte Wetter verhinderte uns drei Tage lang, diese
 „Beobachtungen fortzusetzen. Nach dieser Zeit sahen wir den
 „Flecken, der schief nach Westen vorgerückt war. Wir bemerk-
 „ten einen andern kleineren nach dem Rande der Sonne zu,
 „der in einem Zeitraume von wenigen Tagen bis in die Mitte
 „kam; endlich kam noch ein dritter; der erste verschwand zuerst,
 „die andern einige Tage später. Ich schwebte zwischen Furcht
 „und Hoffnung, und schon glaubte ich, ich würde sie nicht wie-
 „der zu Gesicht bekommen; aber zehn Tage darauf erschien der
 „erste im Osten. Ich sah alsdann ein, daß er in einer Um-
 „wälzung begriffen sei; und seit dem Anfange des
 „Jahrs habe ich mich in diesem Glauben bestärkt und diese
 „Flecken Andern gezeigt, die, wie ich, sich von der Richtigkeit
 „der Sache überzeugt haben. Indessen hatte ich noch einen Zwei-
 „fel, der mich verhinderte, hierüber Etwas zu schreiben, und der
 „mich sogar den Verlust der zu diesen Beobachtungen verwandten
 „Zeit bereuen machte. Ich sah, daß diese Flecken nicht
 „dieselben Distanzen unter einander behielten, daß
 „sie ihre Form und ihre Geschwindigkeiten verän-
 „derten, war aber um so angenehmer überrascht,
 „als ich den Grund davon einsah. Da es nach die-
 „sen Beobachtungen wahrscheinlich ist, daß diese
 „Flecken sich auf dem Körper der Sonne selbst, der
 „kugelförmig und fest ist, befinden, so müssen sie klei-
 „ner werden und sich langsamer bewegen, wenn sie
 „an die Ränder der Sonne gelangen.“ (Uebersetzung
 von Lalande.)

Unmöglich könnte man selbst in den verspäteten Erklärun-
 gen der Freunde, der eifrigsten Bewunderer Galilei's Etwas fin-
 den, woraus, gegenüber von dem eben Gelesenen, für diesen be-
 rühmten Gelehrten auch nur ein Schein von einem Rechte auf
 die Entdeckung der Rotations-Bewegung der Sonne konstruirt
 werden könnte. Will man bis auf 1631, bis auf den Brief
 des Frater Fulgentius Micanzio über die angeblichen Beobach-
 tungen und Unterhaltungen von Venedig zurückgehen? Man

wird darin nicht ein Wort, nicht eine Silbe von der Rotation der Sonne finden. Ein Gleiches muß ich von dem, auf die Beobachtung vom Bandini'schen Garten in Rom bezüglichen, Zeugnisse des Monsignor Dini sagen: man hat die Flecken gesehen; aber es wird keine aus dieser Beobachtung gezogene Folgerung angegeben. In seinem schon angeführten Briefe sagt Agucchia, Galilei habe ihm die Entdeckung der Flecken und die scheinbare Bewegung dieser Körper von Ost nach West mündlich mitgetheilt. Er erwähnt der Rotations-Bewegung der Sonne nicht.

Nichts ist für den, der aufmerksam zu lesen versteht, kategorischer, positiver, als die akademische Vorrede des Angelo de Filis. Nachdem der Bibliothekar der Lincei von der Versammlung im Bandini'schen Garten gesprochen und dem Genie Galilei's gebührendes Lob gespendet hat, setzt er hinzu: „Allgemein sah man der Veröffentlichung seiner Meinung über die Flecken mit gespannter Erwartung entgegen, als endlich die Mitglieder der Akademie der Lincei erfuhren, Galilei habe den Gegenstand in einigen, an den berühmten und gelehrten Velsler privatim gerichteten, Briefen vollständig abgehandelt, u. s. w. u. s. w.“ Im Bandini'schen Garten, im April oder Mai 1611 hatte somit der berühmte Gelehrte von der Rotation der Sonne Nichts gesagt. Durch die Briefe an Velsler erhielt man die ersten Aufschlüsse über diese astronomische Wahrheit. Der älteste von den an den Duumvir (zweiten Bürgermeister) in Augsburg gerichteten Briefen ist vom 4. Mai 1612. Um diese Zeit war aber das Werk des Fabricius schon seit mehr denn 10 Monaten in den Händen des Publikums.

Ich setze noch hinzu, daß die Reklamationen des Galilei selbst, diejenigen, deren Data ich weiter oben angeführt habe, blos die Beobachtung der Flecken, nicht aber die daraus gezogene Folgerung, — die Rotation der Sonne um ihren Mittelpunkt — betreffen. Diese Entdeckung gehört dem Fabricius!

Sehen wir nun, indem wir unsern Gegenstand weiter verfolgen, was an folgender Behauptung eines neuern italienischen Schriftstellers Wahres ist; dieser sagt: „Sollte aber auch der

„große Astronom (von Florenz) diese Flecken (die Sonnenflecken) nicht zuerst beobachtet haben, so hätte er doch alle seine Nebenbuhler wegen der wichtigen Folgerungen übertroffen, die er daraus hinsichtlich der physischen Konstitution der Sonne und der Rotations-Bewegung dieses Gestirnes zu ziehen wußte.“

Ohne weit gehen zu müssen, bemerke ich, daß diese vermeintliche Superiorität Galilei's über seine Nebenbuhler in Betreff der Rotations-Bewegung und physischen Konstitution der Sonne auch nicht die oberflächlichste Untersuchung aushalten wird. Kein unparteiischer Gelehrter, kein mit den astronomischen Beobachtungen nur einigermaßen vertrauter Liebhaber wird, wenn er die gegenseitigen Ansprüche aufmerksam geprüft hat, die so eben gelesene Behauptung gelten lassen wollen. Ich weiß gewiß, daß ich an diese Diskussion nur im Interesse der historischen Wahrheit gehe; indessen erkläre ich, um böswillige Insinuationen, wozu dieser Artikel Anlaß geben könnte, im Voraus zurückzuweisen, feierlichst, daß in meinen Augen Galilei eines der vier oder fünf größten wissenschaftlichen Genies der neuern Zeit ist. Noch füge ich hinzu, daß kein Lob der Welt mir übertrieben vorkommen würde, wenn man von dem Scharfsinne sprechen will, den der unsterbliche Gelehrte bei seinen Untersuchungen über die ungleichförmigen Bewegungen und über den Fall der Körper an den Tag legte. Man möge bedenken, daß es sich hier nur um einen besondern, streng abgegrenzten Gegenstand, um eine Frage der Astronomie handelt, wobei Galilei, nach meiner Meinung, nicht so glücklich inspirirt war, wie gewöhnlich.

Die Beobachtung der Flecken hat zur Kenntniß der Rotations-Bewegung der Sonne geführt. Dies ist eine Entdeckung des Fabricius.

Noch war die Dauer dieser Rotation, so wie die Lage der Achse, um die sie vorgeht, genau zu bestimmen. Diese beiden Probleme hat aber Galilei nicht gelöst.

Galilei hat die scheinbare oder wirkliche Dauer der Rotation der Sonne nur ganz unbestimmt angegeben.

Die scheinbare Dauer bestimmte er auf etwa einen Monat (nello spazio quasi d'un mese. Dialogue.) Sie beträgt $27\frac{1}{2}$ Tage.

Die Rotations-Achse nahm Galilei lange Zeit als der Ebene der Ekliptik perpendicular an. Erst in den Dialogen sprach er von der Neigung (Inclination), aber ohne auch nur approximativ deren Werth anzugeben. Er sagt Nichts, durchaus Nichts von der Richtung der Spur des Sonnen-Aequators auf der Ebene der Ekliptik, von der Lage der Knoten. Uebrigens erschienen die Dialoge erst im Jahre 1632, zwei Jahre nach Veröffentlichung des Scheiner'schen Werkes, jener voluminösen Rosa Ursina (Juni 1630), in der die Zeit der scheinbaren Rotation zu 26 bis 27 Tagen (die neuern Astronomen haben 27,5 Tage gefunden) angegeben, der Rotationspol der Sonne aber ungefähr 7° vom Pole der Ekliptik (man nimmt jetzt $7^\circ 20'$ an) gestellt ist; in der die Angabe der Jahreszeit, in welcher die Rotationspole an den Rändern der Scheibe sind, auf die Lage der Knoten des Sonnen-Aequators führt.

Kap. 69. Von den Mitteln zur Beobachtung der Sonnenflecken.

Harriot kannte, nach dem zu urtheilen, was Dr. Robertson aus seinen Manuskripten mitgetheilt hat, keine passende Methode, um das teleskopische Bild der Sonne künstlich zu schwächen. Man liest in der That auf allen Blättern, worauf die Flecken gezeichnet sind: „Nebel; . . . dicker Nebel; . . . Wolken „von gehöriger Dichte; . . . die Sonne war etwas zu glänzend.“ (Edinburgh Philosophical journal, 1822.)

Fabricius hatte anfänglich nur ein Mittel gefunden, die Sonne mit einem Fernrohre zu beobachten; dieses bestand darin, daß man wartete, bis sie sehr nahe am Horizonte stand. „Ich „rathte,“ sagte er denen, die gern ähnliche Beobachtungen machen möchten, „zuerst das Licht eines kleinen Theils der Sonne aufzufangen, damit das Auge sich allmählig daran gewöhne und „das Licht der ganzen Scheibe auszuhalten vermöge.“

Später fielen Fabricius und sein Vater auf den Gedanken, „die Sonnenstrahlen durch ein dunkles Loch, in einem dun-

„keln Zimmer, auf einem weißen Papiere aufzufangen und sahen darauf sehr gut einen gewissen Flecken in der Gestalt eines verlängerten Gewölkes.“

Auch Galilei beobachtete die Sonnenflecken direkt nur nahe am Horizonte. „Den Flecken vom 5. April, sagt er, sah man *„nel tramontar del sole* (bei Sonnen-Untergang) Am 26sten desselben Monats fing *nel tramontar del sole* sich zu zeigen an u. s. w.“

Diesen höchst mühsamen und lästigen direkten Beobachtungen substituirte Galilei Beobachtungen, deren Genauigkeit heut zu Tage zwar nicht hinreichend wäre, die aber für das Gesicht nicht gefährlich waren. Diese letzteren Beobachtungen machte er, sei es, daß er nach dem von einem *discipolo*, d. h. Schüler (Castelli) erdachten Verfahren die aus dem Okulare des Fernrohres tretenden Sonnenstrahlen auf ein Papier warf, oder mit Hülfe einer andern Methode, in der, ihrer Einfachheit wegen, Galilei die *cortesia della natura* erblickte; ich meine mit Hülfe der *camera obscura* ohne Objektiv, der *camera obscura*, in welche das Licht nur durch ein sehr kleines Loch eindringt. In dieser Hinsicht war, wie man weiter oben hat sehen können, Fabricius dem berühmten Astronomen vorgegangen.

Schon vor Erfindung der Fernröhre, vor Entdeckung der Flecken hatten die Astronomen verschiedene Mittel erdacht, die Sonne zu beobachten, ohne dabei ganz geblendet zu werden. Die Einen beobachteten das vom Wasser oder irgend einem andern, nicht stark reflektirenden Spiegel zurückgeworfene Bild; die Andern sahen durch ein Loch, das man mit einer Stecknadel in eine Karte gemacht hatte. Apian berichtet in dem im Jahre 1540 gedruckten *Astronomicum caesareum*, zu seiner Zeit hätten einige Personen sich verschiedener Kombinationen gefärbter Gläser bedient, die an den Rändern zusammengepappt gewesen seien. Es ist wirklich außerordentlich, daß eine so einfache Methode erst so spät allgemeiner wurde, und besonders, daß nach Erfindung der Fernröhre ein Astronom, wie Galilei, zu derselben nicht seine Zuflucht nahm. Die gefärbten Gläser würden diesen großen Mann wahrscheinlich vor den Augenübeln, an

denen er so oft litt, so wie vor der gänzlichen Blindheit bewahrt haben, die seine letzten Jahre trübte.

Die erste Anwendung der gefärbten Gläser auf die Fernröhre verdankt man, wie ich glaube, dem Jesuiten Scheiner. In seinem Briefe an Welsler, datirt vom 12. November 1611, lesen wir, daß er zu den Tageszeiten, wo man die Sonne wegen ihrer großen Höhe nicht ohne nachtheilige Folgen für das Auge ansehen konnte, das Objektiv mit einem grünen planen (ebenen) Glase (Planglase) bedeckte. In einem Werke vom Jahre 1612, betitelt: *De maculis in Sole* u. s. w. empfiehlt Scheiner azurfarbige Gläser an und sagt, die niederländischen Seeleute bedienen sich gefärbter Gläser, um den Glanz der Sonne zu schwächen, wenn sie (mit unbewaffnetem Auge, ohne Fernröhre) die Höhe der Sonne nehmen. Das gefärbte Glas Scheiner's wurde vor dem Objektiv angebracht. Es mußte somit ziemlich groß, so wie aus einer sehr reinen Materie, gut polirt sein und parallele Flächen haben; sonst hätte die Regelmäßigkeit der teleskopischen Bilder stark gelitten. Sollte dieser Umstand Galilei verhindert haben, die Methode anzunehmen? Aber warum brachte er alsdann, wie man heut zu Tage thut, nicht das gefärbte Glas außerhalb des Fernrohres, zwischen dem Auge und dem Okulare, an? In dieser Lage braucht das verdunkelte Glas nur einige Millimeter Durchmesser zu haben. Es braucht durchaus nicht sehr rein zu sein, genau parallele Flächen und eine so zu sagen mathematische Politur zu haben. Das älteste mir bekannte Werk, worin eines, zwischen dem Auge und dem Okulare des Fernrohres angebrachten, gefärbten Glases Erwähnung gethan wird, ist vom Jahre 1620 und betitelt: *Borbonia sidera* u. s. w. Verfasser desselben ist Jean Tarde, Kanonikus an der Stiftskirche von Carlat.

Die Versuche Herschel's behufs der Vervollkommnung dieses Zweiges der Beobachtungskunst habe ich bereits näher auseinander gesetzt. Ich verweise daher den Leser auf diese meine Analyse.

Von den verschiedenen Arten von Sonnenflecken.

Kap. 70.

Kerne, Halbschatten, Fackeln, Schuppen, Punkte.

Fabricius sagt, der Fleck, der ihm die Rotations-Bewegung der Sonne geoffenbart habe, sei ein schwärzlicher Gegenstand, auf einer Seite dünner und blässer, als auf der andern.

Galilei spricht blos von der außerordentlichen Unregelmäßigkeit der Flecken, von den großen Form-Veränderungen, die sie von einem Tage auf den andern erleiden, von ihren mehr oder minder düsternen Schattirungen.

Getäuscht durch die Schwäche der ersten Fernröhre und durch die Schwierigkeit, die Sonne ohne verdunkelnde Gläser zu beobachten, sahen Fabricius und Galilei, wie es scheint, nur einen der beiden Bestandtheile der großen Flecken deutlich.

Ihre Aufmerksamkeit wandte sich ausschließlich der Central- oder schwärzesten Region, dem sogenannten Kerne zu. Ganz um den Kern herum ist, wenn dieser große Dimensionen hat, fast immer ein ausgedehnter Gürtel von nicht so düsterer Tinte; er wird heut zu Tage Halbschatten genannt.

Der Halbschatten, der bedeutend lichter, als der Kern, aber bei Weitem nicht so glänzend, als der übrige Theil der Sonne ist, muß als eine Entdeckung Scheiner's angesehen werden.

Die schwarzen Kerne, die Halbschatten, sind nicht die einzigen Flecken, welche die Beobachter bemerkt haben. Galilei sagte in seinem dritten Briefe an Velsler, der vom 1. December 1612 datirt ist: „Bisweilen steht man auf der Oberfläche der Sonne verschiedene kleine Stellen, die lichter sind, als der übrige Theil.“

Diese lichten Flecken sind Fackeln, Sonnenfackeln genannt worden. Ihre Entdeckung machte den Einwürfen ein Ende, welche die eifrigsten Peripatetiker gegen die Rotation der Sonne vorgebracht hatten. Ein Fleck, der lichter, als die ganze übrige Oberfläche des Gestirnes, sich wie die dunkeln Flecken bewegte und jenseits des Randes unsichtbar wurde, ließ sich nicht mit der hinsichtlich der schwarzen Flecken lange behaupteten Hypothese vereinigen, wornach die beobachteten Phänomene von Körpern abhängen sollen, die, der Sonne fremd, in ihrer Umlaufsbewegung gewisse Theile derselben successiv verfinstern.

Galilei beschränkte sich in Betreff der Fackeln auf die einfache, so eben angeführte Behauptung. Scheiner dehnte die Entdeckung bedeutend aus, oder machte vielmehr eine andere, eben so wichtige daraus. Wie der Astronom von Florenz, sah der Jesuit von Ingolstadt bisweilen lichte Flecken von gewisser Ausdehnung sich da und dort aus dem Sonnen-Grunde hervorheben, wies aber überdies noch nach, daß die ganze Oberfläche des Gestirnes von sehr kleinen lichten und schwarzen Punkten, so wie von äußerst dünnen lichten und dunkeln Runzeln, Rissen oder Spalten, die sich in allen möglichen Richtungen kreuzen, beständig bedeckt sei.

Die unzähligen lichten Runzeln, Risse oder Spalten, wovon die Oberfläche der Sonne unaufhörlich von Ost nach West und von einem Rotationspole zum andern durchfurcht ist, sind kleine Fackeln (lucules) genannt worden.

Gehen wir nun zu einer umständlicheren Untersuchung aller dieser Arten von Flecken über. Der Name Herschel's wird sich hier abermals in seinem vollen Glanze zeigen.

Kap. 71. Dunkelheit der Kerne der Flecken.

Nichts ist, wenn man über die physische Konstitution der Sonne etwas Zuverlässiges erfahren will, wichtiger, als eine gründliche Untersuchung der Frage: Sind die Kerne der Flecken wirklich so düster, so dunkel, als sie zu sein scheinen? Galilei

und Herschel haben sich beide an dieses Problem gewagt. Ich will hier ihre Lösungen mittheilen und sie zugleich mit verschiedenen Einwürfen begleiten, die mir nicht ganz ohne Gewicht zu sein scheinen:

Galilei drückte sich im Jahre 1612 folgender Maßen aus:

„Ich glaube, diese Flecken, die man auf der Sonne bemerkt,
 „sind nicht allein nicht so dunkel, als die dunkeln Flecken, die
 „man auf der Mondscheibe entdeckt, sondern auch eben so glän-
 „zend, als die lichtesten Theile des Mondes im Augenblicke, da
 „die Sonne ihn ganz direkt erleuchtet. Der Grund, warum ich
 „dies glaube, ist folgender: Bei ihrem Erscheinen Abends bemerkt
 „man die Venus, obgleich sie einen so hellen Glanz von sich
 „gibt, nicht, wenn sie nicht um mehrere Grade von der Sonne
 „entfernt ist und es würde dies noch mehr der Fall sein, wenn
 „beide Gestirne hoch über dem Horizonte ständen. Es rührt
 „dies daher, weil die Theile der Luft, die nahe an der Sonne
 „liegen, eben so hell glänzend sind, als die Venus selbst, woraus
 „sich schließen läßt, daß, wenn wir den Mond in seinem vollen
 „Glanze, im Volllichte neben die Sonne stellen könnten, er durch-
 „aus unsichtbar sein würde, indem er sich in einem Felde befinden
 „würde, das nicht minder erleuchtet und eben so hell glänzend
 „wäre, als seine eigene Oberfläche. Vergessen wir somit, wenn
 „wir mit dem Fernrohre die äußerst lichte Sonnenscheibe
 „sehen, nicht, wie weit glänzender sie uns erscheint, als der
 „Raum, der sie umgibt; vergleichen wir überdies das Schwarz
 „der Sonnenflecken einerseits mit dem Sonnentichte selbst, anderer-
 „seits mit der umgebenden Dunkelheit, so werden wir mit Hülfe
 „beider Vergleichen finden, daß die Flecken nicht dunkler sind,
 „als das angrenzende Feld. Ist daher die Dunkelheit der Son-
 „nenflecken nicht größer, als die des Feldes, das die Sonne
 „umgibt, bleibt sodann der Mond in seinem vollen Glanze in-
 „mitten des Glanzes desselben Feldes unsichtbar, so geht daraus
 „nothwendig hervor, daß die Sonnenflecken mit nichten minder
 „hell sind, als die glänzendsten Theile des Mondes, obgleich sie
 „eben dadurch, daß sie sich in dem äußerst glänzenden Felde
 „der Sonnenscheibe befinden, uns dunkel und schwarz er-

„scheinen. Stehen sie aber den lichtesten Theilen des Mondes „an Glanz nicht nach, was werden sie erst in Vergleichung mit „den dunkelsten Flecken dieses Gestirnes sein?“

Gehen wir diese Stelle Zeile für Zeile durch:

Das Licht der Luft-Theile, die nahe an der Sonne liegen, verwischt, überstrahlt das der Venus; dies beweist, sagt Galilei, daß seine Intensität nicht geringer ist, als die Intensität des Lichts, das der Planet der Erde zusendet.

Die Beobachtung würde, wollte man sie als genau annehmen, weit mehr beweisen, als Galilei sagt.

Es ist auf dem Wege der Erfahrung ausgemittelt worden, daß auch das ungeübteste Auge eine Licht-Vermehrung von $\frac{1}{50}$ ohne Schwierigkeit wahrnimmt. Auf den Punkten, wo, in der Nähe der Sonne, die Venus durch ihre Gegenwart das der Erde näher liegende atmosphärische Licht um $\frac{1}{50}$ vermehren würde, würde der Beobachter einen lichten Fleck von der Gestalt und Größe des Planeten sehen. Das Raisonnement, das man in der mit Anführungszeichen versehenen Stelle gelesen hat, würde demnach zu folgendem Schlusse, der weit ausgedehnter, weit bestimmter wäre, als der, womit Galilei sich begnügte, führen: Der Kern der Sonnenflecken ist, seiner scheinbaren Schwärze ungeachtet, wenigstens 30 Mal lichter, als die Venus.

Soll das Verschwinden der Venus in der Nähe der Sonne das Raisonnement Galilei's und meine Anwendung desselben auf genauere photometrische Data rechtfertigen, so müßte der Beobachter dieses Verschwindens dem blendenden Einflusse der Summe aller Seiten-Strahlungen nothwendig sich entziehen, so dürfte er ganz genau bloß das von einem sehr beschränkten, in der Richtung des Planeten gelegenen Atmosphären-Theile herührende Licht in sein Auge dringen oder auf das Objektiv seines Fernrohres fallen lassen. Hat man aber diese Vorichtsmaßregeln genommen, so verschwindet, man muß es gesehen, die Venus selbst ganz in der Nähe der Sonne nicht.

Ich will Nichts von dem Vergleiche sagen, den Galilei zwischen der Dunkelheit eines kleinen, sich ganz auf die

Sonne projicirenden schwarzen Fleckens und der Dunkelheit des Theils des Feldes des Fernrohres angestellt hat, der, weit von dem Flecke, die Sonnenscheibe umgibt. Zu welchem Ende sollte ich mich in der That auf die Schwierigkeit eines ähnlichen Vergleiches berufen, wenn ich sagen kann: indem Galilei sagte, die (Sonnen-) Flecken sind nicht dunkler (scheinen nicht dunkler zu sein), als das angrenzende (atmosphärische) Feld, verkündigte er, merkwürdig genug, eine nothwendig wahre Thatsache, eine Thatsache, die durchaus nicht bewiesen, ja nicht einmal beobachtet zu werden brauchte. Meine Behauptungen bedürfen um so mehr einer Rechtfertigung von meiner Seite, da Galilei nicht der Einzige ist, der in einen ähnlichen Irrthum verfallen ist.

Zwischen der Sonne und dem Beobachter, und zwar ganz nahe bei diesem, ist die irdische Atmosphäre. Die irdische Atmosphäre hat eine sehr beschränkte Höhe und wirft einen bedeutenden Theil des Sonnenlichtes nach der Erde hin zurück. Jedermann hat bemerken können, daß dieses sekundäre, dieses zurückgeworfene atmosphärische Licht rasch zunimmt, so wie man sich dem Sonnen-Rande nähert. Und es ist wohl kein Zweifel, daß die Zunahme in dem Theile der Atmosphäre, der genau zwischen der Sonne und dem Beobachter mitten inne liegt, in dem Theile, der sich auf den Körper des Gestirnes selbst projicirt, anhalten muß.

Welches sind, wenn wir die Sonne mit unbewaffnetem Auge oder mit einem Fernrohre betrachten, die Strahlen, die bei Erzeugung des Bildes thätig sind? Einerseits das direkt von der Sonne ausströmende Licht; andererseits das Licht, das nach der Erde zu von dem Theile der Atmosphäre zurückgeworfen wird, der zwischen den von dem Orte, den wir einnehmen, nach allen Punkten des zirkelrunden Umkreises des Gestirnes gezogenen Gesichtslinien begriffen ist. Diese beiden Licht-Arten sind mit einander innig vermischt und die Refraktion in den Feuchtigkeiten des Auges oder durch die Gläser des Fernrohres hindurch ist nicht im Stande, sie von einander zu trennen. Daher wird auch ein Fleck, wäre er sogar ganz dunkel, nicht so zu sein

scheinen; sein dunkles Bild wird sich durch das Bild des entsprechenden und sehr glänzenden Theils der mitten inne liegenden Atmosphäre überdeckt, erhellt finden. Denken wir uns einen runden Fleck von einer Minute Durchmesser, so wird er wenigstens eben so licht sein, als eine Oeffnung von einer Minute in einem schwarzen Diaphragma erscheinen müßte, das sich auf die atmosphärischen Regionen ganz in der Nähe der Sonne projeciren würde.

Kurz, alle Kerne der Flecken würden, so schwarz sie auch auf der Sonne erscheinen mögen, mit ihrem sehr lebhaften Lichte diejenigen blenden, die sie besonders sehen würden. Hoffentlich ist es mir gelungen, dieses deutlich zu machen, ohne genöthigt gewesen zu sein, mich auf eine Erfahrung, eine Beobachtung zu berufen. Dem wird aber nicht mehr so sein, wenn man wird entscheiden wollen, ob der Stern bei dem Lichte, das davon herzukommen scheint, nicht theilhaftig sei, ob das atmosphärische Licht vollkommen ausreiche; alsdann werden die sorgfältigsten, umständlichsten, genauesten Experimente unerläßlich sein. Der Plan zu diesen Experimenten ist schon ausgearbeitet und die nöthigen Instrumente sind beinahe fertig. Alles, was ich hierüber sagen kann, ist, daß die Polarisation dabei die größte Rolle spielen wird.

Herschel verfertigte mit Sammt, schwach erleuchtetem weißem Papier und mit ähnlichem, aber sehr stark beleuchtetem Papier ein Ganzes, das ihm, der Form und Intensität nach, ein ziemlich genaues Bild von einem schönen Sonnenfleck zu geben schien. Der Sammt war der Kern; das glänzende Papier stellte die lichten Theile der Sonnen-Oberfläche vor; das Papier, das sehr wenige Strahlen traf, gab den intermediären (in der Mitte liegenden) Glanz des Halbschattens. Herschel zog aus seinem Experimente nachstehende Folgerungen:

Ist die Intensität des Sonnenlichtes	1000,
so wird die Intensität des Halbschattens . . .	469
und die des Kerns	7

sein.

Es wäre von hohem Interesse, die Richtigkeit dieser Angabe Herschel's durch genaue photometrische Experimente zu untersuchen. Man kann der Frage heut zu Tage gar wohl näher kommen. Nur wird man vor allem Andern untersuchen müssen, ob das atmosphärische Licht ein so merklicher aliquoter Theil des Lichtes des Kerns ist, daß man dasselbe in Anschlag bringen muß.

Zusatz zu diesem Kapitel.

Da ein mir befreundeter Schriftsteller, dem ich diese Discussion vorlas, um darüber seine Meinung einzuholen, das Ganze der Betrachtungen, worauf ich mich gestützt habe, nur mit einiger Mühe gut zu fassen vermochte, so suchte ich, ob es nicht möglich wäre, auf einem einfacheren oder wenigstens den — den wissenschaftlichen Studien fremden — Personen zugänglicheren Wege zu demselben Zwecke zu gelangen. Es schien mir, als könnte man also sprechen:

Jedermann weiß, daß das Feld eines dem Himmel zugekehrten Fernrohrs durchaus und gleich erleuchtet scheint. Das Licht, das man alsdann bemerkt, ist das Bild des Theils der Atmosphäre, nach welchem man dieses Fernrohr richtet: da der Gegenstand unbestimmt ist, so ist das Bild gleichfalls unbestimmt und muß sich selbst bis an die Grenzen des Feldes ausdehnen.

Bei Tage wirkt also die Atmosphäre einen Vorhang, einen lichten Schleier in die ganze Ausdehnung des Feldes eines Fernrohrs, welches immer die Region des Himmels sein möge, die man zu untersuchen wünscht. Schließt die Region ein entferntes Gestirn in sich, so wird das teleskopische Bild dieses Gestirnes sich auf dem unbestimmten teleskopischen Bilde der Atmosphäre abzeichnen, so wird es mit dem lichten Schleier überdeckt werden. Da die beiden Lichter, das des Gestirnes und das des Schleiers mit einander vermengt sind, so werden die glänzenden Regionen des Bildes des Gestirns heller erscheinen, als sie in Wirklichkeit sind; die düstern Regionen werden

lichter geworden sein und die ganz dunkeln Flecken werden ein dem des atmosphärischen Bildes gleiches Licht auszuströmen scheinen. Was ich eben von irgend einem Gestirne gesagt habe, muß auf die Sonne angewandt werden. Niemand kann in der That bezweifeln, daß der Theil der Atmosphäre, der sich genau auf die Sonnenscheibe projicirt, sein Bild eben so gut in dem Fernrohre hat, als die Theile, welche den Rand zu umgeben scheinen.

Kap. 72. Kern und Halbschatten.

Nach außen sind die Kerne in ihren Grenzen immer sehr bestimmt und nie verwaschen. Dieser alten Beobachtung Christoph Scheiner's ist nicht widersprochen worden.

Nach Herschel bemerkt man vor dem Erscheinen eines großen Kernes gewöhnlich an der Stelle, wo er sich bilden wird, einen sehr kleinen schwarzen Punkt (pore), der sich allmählig erweitert, nicht aber mehrere Punkte auf einmal. Es scheint fast, setzt der berühmte Beobachter hinzu, als werde die lichte Sonnen-Materie allmählig nach allen Richtungen hin durch einen, auf diesen ersten schwarzen Punkt, den Keim des Fleckens, zulaufenden aufsteigenden, Strom zerstreut.

Nach Herschel's Behauptung scheinen die Kerne an den Rändern der Sonne schwärzer, als in der Nähe des Mittelpunktes. Nachdem ich meine Erinnerungen sorgfältig zu Rathe gezogen habe, glaube ich, die Genauigkeit dieser Meinung in Zweifel stellen zu dürfen.

Die einander nahe liegenden Kerne scheinen ein gewisses Streben nach gegenseitiger Vereinigung zu haben. Sie nehmen gewöhnlich bis zum Augenblicke, da ihre Vereinigung zu Stande gekommen ist, zu.

Galilei bewies mit Hülfe einer Beobachtung, die angeführt zu werden verdient, daß die Kerne über die Sonnen-Oberfläche nicht vorragen. Er hatte bemerkt, daß der zwischen zwei Aequatorial-Flecken begriffene lichte Zwischenraum, so klein er auch im Augenblicke sein mag, da diese Flecken den Mittelpunkt der Scheibe erreichen, noch am Rande vorhanden ist, während sie (die Flecken), wenn ihre Höhe merklich wäre, sich alsdann auf

einander projectiren und nur einen einzigen Flecken zu bilden scheinen würden.

Die großen Flecken scheinen bisweilen schwarze Ausschnitte oder Ausbueifungen am Rande der Sonne zu machen. Man führt, als hieher gehörig, eine Beobachtung La Hire's vom Jahre 1703, eine Beobachtung Cassini's vom Jahre 1719 an. Herschel bemerkte am 3. December 1800 ein Gleiches.

Wenn der Kern eines Fleckens abnimmt und verschwindet, so geschieht dies, nach Scheiner, in Folge eines unregelmäßigen Uebergreifens des Halbschattens.

Diese Bewegung des Halbschattens nach dem Kerne hin führt oft die Trennung des letzteren in mehrere verschiedene Kerne herbei.

Der Kern verschwindet vor dem Halbschatten. (Dieser Aphorismus Christoph Scheiner's ist durch viele Beobachtungen Hevel's und Derham's bestätigt worden.)

Herschel beschreibt dasselbe Phänomen folgender Maßen:

„Ein Kern der schmaler wird und am Verschwinden ist, theilt sich oft in mehrere verschiedene Kerne. In diesem Augenblicke scheint die Licht-Materie der Sonne sich wie eine Brücke über die Höhlung des Fleckens auszudehnen.“

Die großen Flecken mit schwarzen Kernen sind gewöhnlich mit Fackeln in so großen Entfernungen umgeben, daß man mit Hülfe der Erscheinung dieser Lichtflecken am östlichen Rande der Sonne die Ankunft der dunkeln Flecken manchmal mehrere Tage vorher verkündigen kann.

Der Halbschatten unterscheidet sich von der übrigen scheinbaren Oberfläche der Sonne durch eine plötzliche Veränderung im Glanze, durch eine große Bestimmtheit in seinen Grenzen.

Scheiner hatte nie einen nach außen, an seinen Grenzen, spitze Winkel zeigenden Halbschatten gesehen. Er glaubte mit Unrecht, daß eine Sache, zu deren Beobachtung er keine Gelegenheit gehabt hatte, nicht existiren könne. Ich finde in der That in den Beobachtungen Herschel's die Figur eines Sonnenfleckens, dessen Kern am 18. Februar 1801 um 7 Uhr 44 Minuten eine Art stark vorspringenden und sehr spitzen Fingers

hatte, der im Halbschatten sich wiederholte. 2 Stunden 11 Minuten darauf sah man anstatt zweier Finger, oder noch besser, zweier Klauen sechs solche Finger oder Klauen, die ebenfalls einander entsprachen. Die Ursache, die, welcher Art sie auch sein mochte, die Form des Kernes modifizierte, wirkte somit in gleicher Weise auf den Halbschatten.

Scheiner glaubte, es gebe keinen Kern ohne Halbschatten. (Hewel theilte diese Meinung.)

Diese Regel ist nicht ganz richtig. Am 7. Februar 1800 sah Herschel zwei große Flecken, um die kein Halbschatten war. Was die kleinen anbelangt, so haben sie fast nie einen solchen.

Müßte man noch beweisen, daß es bisweilen große Halbschatten ohne einen Central-Kern gebe, so würde ich zwei Beobachtungen Herschel's, eine vom 7. Februar 1800, eine andere vom 12. Februar desselben Jahres anführen.

Wilson machte den Durchmesser des Halbschattens im Mittel etwa dem dreimaligen Durchmesser des Central-Kernes gleich.

Der dem schwarzen Kerne adhärirende Theil des Halbschattens ist merklich heller, als der den Grenzen nach außen nahe liegende Theil. Diese Bemerkung J. D. Cassini's ist sehr beachtenswerth. Ich sehe, daß Schröter'n dieses Phänomen ebenfalls aufgefallen war.

Nun bin ich bei der schönen Entdeckung angelangt, die Alexander Wilson machte, während er den großen Flecken, der sich im November 1769 zeigte, aufmerksam verfolgte.

Nabe am Mittelpunkte der Sonne umgab der scharf begrenzte Halbschatten den Kern und war in allen Richtungen gleich breit; als aber der Fleck gegen den Rand des Gestirnes vorrückte, so schien die zwischen dem Kerne und dem Mittelpunkte der Sonne gelegene Seite sich beträchtlich zusammen zu ziehen, ehe die andern Theile desselben Halbschattens ihre Dimension merklich verändert hatten.

Als der Fleck noch 24" vom Rande stand, so war der Halbschatten nach dem Mittelpunkte hin nicht mehr vorhanden. Ein Theil des Kernes war offenbar auch

auf derselben Seite verschwunden. (Philos. Trans. Band LXIV. S. 7.)

Versezen wir den Halbschatten auf die Oberfläche der Sonne; nehmen wir an, er sei ein Theil dieser theilweise erloschenen Oberfläche, so werden die von Wilson beobachteten Phänomene ganz unerklärbar sein. In dieser Hypothese müßte in der That der Theil des Halbschattens, der am Schiefsten gesehen würde, am Schmäälsten erscheinen und zuerst verschwinden; aber gerade das Gegentheil findet Statt: der nahe am Rande der Sonne liegende Theil des Halbschattens bleibt noch sichtbar, wenn der zwischen dem Kerne und dem Mittelpunkte begriffene Theil schon ganz verloschen ist.

Wilson gab von seiner sehr merkwürdigen Bemerkung genaue, geometrische Rechenhaft, indem er annahm, die Sonnenflecken seien große Aushöhlungen in der Licht-Materie der Sonne. Nach dieser Voraussetzung wurden die Kerne die Gründe der Höhlungen, die Abdachungen bildeten die Halbschatten; die dem Mittelpunkte nahe liegenden Theile des Halbschattens mußten alsdann nothwendig sich verengen und durch eine Wirkung der Perspektive zuerst verschwinden, wie Jeder sich überzeugen kann, wenn er die gehörige Figur entwirft. Das mathematische Gesetz des Phänomens wäre sogar von der Art, daß man nach der Beobachtung des Ortes, wo der Halbschatten verschwinden würde, die Vertiefung des Kernes in Beziehung auf die Sonnen-Oberfläche leicht berechnen könnte. So fand im December 1769 Wilson für diese Vertiefung, in einem schönen, damals sichtbaren Flecken, eine dem Radius der Erde gleiche Größe.

Lalande und Francis Wollaston glaubten, eine einzige Bemerkung reiche hin, um das System Alexander Wilson's über den Haufen zu werfen. Ihrer Meinung zufolge müßte in diesem Systeme die Abwesenheit des Halbschattens nach dem Mittelpunkte der Sonne hin, wenn der Fleck sich dem Rande nähert, beständig zu beobachten sein; indessen geschieht es bisweilen, obgleich sehr selten, daß der Halbschatten auf beiden entgegengesetzten Seiten des Kernes ungefähr gleich breit zu sein scheint.

Diese Schwierigkeit ist keineswegs unübersteiglich. Man kann ausnahmsweise, für exzeptionelle Fälle, Abdachungen so anlegen, daß die Gleichheit der Halbschatten da bemerkt wird, wo gewöhnlich einer derselben verschwindet.

Der Halbschatten dehnt sich, wie wir erklärt haben, im Allgemeinen ganz um den Kern herum gleich aus, wenn ein isolirter Fleck nahe am Mittelpunkte der Sonnenscheibe ist; dem ist aber nicht mehr so, sobald zwei Flecken einander nahe stehen. Alsdann fehlt der Halbschatten in dem Zwischenraume, der die beiden Flecken trennt, entweder ganz, oder wird er wenigstens dort für beide bedeutend schmaler.

Kap. 73. Fackeln aller Art.

Wir haben gesagt, Galilei habe die großen, Christoph Scheiner aber die kleinen Fackeln, d. h. die lichten Punkte, die Runzeln, Risse, Spalten, Schuppen, womit die Sonne in der ganzen Ausdehnung ihrer Oberfläche überfäet ist, entdeckt. Vielleicht findet man, daß ich einer einfachen Beobachtung, die dem Anscheine nach nur ein gutes Fernrohr und geübte Augen erheischte, bei Weitem zu viel Ehre anthue, wenn ich sie eine Entdeckung heiße. Die Sache mußte indessen wohl nicht so leicht sein, als man sich vorstellt; denn Huygens glaubte nicht an die Fackeln. »Ich zweifle sehr,« sagte er (man sehe sein Werk, betitelt: *Cosmotheoros*), »ob es in der Sonne etwas noch »Lichteres gibt, als die Sonne selbst. Ziehe ich die genauesten »Beobachtungen, die in dieser Hinsicht gemacht worden sind, zu »Rathe, so finde ich, daß, wenn man von Zeit zu Zeit Punkte »bemerkt, die heller, glänzender sind, als der übrige Theil der »Kugel, diese in der Nähe der schwarzen Flecken sich befinden; »darf man nun aber darüber erstaunen, daß die Nähe der Dunkelheit gewisse Theile glänzender macht, als sie in Wirklichkeit »sind?«

Demnach wären die Fackeln nichts Reelles, sondern eine bloße Wirkung des Kontrastes. Diese Meinung würde die Folgerung nach sich ziehen, daß Fackeln sich nie abgefondert zeigen dürften: die Beobachtungen stehen mit ihr durchaus im Wider-

spruche; eben so nothwendig müßte nach derselben jede Fackel, um jeden Flecken herum, eine Art Strahlenkrone bilden: dies ist den konstantesten, zuverlässigsten Thatsachen nicht minder zuwider.

„Die Fackeln, sagte J. D. Cassini, kommen gewöhnlich an dem Orte zum Vorschein, den die Flecken früher einnahmen. Es sieht aus, als wenn die Sonne an den Stellen, an denen die Flecken sich gebildet haben, reiner bliebe.“ (J. D. Cassini, Akademie der Wissenschaften, Band X, S. 605.)

Cassini setzte hinzu: „Man sieht bisweilen einen Flecken sich in eine Fackel verwandeln und sodann wieder zu einem Flecken werden.“ (J. D. Cassini, Band X, S. 663.)

Im Jahre 1774, zu einer Zeit, da die alten Beobachtungen Scheiner's über die kleinen Fackeln fast ganz vergessen waren, sagte Francis Wollaston: „Die Sonne ist im Allgemeinen, vielleicht immer gepunktet (oder getüpfelt, pointillé). Diese Konstitution fällt besonders nahe am Rande sehr in die Augen.“

Im Jahre 1795 schrieb Herschel: „Die Sonne scheint mir unregelmäßig zu sein, wie die Haut einer Pomeranze.“

Die dunkeln Runzeln, die sich längs den lichten Runzeln (corrugations bei Herschel) hinziehen, haben bei sehr starken Vergrößerungen dem geschickten Astronomen von Slough sehr kleine Fleckchen gezeigt, die gerade so schwarz waren, als die eigentlichen Flecken.

Die großen Fackeln, die, welche an den Sonnen-Rändern am Sichtbarsten gewesen sind, verschwinden gewöhnlich, wenn die Rotations-Bewegung des Gestirnes sie in den Mittelpunkt der Scheibe versetzt hat.

Diese sehr alte Beobachtung ist von Herschel bestätigt worden.

Die Punkte, die kleinen lichten Furchen bemerkt man weit besser, wenn man sich eines Reflektors oder Refraktors mit großer Oeffnung und eines sehr dunkel gefärbten Glases bedient, als wenn man Instrumente mit kleineren Oeffnungen und ein schwach gefärbtes Glas gebraucht. Dies heißt

mit andern Worten: die Schwächung des Lichtes durch die Absorption eines farbigen Glases ist bei dieser besondern Art von Beobachtungen der Reinheit, Deutlichkeit der Vision nicht so hinderlich, als die von einer Verkleinerung der Oeffnung des Teleskops herrührende Schwächung.

Ich habe die Wahrheit dieser Bemerkung Herschel's oft erfahren. Ich sage sogar, sie dürfte leicht zu erklären sein.

Das Bild eines Sternes oder irgend eines andern lichten Pünktchens scheint in einem Reflektor oder Refraktor mit kleinerer Oeffnung mit einer langen Reihe von Ringen umgeben zu sein. Die Bilder der kleinen Fackeln müssen sich daher in demselben Falle befinden. Nun aber müssen die Ringe, wenn sie sich mit einander vermischen, wenn sie mit einander ins Spiel kommen, nothwendig einen gleichförmigen Glanz Regionen verleihen, wo man sonst abgesonderte Lichtpunkte bemerkt haben würde.

Kap. 74. Regionen, in denen die eigentlichen Flecken zum Vorschein kommen.

Galilei gab den 29sten Grad nördlicher und südlicher Declination, vom Sonnen-Aequator an gerechnet, als die Grenze an, jenseits deren kein Fleck erscheine.

Christoph Scheiner nahm für diese äußersten Declinationen 30° an. Die Weite der Königs-Zone betrug somit 60° . Die Königs-Zone war dem fleißigen Jesuiten die Sonnen-Region, wo alle Flecken entstehen.

Die Flecken entfernen sich bisweilen bedeutend von den durch Scheiner und Galilei festgesetzten Grenzen. Im Juli 1777 beobachtete Messier einen schwarzen Fleck, dessen nördliche Declination sich auf $31\frac{1}{2}^\circ$ belief; im Juli 1780 hatte ein schöner Fleck gleicher Art, nach den übereinstimmenden Beobachtungen Méchain's, $40\frac{1}{2}^\circ$ nördlicher Declination.

Cassini und Maraldi glaubten, es bildeten sich weit mehr Flecken in der südlichen Hemisphäre der Sonne, als in der nördlichen. Im Jahre 1707 erinnerten sie sich nicht, mehr als einen einzigen Flecken (den vom Monat April 1705) in der nördlichen Hemisphäre gesehen zu haben.

Indem ich die Memoiren, die nach dem Jahre 1707 veröffentlicht worden sind, zu Rathe ziehe, bemerke ich kein Vorherrschen der südlichen Flecken vor den nördlichen.

J. D. Cassini wollte die Flecken von den Monaten Mai und Juni 1688 an denselben Stellen der Sonne bemerkt haben, an denen ältere Flecken sich gezeigt hatten. Er trieb sogar die Assimilation so weit, daß er diese Flecken unter denen suchte, welche Scheiner und Hevel beobachtet hatten. Die Rotationszeiten des Gestirnes, zu denen er gelangte, schienen ihm die Vermuthung zu bestätigen.

Salande nahm diese Untersuchung im Jahre 1778 wieder auf. Seine schließliche Meinung war, wie folgt:

„Es gibt sehr starke Flecken, die auf denselben physischen „Punkten der Sonnenscheibe wieder zum Vorschein kommen, „während andere gleich bemerkenswerthe auf etwas verschiedenen „Punkten erscheinen.“

Man sieht kleine Fackeln, lichte Runzeln in allen Deklinationen, sogar in der Nähe der Rotationspole der Sonne. Am 26. November 1794 schrieb Herschel in sein Beobachtungstagebuch:

„Die Sonne scheint in ihrer ganzen Ausdehnung bunt-scheckig, gepunktet zu sein, d. h. an den Polen eben sowohl, „als an dem Aequator. Die kleinen, ungleich lichten Punkte „sah man' indessen im Mittelpunkte besser, als an den Rändern.“

Bei den großen Fackeln ist es gerade das Gegentheil. Was die kleinen betrifft, so steht die Herschel'sche Bemerkung mit einer Beobachtung von Francis Wollaston gänzlich im Widerspruche.

Herschel glaubte, eine der Hemisphären der Sonne sei, ihrer physischen Konstitution nach, weniger dazu geeignet, Wärme und Licht auszuströmen, als die entgegengesetzte, so zwar, daß in sehr großen Entfernungen dieses Gestirn alle Phänomene darbieten könnte, welche die regelmäßigen periodischen Sterne, von der Erde aus gesehen, zeigen; er hat aber nicht gesagt, auf welche Beobachtungen diese seine Vermuthung sich stütze.

Kap. 75. Schnelligkeit der Veränderungen auf der Oberfläche der Sonne.

Schon Scheiner bemerkte, daß die Bewegung des Halbschattens nach dem Kerne hin in sehr kurzen Zeiten bisweilen merkliche Veränderungen in der Form hervorbringt.

Galilei sprach auch mit Erstaunen von der Schnelligkeit, womit die Sonnenflecken entstehen, sich verwandeln und verschwinden.

Derham sah Veränderungen vor sich gehen, so lange er sein Auge am Fernrohre hatte. Unter andern erschien den 29. October 1706 ein schwarzer Fleck und verschwand zu verschiedenen Malen im Mittelpunkte einer glänzenden Fackel.

Francis Wollaston sagte in einem Memoir vom Jahre 1774, er habe bei Beobachtung der Sonne zufällig einen Flecken in mehrere Stücke brechen sehen. Es sah, setzte er hinzu, gerade so aus, als wenn die verschiedenen Bruchstücke einer, auf die Oberfläche eines gefrorenen Teiches geworfenen, Eisplatte nach allen möglichen Richtungen hin aus einander führen.

Herschel und noch andere Astronomen haben Veränderungen von außerordentlicher Schnelligkeit und Ausdehnung in den verlängerten Fackeln bemerkt. Anhaltende Beobachtungen dieser Gegenstände scheinen in der Zukunft ein helles Licht über die physische Konstitution der Sonne verbreiten zu müssen.

Kap. 76. Beschaffenheit der Flecken und physische Konstitution der Sonne.

Ich vereinige die beiden Titel mit einander, denn man kann nicht wohl irgend eine Hypothese über die Beschaffenheit der Flecken aufgestellt haben, die, im Grunde, nicht diese oder jene physische Konstitution der Sonne in sich schließt.

Die Alten haben uns in dieser Hinsicht nichts Plausibles, ja nichts Vernünftiges hinterlassen. Sie scheinen sich einzig und allein über die Frage gestritten zu haben: Ist die Sonne ein reines oder gewöhnliches, grobes Feuer; ein Feuer, das sich von selbst erhält, oder unterhalten zu werden braucht; ein ewiges Feuer, oder ein Feuer, das ausgehen kann?

Wollte man sich unbedingt an Plutarch halten, so hätte Anaximander (geb. zu Milet 610 Jahre vor Christi Geburt), ein Schüler des Thales und eines der Häupter der jonischen Schule, behauptet, die Sonne sei ein Wagen, angefüllt mit einem sehr lebhaften Feuer, das demselben durch eine kreisförmige Oeffnung entströme.

Diogenes Laertius sagt blos, Anaximander habe gelehrt, die Sonne sei ein reines Feuer.

Anaxagoras (geb. 500 Jahre vor Christi Geburt) sah, wie Plutarch sagt, die Sonne als einen feurigen Stein, nach Diogenes Laertius aber, als ein glühendes Eisen an.

Diese Vergleichung des Sonnenfeuers mit den irdischen Feuern war vor Alters eine außerordentliche Idee. Xenophon glaubte in der That sich darüber lustig machen zu können.

Archelaus, der letzte Philosoph der jonischen Sekte, sagte von der Sonne: Die Sonne ist ein Stern; nur übertrifft dieser alle andern an Größe. Diese Muthmaßung war zwar sehr schön; aber da man die Art der Inkandescenz der Sterne nicht kannte, so blieb die Frage von der Sonne auf demselben Punkte stehen.

Zeno, der Gründer der stoischen Sekte, setzte die Sonne aus einem reinen Feuer, größer, als die Sonne, zusammen.

Man schreibt dem Epikur, jenem Philosophen, der das System der Atome so berühmt gemacht hat, die Meinung zu, daß die Sonne sich Morgens anzünde und Abends in den Wassern des Ozeans verlösche. Nach Plutarch wären die Ideen Epikur's nicht ganz so sonderbar gewesen. Er machte aus der Sonne eine tellurische, nach Art der Bimssteine durchlöcherter und im Zustande der Inkandescenz befindliche Masse. (Warum durchlöchert?)

Die Erfindung der Fernröhre, die Entdeckung der Flecken, die eine Folge derselben war, werden uns nun zu zuverlässigeren Resultaten führen.

Nachdem Galilei bemerkt hatte, wie schnell die Flecken ihre Gestalt ändern, kam er natürlich auf die Voraussetzung

von der Existenz eines dünnen, elastischen Fluidums um die Sonne herum. Die Flecken wurden in Betracht ihrer unvollkommenen Dunkelheit mit unsern Wolken verglichen.

„Wäre die Erde,“ sagt der hochberühmte Philosoph, „von selbst leuchtend und würde man sie von fern untersuchen, so würde sie gerade wie die Sonne aussehen. Je nachdem diese oder jene Gegend sich hinter einer Wolke befinden würde, würde man bald auf einem, bald dem andern Theile der scheinbaren Scheibe Flecken bemerken; die größere oder geringere Undurchsichtigkeit der Wolke würde eine größere oder geringere Schwächung des irdischen Lichtes herbeiführen. Zu gewissen Zeiten würde es wenige Flecken geben; darauf könnte man viele sehen; hier würden sie sich ausdehnen, dort verengen; diese Flecken würden an der Rotations-Bewegung der Erde Theil nehmen, wenn, nach unserer Voraussetzung, unsere Erde nicht still stände; und da sie eine, im Verhältniß zu ihrer Breite sehr geringe, Tiefe haben würden, so würde ihr Durchmesser sich bedeutend vermindern, so bald sie sich dem Rande nähern würden.“

Scheiner umgab die Sonne mit einem Feuer-Meere voll ungestümr Bewegungen, voller Abgründe, Klippen, Brandungen.

Hevel fügte demselben eine, Generationen und Corruptionen — ähnlich denjenigen, welche wir in der irdischen Atmosphäre wahrnehmen — unterworfenen, Atmosphäre bei.

Huygens sah nur zwei mögliche Voraussetzungen hinsichtlich der Beschaffenheit des inkandeszenten Theiles der Sonne; seiner Meinung nach konnte man nur über die Frage, ob das Gestirn starr oder flüssig sei, im Ungewissen sein. Uebrigens war er der Voraussetzung, wornach die Sonne flüssig wäre, persönlich gar nicht abhold. (Cosmotheoros.)

Nach La Hire ist die Sonne eine flüssige Masse, worin dunkle Körper schwimmen. Gewöhnlich schweben diese Körper ganz unter der fraglichen Masse; bisweilen kommen sie an die Oberfläche; die äußere Flüssigkeit führt sie, indem sie sich um den Mittelpunkt des Gestirnes dreht, mit sich fort.

Die dunkeln Körper, sagte der Pariser Akademiker, halten

die gleichartigen Molekülen, die auf der Oberfläche der Sonne schwimmen, auf; dies ist die Ursache, warum die nahe bei den Flecken liegenden Theile immer heller zu sein scheinen, als der übrige Theil des Gestirnes; dies ist denn auch Schuld, daß man auf den Punkten, wo die Flecken verschwinden, nachdem sie untergesunken sind, Fackeln sehen muß.

Was wäre aber in diesem Systeme der Halbschatten? Warum würde man die Fackeln rings um die Flecken herum sehen? Woher würden die Fackeln ohne Flecken kommen? Wovon würde die größte Sichtbarkeit dieser lichten Flecken abhängen, wenn sie nahe am Sonnenrande sind?

Fontenelle vermied, indem er über die Erklärung La Hire's Bericht erstattete, die successiven Untersinkungen und Aufsteigungen, jene geheinißvollen Bewegungen der dunkeln Körper mit Hülfe einer Bemerkung, die wir bald unter einem andern Namen wieder finden werden. Anstatt schwimmender Körper nahm Fontenelle einen festen und schwarzen, der Kugel adhären- den Kern an. „Es wird das Nämlische sein,“ setzte er hinzu, „wenn diese Flüssigkeit eine Bewegung haben soll, wodurch sie die große feste Masse halb ganz bedeckt, bald mehr oder weniger unbedeckt läßt.“

Nun folgt eine Erklärung, an die ich wohl nicht erinnert haben würde, wäre nicht ihr Urheber, Gascoigne, ein Astronom von großem Rufe, derselbe Mann, dem die Engländer die Erfindung des Mikrometers zuschreiben.

Gascoigne nimmt an, es gebe um die Sonne herum eine große Anzahl fast durchsichtiger Körper, die in Kreisen von verschiedenen Durchmesser umlaufen, wovon aber keiner sich von der Sonnen-Oberfläche um mehr, als um $\frac{1}{10}$ des Radius des Gestirnes entfernt. Die Geschwindigkeiten dieser verschiedenen Körper müssen ungleich und um so größer sein, je kleinere Dimensionen ihre Bahnen haben. Solche Körper sind alsdann sehr oft in Konjunktion und eben diese Konjunktion ist es, die einen Fleck zum Vorschein kommen läßt; ein einziger Körper schwächt das Licht nicht in dem Grade, daß das Auge auf der Sonne etwas Dunkles sehen könnte, während zwei, drei, oder

eine noch größere Anzahl dieser über einander befindlichen Körper alle Schattirungen der Dunkelheit hervorbringen müssen, welche die Sonnenflecken den Beobachtern gezeigt haben. (Philos. Trans., Band XXVII.)

Erabtree, der diese lächerliche Meinung in einem an Gascoigne selbst gerichteten Briefe bekämpft hat, weist darauf hin, daß, nach dieser Hypothese, die Flecken, wie ein Flug Vögel, eine immer neue Gestalt annehmen, und daß sie die ungleichsten Geschwindigkeiten haben würden.

Derham bildete sich ein, die Sonnenflecken wären immer die Wirkungen einiger vulkanischen Ausbrüche. Der ausgespiene Rauch, die hervorgeschleuderten Schlacken bildeten, seiner Meinung nach, den schwarzen Flecken. Das spätere Erscheinen der Flammen und inkandeszenten Laven verursachte die Fackeln.

Was die Erklärung der Fackeln anbelangt, so läßt sich das System mit einem einzigen Worte über den Haufen werfen: die Fackeln zeigen sich oft vor den schwarzen Flecken.

Francis Wollaston muß ebenfalls unter diejenigen gezählt werden, welche die Flecken als Schlünde von Vulkanen angesehen haben. Dieser Astronom fügte dem Systeme seiner Vorgänger bloß die, seiner Meinung nach, unerläßliche Bedingung bei, daß die Schlünde hoch, auf Bergspitzen gelegen seien.

Glaubte Maupertuis wirklich eine Theorie der Sonnenflecken zu geben, wenn er sagte: „Es sind dies Körper, die in einer (inkandeszenten) Flüssigkeit schwimmen, die gleichsam deren Schaum zu sein scheinen, oder die darin vergehen?“ Woher kommen diese Körper? Warum sind sie mit Halbschatten umgeben? Warum bestehen zwischen ihnen und den Fackeln Positions-Verhältnisse? u. s. w. u. s. w. Von all' dem sagt die Theorie kein Wort.

Lalande, der eine Idee Fontenelle's entwickelte, nahm an, die lichte Materie, womit die Sonne umgeben ist, erleide eine Ebbe und Fluth. In Folge dieser Ebbe und Fluth könnten ungeheure Felsen sich von Zeit zu Zeit an der Oberfläche der Flüssigkeit zeigen. In diesem Systeme würden die ganz über

der inkandeszenten Materie liegenden Felsentheile die Kerne der Flecken bilden, die ein wenig unter dem allgemeinen Niveau befindlichen Theile aber die Halbschatten. Wer sieht aber nicht, daß diese Halbschatten alsdann nicht gut begrenzt wären, daß ihre dunkelsten Regionen die Kerne berühren müßten? Dies stößt, den alten Zeugnissen Cassini's und Lahire's zufolge, wider die Beobachtungen an. Sollten noch andere Einwürfe nöthig zu sein scheinen, so würde ich fragen, wie es komme, daß die Kerne sich theilen. Das Lalande'sche System kann keine ernstliche Untersuchung aushalten.

Bis hieher habe ich blos vage Erklärungen anzuführen gehabt. Die Theoretiker schienen nicht an alle Einzelheiten des Phänomens gedacht zu haben. Wie kommt es, daß auf der Oberfläche der Sonne bisweilen schwarze Flecken zum Vorschein kommen? Dies war die einzige Frage, deren Lösung sie sich vorgenommen hatten. Wir werden von nun an auf vollständigere Theorien stoßen; die Halbschatten, Faceln aller Art werden nicht länger vergessen bleiben, sondern in den Spekulationen der Astronomen einen nothwendigen Platz einnehmen. Unter diesen Spekulationen werden die Alexander Wilson's ihres Datums, und, will ich hinzusetzen, ihrer Neuheit wegen die erste Stelle einnehmen.

Im Jahre 1774 bewies der sinnreiche Dyforder Astronom mit Hülfe von Beobachtungen, deren Analyse man weiter oben gelesen hat, daß die Flecken Aushöhlungen seien, in deren Grund der den Namen Kern führende Theil sich befinde. Von diesem Augenblicke an nahm er an, die Sonne bestehe aus zwei Materien von sehr verschiedener Beschaffenheit. Die Masse des Gestirnes ward für Wilson ein starrer, nicht leuchtender und schwarzer Körper. Diese große Masse war mit einer dünnen Schicht von einer entzündbaren Substanz überdeckt, woraus das Gestirn alle seine erleuchtenden und belebenden Eigenschaften ziehen mußte.

In dieser Hypothese gab Wilson vom Erscheinen der Flecken dadurch Rechenschaft, daß er voraussetzte, eine elastische, in der dunkeln Sonnen-Masse ausgearbeitete Flüssigkeit erhebe sich durch

die lichte Materie hindurch, treibe, drücke sie nach allen Richtungen hin aneinander und lege einen Theil der innern dunkeln Kugel bloß. Die Abdachungen der Aushöhlung bildeten den Halbschatten.

Nachdem er vergebens versucht hatte, die verschiedenen Phänomene der Flecken dadurch zu erklären, daß er die Lichthülle bis zu einem gewissen Punkte flüssig machte, erklärte er entmuthigt, er habe sich bisweilen der Idee überlassen, daß diese erleuchtende Sonnen-Hülle ihrer Konsistenz nach einem dicken Nebel gleichen dürfte.

Wilson konnte alsdann ziemlich befriedigende Ansichten über das Verschwinden der Kerne durch ein Uebergreifen, über das Fortbestehen des Halbschattens nach diesem Verschwinden u. s. w. u. s. w. geben. Er gestand mit einer höchst seltenen Freimüthigkeit, er könne sich die Beschaffenheit der Flecken durchaus nicht erklären. Man könnte hinzusehen, daß die Abdachungen der Höhlung, als Halbschatten angesehen, nicht erklären, warum dieser Halbschatten nahe am Kerne heller ist, als an allen übrigen Orten.

Ein zu Berlin im Jahre 1776 von der Gesellschaft der Naturforscher veröffentlichter Band enthält ein Memoire von Bode, worin die Wilson'schen Ideen mit einigen Abänderungen wieder vorgebracht sind. Der deutsche Astronom macht aus der Sonne:

Einen Körper, dunkel wie unsere Erde, theilweise fest, theilweise mit Flüssigkeiten bedeckt, mit Bergen übersät, von Thälern durchfurcht, endlich mit einer Dunst- und einer Licht-Atmosphäre umgeben. Die erste Atmosphäre verhindert die zweite (die Licht-Atmosphäre), den festen Körper der Sonne zu berühren.

Wenn irgend eine heftigere Bewegung, setzt Bode hinzu, einen Riß in der Licht-Atmosphäre verursacht, so bemerken wir den festen Kern des Gestirnes, der in Beziehung auf die ihn umgebende blendende Helle immer sehr dunkel, dabei aber mehr oder minder dunkel ist, je nachdem der so bloßgelegte Theil ein großes Meer, ein enges Thal oder eine gleiche und sandige Ebene ist.

Der Nebel, der oft die Flecken umgibt, fährt der Berliner Astronom fort, kommt daher, daß die Licht-Atmosphäre nur gegen die Mitte hin ganz zerrissen wird. Von diesem mittleren Punkte an und bis zu einer gewissen Entfernung wird die Dichte der Licht-Atmosphäre nur vermindert. Der Nebel kann daher allein bestehen oder nach dem Verschwinden des schwarzen Fleckens fortererscheinen.

Der Verfasser des Memoires findet eine Erklärung der Fackeln darin, daß er der Licht-Hülle der Sonne eine unregelmäßige, an gewissen Orten mehr oder weniger erhabene, in andern mehr oder weniger vertiefte, mehr oder weniger flache Form gibt. Die Wellen des Meeres, die so sehr in's Auge fallen, wenn man sie vom Ufer aus sieht, wären für denjenigen nicht sehr sichtbar, der sie von einem vertikal über denselben liegenden Punkte aus beobachten würde. Dies ist denn auch die Ursache, warum die Fackeln gewöhnlich verschwinden, wenn sie vom Rande nach dem Mittelpunkte zu gehen.

Ich bleibe hier stehen; es wäre gewiß überflüssig, hier die von Vobe entwickelten längeren Betrachtungen über das Glück zur Sprache zu bringen, dessen die Sonnenbewohner genießen, die da von ihrer Licht-Atmosphäre beständig erleuchtet, von den — von den Verbindungen der nämlichen Atmosphäre und der sie tragenden Dunst-Atmosphäre herrührenden — Wärmestrahlen unaufhörlich erwärmt werden, die da das Schauspiel der Schöpfung durch die Oeffnungen hindurch bewundern, die wir von der Erde aus als Haufen schwärzlicher Schlacken ansehen u. s. w. u. s. w. u. s. w.

Während der letzten zwanzig Jahre des 18ten Jahrhunderts beschäftigten sich wenige Astronomen, sei es ad hoc, oder im Vorbeigehen, mit der physischen Konstitution der Sonne, ohne auf die Idee zurückzukommen, daß ihr Licht einer inkandeszenten Atmosphäre entströme.

In einem Memoire Michell's vom Jahre 1783 finde ich z. B. folgende ganz bestimmte Worte: „Die außerordentliche und allgemeine Helle der Sonnen-Oberfläche rührt wahrscheinlich von einer Atmosphäre her, die in allen ihren Theilen

„licht und auch mit einer gewissen Durchsichtigkeit begabt ist. „Aus dieser Konstitution folgt, daß das Auge Strahlen erhält, „die aus einer großen Tiefe kommen.“

Ich füge noch hinzu, daß Schröter im Jahr 1789 zu Erfurt ein Werk herausgab, worin Jedermann lesen kann: „Es „ist kein Zweifel, daß die Sonne eine Atmosphäre hat, in „welcher zufällige Kondensationen vor sich gehen, die uns als „dunkle Wolken erscheinen.“

Nach dieser langen und mühsamen historischen Analyse kommen wir endlich zu Herschel.

In seinem Memoire vom Jahre 1795 spricht der große Astronom die Ueberzeugung aus, daß die Substanz, vermittelt welcher die Sonne glänze, weder eine Flüssigkeit, noch ein elastisches Fluidum sein könne. Sonst würden, sagt er, die Höhlungen der Flecken und die wellenförmigen Bewegungen (Undulationen) der gepunkteten Oberfläche bald ausgefüllt sein.

Diese Substanz muß somit mit unsern Wolken Aehnlichkeit haben und in der durchsichtigen Atmosphäre des Gestirnes schwimmen.

Die Flecken entstehen (wie schon Wilson und Bode gesagt hatten), wenn man, nachdem irgend eine Ursache die Wolken- und Licht-Hülle der Sonne theilweise zerrissen hat, durch die Oeffnung hindurch den innern dunkeln Körper sieht, gleich wie ein im Monde befindlicher Beobachter den festen Theil der Erde durch die in unserer Atmosphäre entstehenden Risse, durch die Zwischenräume, welche die Wolken unter einander lassen, erblicken könnte.

Herschel stellte zwischen den festen Körper der Sonne und die äußere Schicht phosphorischer Wolken eine kompaktere, bei Weitem nicht so lichte, oder sogar nur durch Reflexion leuchtende atmosphärische Schicht. Das Entstehen eines Fleckens erforderte somit die Bildung entsprechender Oeffnungen in den beiden über einander liegenden Atmosphären. Ließen die relativen Größen dieser Oeffnungen blos den dunkeln Körper der Sonne sehen, so war dies ein Kern ohne Halbschatten. Entdeckte das Auge außerdem eine gewisse Ausdehnung der inneren Atmosphäre,

der nur reflektirenden Atmosphäre, so zeigte sich der Kern mit einem Halbschatten umgeben, der fast eine gleichförmige Schattirung hatte, welches auch seine Ausdehnung sein mochte. War endlich nur in der Licht-Atmosphäre eine Oeffnung, so hatte man einen Halbschatten ohne Kern.

Nach Herschel müssen die beiden Atmosphären Bewegungen haben, die von einander ganz unabhängig sind. Indessen scheint er sich nie kategorisch, definitiv über die Frage ausgesprochen zu haben, ob sie unmittelbar mit einander in Berührung stehen, oder ob sie ein gewisser Zwischenraum von einander trenne.

Nachdem Herschel aus den Sonnen-Beobachtungen die Folgerungen gezogen hatte, die sich natürlich daraus zu ergeben scheinen, so that er noch einen Schritt und suchte hypothetisch die physischen Ursachen zu entdecken, die bei der Entstehung und Verwandlung der Flecken thätig sind.

Nach der Meinung des großen Astronomen bildet sich ein elastisches Fluidum von unbekannter Beschaffenheit unablässig auf der Oberfläche des dunkeln Sonnen-Körpers und steigt, seiner geringen spezifischen Schwere wegen, in die hohen Regionen der Atmosphäre auf. Ist dieses Gas in nicht sehr großer Menge vorhanden, so verursacht es kleine Oeffnungen in der untern Schicht der reflektirenden Wolken; es sind dies die Punkte oder Poren.

Das Gas wird verbrannt oder verbindet sich mit andern Gasen, wenn es in die Region der lichten Wolken gelangt. Das aus dieser chemischen Wirkung entstehende Licht ist nicht überall gleich lebhaft; daher die Risse, Spalten oder Runzeln.

Die Licht-Wolken berühren einander nicht ganz; die Zwischenräume, die sie unter einander lassen, lassen die untern Wolken mit Hülfe der Reflexion, die auf ihrer Oberfläche vorgeht, sehen. Da diese Reflexion vergleichungsweise schwach ist, so muß die Sonne in den Regionen, wo sie Statt findet, nicht sehr licht erscheinen. Die Mischung dieses schwachen zurückgeworfenen und des von den erhabenen Theilen der Runzeln ausgesandten lebhaften Lichtes muß der Sonne ein gepunktetes Aussehen geben, so lange man keine sehr starke Vergrößerung anwendet.

Ein aufsteigender Gas-Strom, stärker als die die einfachen Punkte oder Poren erzeugenden Ströme, verursacht weite Dehnungen. Geben die Lichtwolken nicht alsbald dem Impulse der Kraft nach, die sie zu trennen sucht, so häufen sie sich nahe an der Deffnung an und es entstehen daraus runde oder längliche Fackeln.

Die stärksten aufsteigenden Ströme werden in einer großen Ausdehnung die zusammenhängende Hülle zertheilen, welche die untern Wolken bilden; sie werden aus einander laufen, indem sie sich zwischen den beiden Schichten zu erheben fortfahren, und werden in der Licht-Atmosphäre einen noch größern Riß verursachen. In der Nähe dieses Risses werden gewisse Theile des aufsteigenden Stromes der Kombustion neue Nahrung geben. Aus all' dem werden Kerne, Halbschatten und Fackeln entstehen.

Wäre diese Theorie von der Bildung der Sonnenflecken gegründet, so könnte die Sonne nicht wohl beständig die nämliche Wärme- und Lichtmenge aussenden. Große Kerne, breite Halbschatten, Runzeln, Fackeln würden auf sehr starke aufsteigende Ströme und somit auf eine bedeutende Licht- und Wärme-Emission hinweisen. Die Abwesenheit dieser verschiedenen Arten von Flecken würden dagegen eine minder starke Sonnen-Kombustion, eine gewisse Dünne in den Lichtwolken anzeigen.

Wollte man hier geltend machen, wie zweifelhaft, wie ungewiß die Theorie Herschel's in manchen Stücken sei, so würde ich vorerst folgende Bemerkung Fontenelle's anführen: „Es darf Einen nicht befremden, wenn die Philosophie in Sachen, die so weit von uns entfernt sind und nur so unvollkommen bemerkt werden können, sammelt; aber staunen muß man darüber, daß man so weit gekommen ist und daß man z. B. die beiden wirklichen Hemisphären der Sonne hat geometrisch bestimmen können.“ Sodann würde ich hinzusetzen, daß, wenn es mir vergönnt wäre, über die mir in dieser Notiz gesteckten Grenzen hinauszugehen, Polarisations-Phänomene an mehr, als einem Orte es möglich machen würden, positive Thatsachen, kategorische Demonstrationen an die Stelle der nur gestammelten Rai-

sonnements, wovon der scharfsinnige Sekretär der Akademie der Wissenschaften sprach, zu sehen.

Herschel glaubte, die Sonne sei bewohnt. Seiner Meinung nach ist, wenn die Höhe der Sonnen-Atmosphäre, worin die leuchtende chemische Reaktion vor sich geht, sich auf mehr, als tausend Stunden (lieues) beläuft, es nicht nothwendig, daß auf jedem Punkte der Glanz den eines gewöhnlichen Nordlichts über-
treffe. Die Beweisgründe, worauf der große Astronom sich stützt, um auf jeden Fall zu beweisen, daß der Sonnen-Kern trotz der Inkandescenz der Atmosphäre nicht nothwendig sehr heiß zu sein braucht, sind weder die einzigen, noch die besten, worauf man sich berufen könnte.

Zusatz zu diesem Kapitel.

Dr. Elliot hatte schon im Jahre 1787 behauptet, das Sonnenlicht rühre — dies ist sein Ausdruck — von einer dichten und allgemeinen Morgenröthe (aurora) her. Auch glaubte er mit einigen alten Philosophen, dieses Gestirn könne bewohnt sein. Als der Doktor wegen eines an Miß Boydell verübten Mordes vor den Assisen von Old Bailey stand, so behaupteten seine Freunde, unter andern Dr. Simmons, er sei ein Narr und glaubten diese ihre Aussage mehr als hinlänglich dadurch zu beweisen, daß sie die Schriften vorwiesen, worin diese so eben angeführten Meinungen entwickelt waren. Diese Gedanken eines Narren sind heut zu Tage fast allgemein angenommen. Die Anekdote scheint mir es zu verdienen, daß sie in der Geschichte der Wissenschaften aufgenommen werde. Ich entnehme sie dem in die Edinburger Enzyklopädie eingerückten Artikel Astronomy von Dr. Brewster.

Kap. 77. Von der Rolle, die man die Sonnenflecken bei Erklärung verschiedener astronomischer oder meteorologischer Phänomene hat spielen lassen wollen. Von der Anzahl und Größe dieser Flecken.

Der Gedanke, daß die Sonnenflecken einen merkbaren Einfluß auf die irdischen Temperaturen ausüben müssen, kam den Physikern schon frühe. Schon im Jahre 1614 schrieb Batista Valiani an Galilei, die Kälte müsse, seiner Meinung nach, schlechterdings strenger werden, wenn die Anzahl der Flecken zunehme. (Nelli, S. 337.) Diese Meinung würde nicht einmal eine Untersuchung verdienen, wenn die Flecken beständig sehr klein und in sehr geringer Anzahl wären, wenn der Raum, den sie einnehmen, immer einen unbedeutenden aliquoten Theil der Gesamt-Oberfläche der Sonne oder vielmehr der Oberfläche der der Erde zugewandten Hemisphäre bildete! Betrachten wir vorerst die Frage aus diesem Gesichtspunkte.

Am 19., 20. und 21. August 1612 sahen Galilei und seine Freunde bei Sonnen-Aufgang gegen den Mittelpunkt der Scheibe hin und mit unbewaffnetem Auge einen dunkeln Flecken, d. h. einen Flecken von wenigstens 1 Minute Durchmesser. Viele andere Flecken bemerkte man alsdann bloß mit Hilfe eines Fernrohrs¹⁾.

Am 20. Juli 1643 bemerkte Hevel einen Streifen von Flecken und Fackeln, der etwa den dritten Theil des Sonnen-Durchmessers einnahm.

Derham sagt, ohne dabei seinen Gewährsmann anzuführen, in den Jahren 1660 bis 1671 und 1676 bis 1684 habe es keine Flecken gegeben. (Philosophical Transactions, Band XXVII, 1711, S. 275.)

¹⁾ Man darf den auf den Kupfern gewisser Ausgaben der Werke Galilei's dargestellten Figuren der Sonnenflecken keinen zu großen Werth beilegen. Die Verhältnisse sind dabei nicht beobachtet worden. Es gibt übrigens unter diesen Figuren viele, bei denen es nicht so leicht sein dürfte, die beiden Rotationspole zu bezeichnen, ohne auf Flecken in ihrer Nähe zu stoßen, was allen Beobachtungen zuwider wäre.

Den Memoiren der Akademie der Wissenschaften zufolge zeigte sich kein Flecken von 1695 bis 1700.

Von 1700 bis 1710 gab es dagegen viele.

Im Jahre 1710 sah man nur einen.

In den Jahren 1711 und 1712 sah man keinen.

Im Jahre 1713 kam nur einer zum Vorschein.

Im Jahre 1716 bemerkte man 21 Gruppen von Flecken.

Vom 30. August bis zum 3. September gab es auf der der Erde zugewandten Hemisphäre acht verschiedene, zu gleicher Zeit sichtbare Gruppen. (Académie des Sciences, 1716.)

In den Jahren 1717, 1718, 1719 und 1720 beobachtete man noch mehr Flecken, als im Jahre 1716. Der größte, den man in diesem Zeitraume sah, hatte einen Durchmesser, welcher dem 60sten Theile des Sonnendurchmessers gleich war. Sein wahrer Durchmesser war somit doppelt so groß, als der der Erde. Im Jahre 1719 glaubten die Astronomen, die Flecken (so groß war ihre Anzahl) bildeten eine Art Sonnen-Aequatorial-Gürtel.

Am 15. März 1758 maß Mayer einen Flecken, dessen Durchmesser dem 20sten Theile des Sonnen-Durchmessers oder $1\frac{1}{2}$ Minute (mehr als 5 Mal der Durchmesser der Erde) gleich war.

Im Februar 1759 war auf der Sonne ein Fleck, den Messier mit unbewaffnetem Auge sah. (Connaissance des Temps pour 1810, S. 371.)

Im October 1759 zählte Messier auf der Sonne 25 mit Halbschatten umgebene Flecken. (Connaissance des Temps pour 1810, S. 372.)

Den 15. April 1764 bemerkte d'Arquier und seine Mitbürger von Toulouse einen großen Flecken auf der Sonne ohne Fernrohr; nur schützten sie ihre Augen mit Gläsern, die man vorher hatte schwarz anlaufen lassen.

Méchain und Herschel beobachteten im Jahre 1779 einen mit unbewaffnetem Auge sichtbaren Flecken. Er war in zwei Theile getheilt. Der größere erschien unter einem Winkel von $1' 8''$. (Trans., 1795, S. 49.)

Im Juli 1780 sah Méchain noch einen Flecken ohne Fernrohr.

Im Jahre 1792 bemerkte Herschel zwei mit freiem Auge. (Ibid., S. 54.)

In dem bereits angeführten Werke vom Jahre 1789 spricht Schröter von einem Flecken, der, seinen Messungen zufolge, auf der Sonne eine 16 Mal größere Oberfläche, als die der Erde bedeckte. Derselbe Astronom spricht von 68 Flecken, die man zu gleicher Zeit gesehen habe. Ein anderes Mal stieg diese Anzahl bis auf 81.

Den 20. April 1801 sah Herschel auf der Sonne mehr als 50 schwarze Flecken. Sehr viele unter ihnen waren mit Halbschatten umgeben.

Den 23. sah man nahe an 50;

den 24. zählte man 50;

den 27. 39;

den 29. 24.

(Philos. Trans. vom Jahre 1801, S. 359.)

Den 9. November 1802, im Augenblicke des Vorübergehens des Merkur vor der Sonne bemerkte Herschel auf der Scheibe nicht weniger, als 40 schwarze Flecken.

Schon weiter oben besprochene Ideen über die physischen Umstände, die ein Zerreißen der Sonnen-Atmosphäre zur Folge haben müssen, führten Herschel auf die Voraussetzung, daß die schwarzen Flecken eher das Zeichen einer bedeutenden Licht- und Wärme-Emission, als einer Abnahme dieser zwei Arten von Ausstrahlung seien¹⁾. Wie gewöhnlich stellte der große Astronom seine Vermuthung den Thatsachen, die sie unterstützen oder über den Haufen werfen konnten, gegenüber. Da es an den nöthigen meteorologischen Beobachtungen fehlte, so sah er, in Ermangelung einer bestimmteren Angabe, die Getreidepreise in England als ein Zeichen der Höhe der jährlichen Temperaturen an. Ich habe gesagt, in Ermangelung einer bestimmteren Angabe, denn Herschel verhehlte es sich nicht,

¹⁾ Man sehe den Zusatz am Ende dieses Kapitels.

daß die Getreidepreise durch Ursachen, die von der Temperatur unabhängig waren, oder nur auf eine sehr mittelbare Weise sich an dieselbe angeschlossen, eine Aenderung erlitten haben konnten. Die Frage wird daher eine neue Untersuchung erfordern. Ich bin übrigens so weit entfernt, an den platten Wizen, deren Gegenstand die Herschel'sche Tabelle geworden ist, Theil nehmen zu wollen, daß ich sie vielmehr hieher setzen werde. Die Leser werden sodann selbst entscheiden, ob die Zahlen, die sie unter den Augen haben werden, mit einiger Wahrscheinlichkeit, wie der Stouger Astronom glaubte, anzeigen, daß die Ernten um so besser sind, je mehr Flecken die Sonne hat.

Mittelpreise des Quarters
Getreide in Schillingen.

Von 1650—1670 (man sieht nur 1 oder 2 Flecken)	50
1676—1684, keine Flecken	48
1685—1691, Flecken	37
1691—1694, Flecken	32
1695—1700, keine Flecken	63
1690—1694, Flecken	49
1710—1713, nur 2 Flecken	57
1714—1717, Flecken	47

Mehrere alte Geschichtschreiber, mehrere Chronikschreiber führen Tage, Monate, Jahre an, während welcher die Sonne nicht in ihrem Normal-Zustande war. Dieses lange Zeit unerklärliche Phänomen ist außerordentlichen Erscheinungen von Flecken zugeschrieben worden.

Abulfarage versichert, im 9ten Jahre Justinians II., im Jahre 535 unserer Zeitrechnung habe das Licht der Sonne angefangen, eine Verminderung in der Intensität zu erleiden, die sofort ein Jahr und zwei Monate gedauert habe. Ohne daß eine direkte Beobachtung die Hypothese rechtfertigte, haben die Neuern diese Abnahme einer Menge von Flecken zugeschrieben, womit sich die Oberfläche des Gestirnes bedeckt hätte.

Die Hypothese scheint dagegen von den Umständen des zweiten Ereignisses, das derselbe Geschichtschreiber anführt, fast geboten zu sein. Im Jahre 626, sagt Abulfarage, unter dem

Kaiser Heraklius, verdunkelte sich die Hälfte des Sonnenkörpers und das dauerte vom Monate October bis zum Monate Juni des darauf folgenden Jahres.

Der Jesuit Scheiner erklärte durch Flecken die totale Sonnenfinsterniß, die im Augenblicke des Todes Jesu Christi Statt fand. Die Finsterniß war auf der ganzen Erde vollkommen und dauerte etwa 3 Stunden. Mehr brauchte es nicht, um diese Finsterniß aus der Zahl derjenigen zu streichen, die im Laufe der Jahrhunderte von natürlichen Ursachen abhängig gewesen sind. Eine Finsterniß kann, wenn die Zwischenstellung des Mondes sie verursacht, in der That nur längs einem sehr schmalen Erdgürtel total sein und selbst auf diesem Gürtel dauert die Dunkelheit nur eine sehr kleine Anzahl von Minuten.

Man hatte schon darauf hingewiesen, daß beim Tode Jesu Christi der Mond beinahe voll gewesen; nun aber ist der Mond, wenn er die Sonne verfinstert, nothwendig neu. Die Finsterniß der Charwoche war somit die Wirkung eines Wunders.

Dieses Raisonnement war nicht ohne alles Gewicht; aber es bedurfte nur eines Verstoßes im Datum, um Alles auf die natürlichen Ursachen zurückzuführen. Kein solcher Verstoß könnte dagegen die Allgemeinheit der Finsterniß und die Dauer, welche man ihr zugeschrieben hat, erklären.

Indem Scheiner seine Zuflucht zu Flecken nahm, die, nach der regelmäßigen Ordnung der himmlischen Bewegungen, eine ganze Hemisphäre der Sonne nur in einem Zeitraume von etwa 14 Tagen einnehmen oder verlassen könnten, wollte er dem Phänomene den Charakter eines Wunders natürlich nicht nehmen. Nur glaubte er ein leichtes Wunder an die Stelle eines schweren zu setzen. Eine so sonderbare Idee verdient gewiß nicht, hier ernstlich erörtert zu werden.

Zusatz zu diesem Kapitel.

„Lichtwolken, die den leichtesten Stößen weichen und in einem Zustande beständiger Veränderung begriffen sind, können

„nicht wohl der Sitz des verzehrenden Feuers der Sonne und
„des blendenden Lichtes sein, das sie aussendet; eben so wenig
„läßt sich annehmen, daß die schwache, von den planetarischen
„Wolken gebildete Schutzwehr die Gegenstände, die sie decken
„würde, vor den zerstörenden Wirkungen der oberen Elemente
„zu bewahren im Stande wäre.“

Diese Stelle ist von Brewster (Ediab. Encyclop., Artikel
Astronomy, S. 617).

Brewster denkt, die nicht leuchtenden Wärmestrahlen, die
einen konstituierenden Theil des Sonnenlichtes bilden, werden von
dem schwarzen Kerne der Sonne ausgesendet, während die sicht-
baren, farbigen Strahlen von der Lichtmaterie herkämen, womit
der Kern umgeben ist. Dies ist, sagt er, die Ursache, warum
das Licht und die Wärme sich immer in einem Zustande der
Verbindung zu befinden scheinen: ein Ausfluß kann nicht ohne
den andern erhalten werden (S. 617). In dieser Hypothese
würde man ganz natürlich erklären, warum es wärmer ist, wenn
mehr Flecken vorhanden sind, denn die Wärme des Kernes würde
zu uns gelangen, ohne vorher durch die Atmosphäre, die sie ge-
wöhnlich durchdringt, geschwächt worden zu sein; allein es läßt
sich durchaus nicht mit Bestimmtheit sagen, ob während der
Erscheinung der Flecken die Wärme wirklich größer ist oder
nicht (Seite 618).

Der Mond.

Kap. 78.

Berge im Monde.

Vor Erfindung der Fernröhre hatten die Astronomen über die physische Konstitution unsers Trabanten nur unbestimmte, auf Muthmaßungen gegründete Ideen. Im Alterthum war z. B. die Existenz der Mondberge so durchaus unbekannt, daß Klearch, nach dem Zeugnisse Plutarch's, den Mond für „den schönsten, reinsten Spiegel in Beziehung auf Politur und Glanz, der auf der Welt sei,“ erklärte ¹⁾.

Zwar war, wenn man dem Zeugnisse anderer Geschichtschreiber Glauben beimessen darf, Demokrit einer ganz entgegengesetzten Meinung. Man hat ihm sogar den Gedanken zugeschrieben, daß die dunkeln, mit unbewaffnetem Auge auf der Oberfläche des Mondes sichtbaren Flecken Schlagschatten, von verschiedenen Unebenheiten der Mondkugel herrührend, seien. Es wird hier wohl nicht nöthig sein, umständlich zu zeigen, wie irrig eine solche Erklärung der großen dunkeln Flecken war; wie wenig sie sich mit Formen von Flecken, die in allen Phasen durchaus unveränderlich bleiben, würde vereinigen lassen; wie wenig Grund man somit dazu hatte, wenn man die Muthmaßung Demokrit's als das erste Glied der langen Kette von Entdeckungen hinstellte, welche die Neuern im Gebiete der Selenographie mit Hülfe der Fernröhre gemacht haben. Dieses erste Glied muß man in den Werken Galilei's suchen.

Im März 1610 veröffentlichte Galilei die mit Hülfe seines kleinen Fernrohres von ihm gemachten Beobachtungen, aus

¹⁾ Derselbe Klearch, ein Schüler und Zeitgenosse des Aristoteles, erklärte die Flecken unsers Trabanten auf eine höchst sonderbare Weise; er sagte: „Die Bilder und Figuren des großen Weltmeeres erscheinen im „Monde, wie in einem Spiegel.“

denen deutlich hervorging, daß der Mond eine mit Bergen und Vertiefungen bedeckte Kugel ist. Wäre der Mond ein glatter Körper, so würde die Trennungslinie zwischen dem Schatten und Lichte sich immer als eine fortlaufende, durchaus regelmäßige Kurve gezeigt haben; anstatt dessen zeigte sie die stärksten Krümmungen; lichte Punkte, die weder unter einander, noch mit dem ganz erleuchteten Theile irgend eine Verbindung hatten, gingen ihr voran oder folgten ihr nach.

Nach Galilei sind die abgesonderten lichten Punkte, die man auf dem Monde bemerkt, von dem ganz erleuchteten Theile bisweilen um $\frac{1}{20}$ des Durchmessers der Scheibe entfernt. Diese Zahl $\frac{1}{20}$ gibt für die Mondberge eine Höhe von etwa 8800 Metern.

Hevel, der mit so vielem Eifer und so großer Beharrlichkeit sich den selenographischen Untersuchungen unterzog, reduzirte die Grenzen, von denen wir so eben gesprochen haben, auf $\frac{1}{26}$. Die größten Gebirgshöhen betragen, nach der Meinung des Danziger Astronomen, etwas mehr, als 5200 Meter.

Riccioli gab die Hevel'sche Reduktion nicht zu, sondern erhöhte noch die Bestimmungen Galilei's. Seine von Keill berechneten Beobachtungen gaben dem Sct. Katharinenberge eine Höhe von mehr denn 14000 Metern.

Dies war der Stand der Frage, als Herschel sich im Jahre 1780 an dieselbe machte.

Nachdem der große Astronom eine genaue Berechnungsmethode derjenigen substituirt hatte, deren Hevel sich bediente und die nur 2 Mal in jedem Monate (an den Tagen der ersten und zweiten Quadratur) ganz richtig war, schritt er zur Messung der Mondberge mit Hülfe eines Spiegel-Teleskopes von 6 engl. Fuß Fokus. Galilei, Riccioli u. s. w. hatten sich ungeheuer verrechnet, weil sie sich zu sehr auf bloße Schätzungen verlassen hatten; Herschel ließ es sich angelegen sein, jede Schätzung aus seinen Bestimmungen zu verbannen: die Distanzen, nach denen die Höhen berechnet werden sollten, wurden alle mit dem Mikrometer gemessen.

Die von Herschel gefundene Maximal-Höhe ist die des Ber-

ges Lacer; sie beträgt nur 2800 Meter. Zwei andere Messungen, die des Berges Sinope und eines südöstlich von der scheinbaren Scheibe gelegenen Berges gaben ungefähr 2400 Meter. Alles Uebrige war bedeutend niedriger.

Herschel zog aus seinen Beobachtungen den Schluß, daß mit nur wenigen Ausnahmen die Höhe der Mondberge nicht 800 Meter übersteige. Die neuesten selenographischen Forschungen stimmen aber zu diesem Schlusse nicht. Es wird nicht schwer sein, dies zu beweisen. Nur erlaube man mir vorerst zu bemerken, wie sehr das gewagte Herschel'sche Resultat mit jener Tendenz zum Außerordentlichen, Ungeheuren im Widerspruche steht, woraus man so ohne alle Ueberlegung den charakteristischen Zug des berühmten Astronomen hat machen wollen.

In der hypsometrischen Tafel, welche die Herren Beer und Mädler gegeben haben, sind von 1093 gemessenen Höhen von Mondbergen sechs von mehr als 5800 und zwei und zwanzig von mehr als 4800 Metern (4800 ist die Höhe des Mont-Blanc über der Meeresfläche). Hier folgen die Höhen einiger der Hauptgebirge:

Dörfel	7603 Meter.
Newton	7264
Casatus	6956
Curtius	6769
Callippus	6216
Tycho	6151
Huygens	5550

Newton, Casatus, Callippus, Tycho sind ringförmige Krater. Die in obiger Tafel angegebenen Höhen drücken die Höhen gewisser Punkte des Umkreises über dem Niveau der inneren Höhle aus. Nichts zeigt an, daß das Niveau dieser Höhlen nicht weit unter dem allgemeinen Niveau des Mondes stehe. Die außerordentlichen diesen Namen gegenüberstehenden Höhen könnten somit mit denen der Erde nur unter Beschränkungen, die von der so eben gemachten Bemerkung geboten wären, verglichen werden. Ich beeile mich daher, zu bemerken, daß Dörfel ein in der Kette der Mond-Alpeninen gelegener Pik, daß

seine Höhe auf die naheliegenden Ebenen bezogen worden, daß Leibnitz, der zu derselben Kette gehört, ebenfalls ein Pik ist und daß seine gleichfalls nach den Ebenen berechnete Höhe die Dörfel's wahrscheinlich übertrifft, aber um eine Größe, die man wegen der ungünstigen Lage dieses Berges ganz nahe am Mondrande nicht hat genau bestimmen können; endlich setze ich hinzu, daß Huygens ein dritter Pik derselben Apenninen ist. Alles, was man früher von den Höhen der Mondberge gesagt hat, findet somit seine volle Bestätigung.

Die wichtige Arbeit der Herren Beer und Mädler hat das ausgezeichnete Verdienst des berühmten Danziger Astronomen von Neuem ganz ans Licht gestellt. Es ist merkwürdig, daß man, Dank sei es dem Eifer und der Pünktlichkeit Hevel's, die Höhe der Mondberge weit früher gekannt hat, als die Höhe der Berge unserer Erde.

Kap. 79. Mond-Vulkane.

Zu Ende des Monats April 1787 reichte Herschel bei der königlichen Gesellschaft zu London ein Memoire ein, dessen Titel: Ueber drei Mond-Vulkane, gar sehr zur Phantasie sprechen mußte. Der Verfasser führte darin aus, wie er am 19. April 1787 auf dem nicht erleuchteten, dunkeln Theile des Mondes drei feuerspeiende Vulkane bemerkt habe. Zwei dieser Vulkane schienen im Abnehmen, der dritte aber in voller Thätigkeit zu sein. So lebhaft war Herschel damals von der Wirklichkeit des Phänomens überzeugt, daß er am Tage nach seiner ersten Beobachtung schrieb: „Der Vulkan brennt mit noch größerer Heftigkeit, als in der vergangenen Nacht.“ Der wirkliche Durchmesser des vulkanischen Lichtes betrug etwa 5000 Meter. Seine Intensität schien die des Kerns eines Kometen, der sich damals zeigte, bei Weitem zu übertreffen. Der Beobachter setzte hinzu: „Die nahe am Krater liegenden Gegenstände sind von dem Lichte, das aus demselben strömt, schwach erleuchtet. Dieser Ausbruch, sagte endlich Herschel, gleicht dem, den ich am 4. Mai 1783 gewahrte, sehr.“

Wie kommt es nun, daß nach so bestimmten Beobachtungen

heut zu Tage nur wenige Astronomen die Existenz thätiger Vulkane im Monde zugeben? Hier in wenigen Worten die Erklärung dieses sonderbaren Umstandes.

Die verschiedenen Theile unsers Trabanten werfen das Licht nicht gleich gut zurück. Hier ist die Form, dort die Beschaffenheit der Materie daran Schuld. Die, welche den Mond mit Fernröhren untersucht haben, wissen, wie bedeutend Glanz-Unterschiede, die von den zwei erwähnten Ursachen herrühren, sein können, um wie viel lichter bisweilen ein Punkt des Mondes ist, als die in der Nähe liegenden Punkte. Nun aber springt es in die Augen, daß die Intensitäts-Verhältnisse zwischen den schwachen und glänzenden Theilen dieselben bleiben müssen, welches auch der Ursprung des erleuchtenden Lichtes sein mag. Auf dem von der Sonne erleuchteten Theile der Mondkugel gibt es, wie Jeder weiß, Punkte, deren Glanz in Vergleichung mit dem ihrer Umgebung außerordentlich ist; die nämlichen Punkte werden, wenn sie sich auf dem blos von der Erde beleuchteten Theile des Mondes, auf dem aschfarbigen Theile vorfinden werden, ebenfalls den Glanz der naheliegenden Gegenden durch ihre Intensität beherrschen. So lassen sich die Beobachtungen des Slougher Astronomen erklären, ohne daß man nöthig hätte, zu Vulkanen seine Zuflucht zu nehmen. Im Augenblicke, da der große Beobachter auf dem von der Sonne nicht erleuchteten Theile des Mondes den angeblichen Vulkan vom 20. April 1787 untersuchte, zeigte ihm sein (10füßiges) Teleskop in der That, mit Hülfe der von der Erde herkommenden sekundären Strahlen, sogar die dunkelsten Flecken.

Herschel kam erst im Jahre 1791 auf die Frage von den angeblichen, der malen brennenden Mond-Vulkanen zurück. Im Bande der *Philos. Trans.* vom Jahre 1792 sagt er, daß er, als er am 22. October 1790 auf den ganz verfinsterten Mond ein 20füßiges Teleskop mit einer Vergrößerung von 360 gerichtet, auf der ganzen Oberfläche des Gestirnes etwa 150 rothe und sehr lichte Punkte gesehen habe. Der Verfasser erklärt, er wolle und könne hinsichtlich der Gleichartigkeit

aller dieser Punkte, ihres großen Glanzes und ihrer auffallenden Farbe durchaus nichts Bestimmtes sagen.

Ist indessen roth nicht immer die Farbe des verfinsterten Mondes, wenn kein gänzlich Verschwinden Statt findet? Da die Sonnenstrahlen durch die Wirkung einer Refraktion und in Folge einer Absorption, die sie in den untersten Schichten der Erd-Atmosphäre erlitten haben, auf unsern Trabanten gelangen, könnten sie eine andere Tinte haben? Gibt es auf dem, von der Sonne frei und von vorn erleuchteten, Monde nicht 100 bis 200 durch die Lebhaftigkeit ihres Lichtes sich auszeichnende Pünktchen? Mußten die nämlichen Punkte nicht auch auf dem Monde auffallen, wenn er nur den von unserer Atmosphäre gebrochenen und gefärbten Theil des Sonnenlichtes erhielt?

Kap. 80. Mond-Atmosphäre.

Während der Sonnenfinsterniß vom 5. September 1793 richtete Herschel seine Aufmerksamkeit ganz besonders auf die Form des spitzen Horns, das aus der Intersektion der Ränder des Mondes und der Sonne entstand. Dieser Winkel schien ihm immer durchaus regelmäßig zu sein. Er glaubt, daß, wenn nach der Spitze des Horns zu eine Abweichung von einer einzigen Sekunde, verursacht durch die Refraktion des Sonnenlichtes in der Mond-Atmosphäre, Statt gefunden hätte, sie ihm gewiß nicht entgangen sein würde.

P l a n e t e n.

Kap. 81.

Merkur.

Während der Projektion des Merkur auf die Sonne, oder, wie die Astronomen sich ausdrücken, während des Vorübergehens oder Durchgangs des Merkur vor der Sonnenscheibe am 9. November 1802 gab Herschel ganz besonders auf die Form des schwarzen Fleckens Acht, worunter Merkur erschien; diese Form schien ihm immer ganz zirkelrund zu sein. So wurde denn der Astronom, wenn er nicht lieber in der Hypothese von einer ellipsoidartigen Figur des Planeten annehmen wollte, die Polar-Axe sei ziemlich genau nach der Erde zu gerichtet, nothwendig auf den Schluß geführt: Merkur hat keine merkbare Abplattung.

Herschel bemerkte gleichfalls, daß Merkur während der ganzen Dauer des Durchgangs gut begrenzt blieb, was mit der Existenz einer Atmosphäre auf diesem Planeten nicht minder im Widerspruche stände.

Erinnern wir endlich daran, daß das Licht, wenn es eine Atmosphäre durchdringt, nothwendig geschwächt und gefärbt wird und daß es auch bei der angestrengtesten Aufmerksamkeit nicht möglich war, um den Flecken herum einen Ring zu entdecken, der durch seine Intensität oder Tinte von der übrigen Sonnenscheibe verschieden gewesen wäre.

Diese Betrachtungen über die physische Konstitution des Merkur waren schon vor Herschel gegeben worden. Es muß hier übrigens bemerkt werden, daß sie nichts Absolutes haben und daß man den Folgerungen, die aus den Beobachtungen zu fließen scheinen, entgehen kann, wenn man in Gedanken die Dichtigkeit, Brechbarkeit oder Höhe der Atmosphäre des Planeten hinlänglich vermindert.

Wäre Merkur mit einer Atmosphäre umgeben, so würden die Lichtstrahlen, indem sie dieselbe durchdringen, eine Abweichung erleiden; diese Abweichung aber sollte sich wohl durch eine Deformation des Sonnenrandes im Augenblicke offenbaren, wo die Verlängerung der wirklich vom Auge des Beobachters nach dem Rande des kleinen Planeten gezogene Linie mit dem Umrisse des großen Gestirnes ungefähr in Berührung wäre. Keine derartige Deformation konnte man am Morgen des 9. November 1809, im nämlichen Augenblicke, wo der Rand Merkurs aufhören mußte, sich auf die Sonne zu projiciren, bemerken. Die Runzeln der Sonne (corrugations) wären ebenfalls ein sehr gutes Mittel gewesen, um über die Existenz und sogar über den Werth der durch die Atmosphäre des Merkur verursachten Deformationen zu urtheilen. Die Runzeln führten, wie der Umriß der Scheibe, zu einem negativen Resultate.

Während der ganzen Dauer des Durchganges schien Merkur bedeutend schwärzer, so wie auch gleichförmiger schwarz, als die Kerne zweier großen Flecken, womit man ihn vergleichen konnte.

Merkur ist der Planet, womit Herschel sich am wenigsten beschäftigt hat. Was man von seinen Bergen, seiner Atmosphäre, seiner Rotations-Bewegung gesagt hat, ist aus den Werken Schröter's entlehnt worden.

Kap. 82. Venus.

Als Kopernikus in Folge seiner tiefen Forschungen über unser Planeten-System sich veranlaßt fand, aus der Venus einen dunkeln, um die Sonne kreisenden Körper zu machen, so wandte man ein, daß in dieser doppelten Hypothese der Planet nothwendig Phasen haben müßte; und doch hat, sagte man, noch Niemand solche nachgewiesen. Kopernikus antwortete: die Phasen sind ohne allen Zweifel vorhanden, aber die Verworrenheit des Bildes verhindert uns, sie zu sehen; wäre die Planetenscheibe gut und rein begrenzt, so würde sie Jedermann sehen. Die Voraussetzung des berühmten Verfassers der Abhandlung

über die himmlischen Revolutionen verwirklichte sich im Jahre 1610. In diesem Jahre erkannte Galilei, als er sein Fernrohr auf die Venus gerichtet hatte, an ihr die Form einer Sichel, deren Konvexität der Sonne zugekehrt war. Um die zur Verifikation, Verfolgung dieser Entdeckung nöthige Zeit zu gewinnen, ohne dabei Gefahr zu laufen, dieselbe sich entrisse zu sehen, verbarg sie der berühmte Beobachter unter folgendem, vom 11. December datirten Anagramme.

Haec immatura a me jam frustra leguntur. o. y.

Dadurch, daß Galilei diese 34 Buchstaben in einer andern Ordnung aufstellte, zog er daraus folgende sehr kategorische Worte:

Cynthiae figuras emulatur mater amorum.

Jede dieser zwei Linien enthält: 5 A, 1 C, 2 E, 1 F, 1 G, 1 H, 1 I, 1 J, 1 L, 4 M, 1 N, 1 O, 4 R, 1 S, 3 T, 4 U, 1 Y, 1 Ae.

Die Phasen der Venus warfen den Einwurf über den Haufen, den man gegen das Kopernikanische Weltssystem vorgebracht hatte. Sie zeigten ferner, daß dieser Planet das Licht, womit er glänzt, von der Sonne entlehnt.

Man hatte sehr auf die beiden Durchgänge von den Jahren 1761 und 1769 gerechnet, nicht nur, um die Distanz der Sonne von der Erde zu bestimmen, sondern auch, um zuverlässige Data rücksichtlich der physischen Konstitution der Venus zu erhalten. Die Distanz wurde mit aller nur zu wünschenden Präcision gefunden; hinsichtlich der physischen Konstitution des Planeten aber wurden die Hoffnungen getäuscht. Einige Astronomen haben zwar aus der Art, wie die äußern und innern Berührungen Statt fanden, aus der außerordentlichen Reinheit des runden Fleckens, der auf der Sonne eine Art negativen Bildes der Venus war, schließen wollen, dieser Planet habe durchaus keine, weder eine große, noch kleine Atmosphäre; allein die Beobachtung berechtigte augenscheinlich zu keinem absoluten Schlusse. Auch diejenigen gingen zu weit, die, obgleich sie die genaue Lage der Rotations-Achse der Venus nicht kannten, obgleich sie nicht wußten, ob man diese Achse von der Erde aus perpendicular

oder unter einem von 90° weit entfernten Winkel sah, nach der fast zirkelrunden Form des auf die Sonne projecirten schwarzen Fleckens ohne Weiteres erklärten, der Planet habe keine wahrnehmbare Abplattung.

Herschel beschäftigte sich schon seit dem Anfange des Jahres 1777 mit dem Planeten Venus. Sein Zweck war hauptsächlich, die Rotationszeit desselben zu bestimmen, eine trotz der mühsamen Beobachtungen Cassini's und Bianchini's noch ganz neue Frage. Der erste dieser Astronomen schrieb in der That der Rotation der Venus um ihren Mittelpunkt nur eine Dauer von 23 Stunden zu, während sie nach der Meinung des zweiten 24 unserer Tage betragen haben würde. Von den Resultaten seiner Forschungen nur mittelmäßig befriedigt, hatte Herschel sie nicht veröffentlichen wollen; als aber Schröter im Jahre 1792 der Königlichen Gesellschaft zu London ein Memoire voll außerordentlicher Dinge, besonders über die Berge der Venus mitgetheilt hatte, so glaubte der Slougher Astronom zeigen zu müssen, daß, wenn es ihm nicht vergönnt gewesen, so glänzende Entdeckungen zu machen, man die Schuld weder der Schwäche seiner Instrumente, noch einem Mangel an Eifer oder an Aufmerksamkeit beimessen dürfe.

Das Herschel'sche Memoire ist in dem LXXXIII. Bande der Philosophical Transactions erschienen.

Man findet darin eine neue Bestimmung des Durchmessers der Venus, einen der mittleren Distanz der Erde von der Sonne entsprechenden, $18'',79$ gleichen Winkelwerth dieses Durchmessers. Dies gab für den wirklichen Durchmesser des Planeten einen Werth, der bedeutend größer war, als der Durchmesser unserer Erdkugel; daraus ging, im Widerspruche mit den damals geltenden Meinungen, hervor, daß das Volum der Venus stärker sei, als das der Erde.

Spätere Beobachtungen haben dieses Resultat nicht bestätigt.

Herschel bemerkte bisweilen Flecken auf der sichelförmigen Scheibe der Venus nahe an der Linie, wo Schatten und Licht sich trennen. Diese Flecken ließen bei ihm keinen Zweifel über eine

weit geschwindere Rotationsbewegung des Planeten, als Bianchini angenommen hatte, übrig; er fand sie aber zu schwach, zu verworren, zu veränderlich, um sich an eine genaue Bestimmung der Dauer der Rotation und besonders der Lage der Pole zu wagen.

Herschel glaubte nicht, daß die Flecken sich auf einem festen Körper befinden. Er verlegte sie in die Atmosphäre des Planeten. Diese Meinung ließe sich wohl nicht länger vertheidigen, nachdem die Astronomen an der Sternwarte des römischen Kollegiums (im Jahre 1841) die Flecken Bianchini's mit allen alten Formen wieder aufgefunden haben.

La Hire hatte schon im Jahre 1700 gesehen, daß die Sichel der Venus, wie die des Mondes, bisweilen merkliche, zackige Einschnitte zeigt. Merkliche zackige Einschnitte bei der Distanz der Venus waren ein außerordentliches Phänomen. Im Schoße der Akademie der Wissenschaften hatte man daraus geschlossen, daß die Berge dieses Planeten die unsers Trabanten an Höhe weit übertreffen dürften. Schröter stellte die Beobachtung des französischen Akademikers wieder an's Licht, ohne diesen aber zu nennen. Herschel, der das La Hire'sche Memoire wahrscheinlich nicht kannte, sprach von den durch den Astronomen von Lilienthal entdeckten zackigen Einschnitten auf der Venus-Sichel als von einem eingebildeten Faktum.

Die hohen Berge der Venus offenbarten sich Schröter'n nicht blos in Folge der so eben angeführten Beobachtung, sondern auch durch die Abstumpfung der Hörner. Nehmen wir an, der Planet sei ohne alle Unebenheiten, ganz glatt, so wird seine Sichel immer in zwei ganz gleiche und sehr scharfe Spitzen auslaufen. Nehmen wir im Gegentheil an, die Venus sei mit Bergen bedeckt, so wird ihre Zwischenstellung auf dem Wege der von der Sonne kommenden Lichtstrahlen bisweilen eines oder das andere der Hörner oder alle beide zugleich verhindern können, sich regelmäßig zu bilden, so wird die Sichel alsdann keine vollkommene Symmetrie mehr haben, so werden die Hörner nicht beständig spitzig, nicht beständig gleich sein, sondern abgestumpft erscheinen. Und so verhält es sich denn

auch in Wirklichkeit: demnach ist Venus kein glatter Körper; demnach sind auf ihrer Oberfläche Berge, wie auf der des Mondes.

Herschel bestritt die Genauigkeit der Beobachtung. Für die wenigen Tage, die wenigen Augenblicke, während welcher dieser große Astronom den Planeten untersuchte, war seine vernehmende Erklärung allerdings vom größten Gewichte; aber Nichts berechnete ihn zu deren Verallgemeinerung. Nach gehöriger Untersuchung der Sache stellte es sich heraus, daß an den Tagen, an denen Herschel keine Abstumpfung sah, Schröter ebenfalls keine solche bemerkt hatte. Letzterem, der mehrere Jahre hindurch Venus fast tagtäglich untersuchte, hatten sich bisweilen Positions-Zustände der Sonne und des Planeten dargeboten, die zur Erzeugung des fraglichen Phänomens besonders günstig waren. Sein von andern Arbeiten in Anspruch genommener Mitbewerber war nicht so glücklich. Lag hierin Etwas, das auffallen dürfte?

Die Beobachtungen Schröter's sind von mehreren Astronomen bestätigt worden. Dies ist ein neues Beispiel von der Schwäche der negativen Beweise, sollten diese auch von einem Manne wie Herschel kommen.

Es gibt keinen Astronomen, der nach aufmerkamer Untersuchung der Venus nicht bemerkt hätte, wie weit glänzender der kreisförmige Theil der Sichel, d. h. der äußere oder der Sonne zugekehrte Theil ist, als die auf der entgegengesetzten Seite liegende und auf dem Planeten die Schatten- und Licht-Grenze bezeichnende elliptische Kurve. In dieser Hinsicht stimmen Schröter und Herschel mit einander überein. Nur glaubt, während der erste Beobachter das Licht vom Kreise nach der Ellipse zu stufenweise abnehmen sieht, der Andere an einen plötzlichen Wechsel von allen Punkten des zirkelrunden Umrisses an. Dieser Umriss erscheint ihm als eine Art lichten Halsbandes von gleicher Breite in der ganzen Ausdehnung des Halbfreies.

Man könnte annehmen, die zwischen dem äußern und innern Umrisse der Venusichel beobachtete Licht-Abnahme sei ein mit dem Halbschatten in Verbindung stehendes Phänomen; man könnte denken, es hänge von dem ziemlich beträchtlichen Winkel-

durchmesser ab, unter dem die Sonne, vom Planeten aus gesehen, erscheint. Die Geometrie antwortet kategorisch auf diese Hypothese.

Da der Durchmesser der Sonne, von der Venus aus gesehen, im Mittel 44 Minuten beträgt, so ist kein Zweifel, daß gegen die Schatten- und Licht-Grenze hin materielle Punkte des Planeten sind, die blos von einem fast unmerklichen Theile der Sonne erleuchtet werden, während andere Punkt im Gegentheil das Licht der ganzen Sonne empfangen.

Alles wohl erwogen, müssen aber auf der Scheibe der Venus, wenn sie 60 Sekunden beträgt, die ersten dieser Punkte, die, welche kaum erleuchtet sind, von den Punkten, worauf das ganze Sonnenlicht fällt, nur etwa $\frac{1}{3}$ Sekunde entfernt scheinen. Die Winkel-Weite, worin die beobachtete Abnahme vor sich geht, ist bei Weitem beträchtlicher; diese Abnahme ist definitiv nur für einen wirklich unbedeutenden Theil eine Wirkung des Halbschattens.

Herschel drückte sich in Beziehung auf das so starke Licht des äußern Umrisses der Venusichel folgendermaßen aus:

„Ich möchte es geradezu der Atmosphäre des Planeten zuschreiben; diese Atmosphäre ist, wie die der Erde, wahrscheinlich mit Materien angefüllt, die das Licht gar stark und nach allen Richtungen hin brechen und zurückwerfen. Folglich muß auf dem Rande der Scheibe, wo unser Gesichtsstrahl schief auf die Atmosphäre (d. h. in ihrer größten Tiefe) trifft, eine scheinbare Zunahme an Glanz Statt finden.“

Die Erklärung ist zwar sinnreich, aber mit einigen Schwierigkeiten verknüpft: man sieht z. B. nicht wohl ein, wie ein atmosphärisches Licht einen so rein und gut begrenzten äußern Umriss (Kontour) der Sichel des Planeten hervorrufen könnte. Erinnert man sich daran, daß das Licht um so mehr abnimmt, je beträchtlichere Atmosphären-Tiefen es durchdringt, und verbindet man diese Thatsache mit den photometrischen Eigenschaften der matten, schief beleuchteten Körper, so läßt sich, glaube ich, das Phänomen auf eine befriedigende Weise erklären. Für den Augenblick muß ich mich hier auf diese Angabe beschränken.

Schröter führte in seinem Memoire vom Jahre 1792 schöne und höchst interessante Beobachtungen an. War Venus, ihrer untern Konjunktion nahe, sehr ausgeschweift, so bemerkte der Astronom von Lilienthal den Umriß (Kontour) des Planeten ein wenig jenseits der glänzenden, direkt von der Sonne beleuchteten Hörner, ein wenig jenseits des Theils der Scheibe, der allein mit Hülfe eines gewöhnlichen Fernrohrs sichtbar gewesen wäre. Dieses problematische Licht verhielt sich in Betreff seiner Stärke zu dem lebhaften Lichte der Sichel des Planeten, wie das aschfarbige Licht des Mondes zu dem glänzenden Lichte des übrigen Theils dieses Gestirnes.

Den 12. August 1790, als der Gesamt-Durchmesser der Venus unter einem Winkel von 60" erschien, betrug die Scheinen der zwei Bögen, die ein sehr schwaches Licht bis über die glänzenden Hörner der Scheibe hinaus erleuchtete, beiderseits 8 Sekunden. Mit Hülfe einer sehr einfachen Rechnung schloß Schröter aus diesen Zahlen, daß das sekundäre Licht sich auf dem Planeten 15 Grade über die Grenze hinaus erstreckte, wo die direkten Strahlen der Sonne aufhörten. Seiner Meinung nach kam dieser schwache Schimmer von 15 Grad Weite auf dem Wege der Reflexion von der Atmosphäre her, womit der Planet umgeben war; es war dies, bei etwas geringerer Ausdehnung, das Dämmerungslicht, das die irdische Atmosphäre lange vor Sonnen-Aufgang über die Gegenstände verbreitet.

Das Herschel'sche Memoire vom Jahre 1793 war im Grunde eine sehr lebhafte und, wenigstens dem Anscheine nach, etwas leidenschaftliche Kritik der Schröter'schen Arbeit. Hinsichtlich des verkündigten Vorhandenseins des sekundären Lichtes, mit dessen Hülfe wir mehr als 180 Grade vom Umrisse (Kontour) der Venus erblicken können, ließ Herschel dem Lilienthaler Astronomen volle Gerechtigkeit widerfahren. Dieses Faktum erklärte er ohne Weiteres und mit vollem Rechte für eine wahre Entdeckung. Einige Versehen, einige kleine Verstöße in der Rechnung konnten das Verdienst der schönen Beobachtungen nicht schmälern, mit deren Hülfe Schröter zeigte, daß man, mit Abzug des Halbschattens, von der Erde aus bisweilen mehr als

eine Hemisphäre der Venus sehen könne; eben so wenig verminderten sie das Interesse, das sich ganz natürlich an eine so augenscheinliche Demonstration von der Existenz einer Atmosphäre um diesen Planeten knüpfte.

In der langen Reihe von Arbeiten, die Herschel von dem Jahre 1793 bis 1823 veröffentlicht hat, wird der Venus nur noch ein Mal gedacht und zwar in einem Memoire (vom Jahre 1795) über die Beschaffenheit der Sonne und der Sterne. Der Verfasser sagt darin, der von der Sonne nicht erleuchtete Theil der Kugel des Planeten sei von verschiedenen Personen gesehen worden. Er glaubt an die Wirklichkeit der Beobachtung und erklärt sie so: „Diese schwache Erleuchtung weist auf eine phosphorische Eigenschaft in der Atmosphäre der Venus hin.“ Ließe sich aber in gewissen Fällen dieses merkwürdige Phänomen nicht noch besser erklären, wenn man es der Klasse der negativen Sichtbarkeiten anreihete, wenn man darin eine Wirkung des Kontrastes erblicken wollte?

Kap. 83. Mars.

Herschel hat zwei sich auf Mars beziehende Memoiren veröffentlicht. Das erste ist vom Jahre 1781. Der Verfasser bestimmt darin die Zeit, welche dieser Planet braucht, um eine ganze Revolution um seinen Mittelpunkt zu bewerkstelligen.

Diese Zeit beträgt bei ihm 24 Stunden 38 Min. 30 Sek., 3 für die synodische und 24 St. 39 M. 21 S., 7 für die siderische Revolution.

J. D. Cassini hatte schon früher für die Zeit derselben siderischen Revolution 24 St. 40 Min. gegeben.

In seinem Memoire vom Jahre 1784 fand Herschel, daß der Aequator des Mars um $28^{\circ} 42'$ gegen die Ekliptik geneigt sei und daß der Knoten dieses Aequators $19^{\circ} 28'$ des Sternbildes des Schützen entspreche. Diese Bestimmungen hatte man früher weder gut, noch schlecht erhalten.

Herschel erkannte ebenfalls zuerst, daß Mars abgeplattet ist, daß die Rotationsachse dieses Planeten, die Achse der Pole, sich zum Durchmesser des Aequators wie 15 zu 16 verhält.

Obgleich diese Zahlen bestritten worden sind, obgleich, nach meiner Meinung, der Unterschied zwischen ihnen etwas zu stark ist, so wird die Erweisung der Abplattung des Mars doch immer eine der schönsten Entdeckungen Herschel's bleiben.

Mikrometrische Messungen führten den unermüdblichen Astronomen zu einem Werthe des Aequatorial-Durchmessers des Mars, der, auf die mittlere Distanz der Erde von der Sonne bezogen, $9'',1$ wird.

Maraldi hatte vordem die Aufmerksamkeit der Beobachter auf die an den Rotationspolen des Mars liegenden Lichtflecken, von denen er vermuthete, es müßten Schneehaufen sein, gelenkt. Herschel untersuchte sie mit unendlicher Sorgfalt. Bei keinem dieser zwei Flecken schien ihm der Mittelpunkt genau an den Rotationspolen zu liegen. Die Abweichung schien indessen bei dem nördlichen Flecken größer zu sein, als bei dem südlichen. Die in den absoluten Größen beobachteten Veränderungen stimmten gar gut zu der Idee, wornach diese Flecken Eis- und Schneehaufen wären. Wenn z. B. im Jahre 1781 der Flecken eine äußerst große Ausdehnung zu haben schien, so war dies nach einem langen Winter dieser Hemisphäre, nach einer Periode von zwölf Monaten, während welcher der entsprechende Pol die Sonne gar nicht gesehen hatte. Wenn dagegen im Jahre 1783 derselbe Flecken sehr klein zu sein schien, so war dies zu einer Zeit, wo seit mehr als acht Monaten die Sonne ihre Strahlen unablässig auf den Südpol des Mars herabschoß. Der nördliche Flecken zeigte gleichfalls Veränderungen in den absoluten Größen, die mit der Stellung der Sonne in Beziehung auf den Aequator des Planeten in enger Verbindung standen.

Herschel bemerkte an den Sternen, die sich dem Mars nähern, keinen der früher von J. D. Cassini angekündigten außerordentlichen Intensitätswechsel. Indessen glaubte er, der Planet habe eine starke Atmosphäre. Merkliche, auf verschiedenen Streifen, inmitten der permanenten Flecken beobachtete, Veränderungen schienen ihm nur von dieser Ursache abhängen zu können.

Kap. 84. Die kleinen Planeten: Ceres, Pallas, Juno und Vesta.

Seit der Entdeckung der vier kleinen Planeten haben die Gelehrten Forschungen darüber angestellt, ob nicht irgend ein alter Astronom von ihrer Existenz geträumt, oder, wenn man lieber will, ihre Existenz gewahr sagt habe. Artemidor von Ephesus wird, so man will, dieser Wahrsager sein, denn er behauptete schon ein Jahrhundert vor Christi Geburt, daß die Anzahl der Planeten unendlich, ihr schwaches Licht, ihre ungeheure Entfernung aber die einzige Ursache sei, warum wir sie nicht bemerken.

Demokrit ging nicht ganz so weit, als Artemidor. Dieser Philosoph begnügte sich, wie uns Seneka berichtet, damit, daß er sagte, es gebe weit mehr Planeten, als wir sehen können.

Kant erklärte seinerseits, warum keine Planeten zwischen Mars und Jupiter seien. Am Anfang aller Dinge hatte Jupiter die ganze Materie, die den intermediären Planeten bilden sollte, an sich gezogen. Mars war sehr klein und hatte aus einem ähnlichen Grunde keinen Eräbanten: ein Theil seines Kontingents war ihm von dem kolossalen Planeten entzogen worden.

Bode, Direktor der Berliner Sternwarte, war in einen andern Ideenkreis getreten. Er hatte untersucht, ob dem Aufeinanderfolgen der Distanzen der Planeten von der Sonne nicht ein bestimmtes Gesetz zu Grunde läge. Nach vielen Versuchen kam er auf den Gedanken, folgende Serie hin zu schreiben, in welcher, erst vom 3ten Gliede an, jede Zahl das Doppelte der ihr vorangehenden ist:

0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192.

Durch Hinzusetzung der Zahl 4 zu jedem der acht Glieder erhielt der preussische Astronom die neue Serie:

4, 7, 10, 16, 28, 52, 100, 196.

Nahm man in dieser Serie

4 als die Distanz Merkurs von der Sonne an, so wurde

7 die der Venus;

10 die der Erde;

- 16 die des Mars;
 28 (Lücke);
 52 die des Jupiter;
 100 die des Saturn;
 196 endlich die des Uranus.

Die Lücke schien auf die Existenz eines oder mehrerer unbekanntem, in der Distanz 28 um die Sonne kreisenden Planeten hinzuweisen. Die Vermuthung hat sich vollkommen bestätigt. Ist die Distanz der Erde von der Sonne 10, so sind es in der That die in der Distanz 28 von demselben Gestirne liegenden Regionen, welche Piazz, Olbers und Harding den Planeten Ceres, Pallas, Juno und Vesta angewiesen haben.

Kaum waren diese kleinen Planeten entdeckt, so beobachtete sie auch Herschel mit der gewohnten Sorgfalt, mit seinem unermüdblichen Eifer. Oft wiederholte Vergleichen der teleskopischen Bilder der Ceres und Pallas mit gewissen, in bekannten Distanzen liegenden und mit freiem Auge sichtbaren Lichtscheiben von bestimmten Durchmessern gaben ihm im Jahre 1802:

Für den Winkel-Durchmesser der Ceres
 (bei der mittleren Distanz der Erde
 von der Sonne) 0'',35.
 Für den wirklichen Durchmesser . . . 162 engl. Meilen
 (= 259 Kilometer).

Für den Winkel-Durchmesser der Pallas
 (bei der mittleren Distanz der Erde
 von der Sonne) 0'',24.
 Für den wirklichen Durchmesser . . . 110 engl. Meilen
 (= 178 Kilometer).

Im Jahre 1804 legte Herschel denselben Eifer, dieselbe Beharrlichkeit bei Bestimmung des Winkel-Durchmessers der Juno an den Tag. Seine unmittelbaren Messungen bewegten sich immer zwischen $\frac{2}{10}$ und $\frac{3}{10}$ Sekunde. Welchen Antheil hatte an diesen Resultaten eine künstliche, von dem Auge und dem Teleskope herrührende Entfaltung des Bildes? Diese Frage blieb durchaus unentschieden.

Während seiner Untersuchungen vom Jahre 1802 fand der

gelehrte Astronom, daß Ceres ein röthliches, Pallas aber ein düsteres weißes Licht habe. Er glaubte auch um diese kleinen Körper, besonders aber um Pallas eine Art Haar oder Nebel zu bemerken, der auf die Existenz von Atmosphären hinzuweisen schien. Indessen waren die Beobachtungen zu schwierig, zu wenig übereinstimmend, als daß man in diesem Stücke etwas Anderes, als schwache Wahrscheinlichkeiten hätte.

Im Mai 1807, etwa 2 Monate nach der Opposition betrug der Durchmesser der Vesta selbst mit seiner falschen Krone nur $\frac{1}{10}$ des Durchmessers des Uranus.

Dieser Durchmesser zeigte sich von jedem nebelartigen oder atmosphärischen Scheine ganz frei. Herschel gebrauchte zu letzteren Beobachtungen ein Front-view-Teleskop von $18\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser.

Herschel glaubte, die vier neuen, zwischen Mars und Jupiter liegenden Gestirne verdienten weder in Betracht ihres Volums, noch in anderer Hinsicht den Namen Planeten. Er wollte sie deshalb Asteroiden genannt wissen. Ein Geschichtschreiber der Königl. Gesellschaft (Dr. Thomson) tadelte diese Benennung mit vieler Bitterkeit. Er sagte sogar, „der gelehrte Astronom hätte den ersten Beobachtern dieser Himmelskörper jede Idee nehmen wollen, sich in der Reihe der astronomischen Entdecker eben so hoch zu stellen, als sich selbst (Herschel).“ Um eine solche Beschuldigung zu nichte zu machen, brauche ich sie wohl nur mit folgender Stelle zusammenzustellen, die aus einem in den Philosophical Transactions, Jahrgang 1805, veröffentlichten Memoire des berühmten Astronomen entlehnt ist. „Der spezifische Unterschied, der zwischen den Planeten und den Asteroiden besteht, ist nun vollkommen ermittelt. Dieser Umstand hat, nach meiner Meinung, zu der Schönheit (ornament) unsers Systems mehr beigetragen, als durch die Entdeckung eines neuen Planeten hätte geschehen können.“

Kap. 85. Jupiter.

Obgleich Herschel sich nicht sehr anhaltend mit der physischen Konstitution Jupiter's beschäftigt zu haben scheint, so verdankt

ihm die Astronomie dennoch mehrere Resultate, die besonders erwähnt zu werden verdienen.

In einem Memoire vom Jahre 1781 führt Herschel Bestimmungen der Dauer der Rotation Jupiter's an, die er im Jahre 1778 mit Hülfе eines und desselben schwarzen Fleckens erhalten hatte. Sie variiren zwischen 9 St. 55 Min. 40 Sek. und 9 St. 54 M. 53 S. Im Jahre 1779 gab wieder ein heller Aequatorial-Flecken für die Rotationszeit des Planeten bald 9 St. 51 M. 45 S., bald 9 St. 50 M. 48 S.

J. D. Cassini hatte dem Jupiter schon früher eine Rotationszeit von 9 St. 56 M. angewiesen.

Herschel erklärt diese so ungleichen Resultate durch eigene Bewegungen der Flecken. Er glaubt, es herrschen in den Aequinoctional-Gegenden des Planeten gewisse Winde, ähnlich unsern Passatwinden. Die Hauptwirkung dieser regelmäßigen Winde besteht, seiner Meinung nach, darin, daß sie die Aequatorial-Dünste zu parallelen Streifen vereinigen. Sie reißen auch die zufälligen Wolken (die Flecken) mit veränderlichen Geschwindigkeiten mit sich fort. Um die Bestimmung Cassini's mit verschiedenen Resultaten Herschel's in Uebereinstimmung zu bringen, muß man annehmen, gewisse Flecken, gewisse Wolken, die vom Slougher Astronomen beobachtet worden sind, hätten in 10 St. eine eigene Bewegung von etwa 3° des Aequators des Jupiter, d. h. eine Geschwindigkeit von 96 Stunden (lieues) in einer Zeitstunde gehabt.

Je interessanter diese Spekulationen über so entfernte Welten sind, um so mehr muß man sagen, daß sie den alten Mitgliedern der Pariser Akademie der Wissenschaften nicht entgangen waren.

In einem Memoire vom Jahre 1793 über den Planeten Venus spricht sich Herschel über die physischen Ursachen der Streifen des Jupiter folgendermaßen aus: „Meines Erachtens sind die glänzenden Streifen und die Polar-Gegenden des Jupiter, deren Licht das der schwachen oder gelblichen Streifen übertrifft, die Zonen, wo die Atmosphäre dieses Planeten am meisten mit Wolken angefüllt ist. Die schwachen Strei-

„fen treffen mit den Gegenden zusammen, in denen die durch-
 „aus heitere Atmosphäre die Sonnenstrahlen bis zu den
 „festen Theilen des Planeten gelangen läßt, wo, meiner Mei-
 „nung nach, die Reflexion nicht so stark ist, als auf den Wolken.“

Kap. 86. Jupiter-Trabanten.

Herschel legte im Jahre 1797 der Königlichen Gesellschaft zu London die Resultate seiner zahlreichen Beobachtungen über die komparativen Intensitäten und Größen der Jupiter-Trabanten vor.

Aus diesen Beobachtungen erhellte, daß die Licht-Intensitäten der Trabanten sehr veränderlich sind;

daß die scheinbaren Größen dieser Gestirne sich gleichfalls gar sehr verändern.

Die Größen- und Intensitätswechsel bewiesen offenbar, daß die Trabanten mit Flecken, die das Licht mehr oder weniger zurückwerfen, übersät sind und daß sie sich um sich selbst drehen.

Indem Herschel zu einer graphischen Operation seine Zuflucht nahm und auf den vier Bahnen sich die Stellen merkte, wo während einer langen Periode jeder Trabant sich auf dem Maximum und Minimum seines Glanzes, auf dem Maximum und Minimum seiner Größe gezeigt hatte, fand er, daß diese Phänomene immer an denselben Gegenden wiederkehren. Die Jupiter-Trabanten drehen sich somit wie der Mond um sich selbst in einer Zeit, die derjenigen gleich ist, die sie gebrauchen, um ihre Revolution um den Planeten herum zu bewerkstelligen.

Der erste Trabant ist derjenige, welcher diese Veränderungen im höchsten Grade erleidet. Er ist mitten auf seinem Glanz-Maximum, wenn er den Punkt der Bahn erreicht, der zwischen der größten östlichen Digression und der Konjunktion fast in der Mitte liegt.

Die glänzendste Fläche des zweiten Trabanten ist gleichfalls der Erde zugekehrt, wenn dieses kleine Gestirn sich zwischen der größten östlichen Elongation und der Konjunktion befindet.

Für den dritten Trabanten gibt es zwei Glanz-Maxima und diese beobachtet man bei den zwei Elongationen.

Der vierte glänzt nur ein wenig vor und nach der Opposition lebhaft.

Herschel hat gefunden:

Daß die Farbe des 1sten Satelliten ein mehr oder weniger lebhaftes Weiß,

daß die des 2ten Trabanten bald ein reines, bald ein ins Aschfarbige oder Bläuliche fallendes Weiß,

daß der 3te immer weiß ist;

daß der 4te bisweilen sehr düster, bisweilen dunkelgelb (orange) oder röthlich zu sein scheint. Nach der Meinung Herschel's sind dies Zeichen einer beträchtlichen Atmosphäre.

Die Größen-Ordnung der Trabanten ist folgende:

Der dritte, bei weitem der größte; der vierte; der erste; der zweite.

Die Dauer des Eintritts des zweiten Trabanten über die Scheibe des Jupiter gab ungefähr $0'',9$ für den Winkel-Durchmesser dieses kleinen Gestirnes.

Im April 1780 zeigte sich der Schatten des 3ten Trabanten auf dem Planeten, als er mit dem Mikrometer gemessen ward, $1'',6$ stark.

Kap. 87. Saturn.

Abplattung.

Herschel vermuthete schon seit dem Monate Juli 1776 eine Abplattung an Saturn. Die Messungen, welche diese Thatsache außer Zweifel gesetzt haben, sind vom Monate September 1789.

Der Aequatorial-Durchmesser betrug damals . . . $22'',8$,
und der Durchmesser der Pole $20'',6$.

Ich gestehe frei, daß die theilweisen Beobachtungen, die zu diesem mittleren Resultate führten, nicht so ganz mit einander übereinstimmten, als man hätte wünschen können.

Herschel fügte im Jahre 1805 noch eine große Sonderbarkeit zu allen denen hinzu, die seine Vorgänger in der physischen Konstitution Saturns bereits beobachtet hatten.

Jupiter und Mars sind abgeplattet. Die Achse dieser Pla-

neten, um die jeder sich dreht, ist der kürzeste der Durchmesser der scheinbaren Scheibe; der Aequatorial-Durchmesser ist dagegen der größte; die intermediären Durchmesser haben intermediäre, vom Pole bis zum Aequator stufenweise wachsende Längen.

Die ganze Art und Weise, wie diese Längen-Wechsel mit einander verkettet sind, berechtigt uns, die scheinbaren Scheiben als Ellipsen anzusehen, jeden der beiden Planeten mit einem Revolutions-Ellipsoid, mit einem Sphäroid, das durch die Bewegung einer sich um ihre kleine Achse drehenden Ellipse entstanden ist, zu vergleichen.

Nach der Meinung Herschel's existirt diese Regelmäßigkeit, diese Einfachheit der Form bei der Kugel des Saturn nicht. Anstatt eine Ellipse zu sein, gleicht die scheinbare Scheibe mehr einem Rechtecke, dessen vier Winkel abgerundet wären. Zwar ist da auch noch eine Achse der Pole, die kürzeste von allen: es ist dies die Achse, um welche der Planet in einem Zeitraume von $10\frac{1}{2}$ Stunden seine Umwälzung bewerkstelligt; zwar ist da auch eine Aequatorial-Achse, bedeutend größer, als die Achse der Pole; aber (hier fängt die Anomalie an) auf Saturn ist die Aequatorial-Achse nicht auch die Maximal-Achse; die Maximal-Achse macht mit der Achse des Aequators einen Winkel, den der Beobachter bald $46^{\circ} 38'$, bald $45^{\circ} 31'$ und, in Folge einer letzten genauen Messung, endlich $43^{\circ} 20'$ stark gefunden hat. An den äußersten Enden der Maximal-Achse ist die Krümmung der Scheibe sehr stark. An den Polen und am Aequator glaubt man dagegen gerade Linien in einer ziemlich großen Länge zu sehen.

Diese Beobachtungen sind von den Monaten April, Mai und Juni 1805. Am 26. Mai beschränkte sich Herschel, hinsichtlich der in der Form der scheinbaren Scheibe des Saturn beobachteten Unregelmäßigkeit, nicht länger auf jene mehr oder minder vollkommene Beschreibung derselben, sondern unternahm mikrometrische Messungen, die ihm für den Aequatorial-Halbmesser $11''{,}27$, für den Halbmesser 45° , $11''{,}98$ gaben.

Zwei Tage darauf, den 27., erhielt er für die nämlichen Halbmesser $11''{,}44$ und $11''{,}88$.

Um sich davon zu überzeugen, daß diese sonderbare Form des Planeten nicht etwa von einer zufälligen Unregelmäßigkeit in der Krümme des Spiegels des Teleskops, dessen er sich zuerst bedient hatte, herrühre, gebrauchte Herschel nach einander sieben-, zehn-, zwanzigfüßige Teleskope und sogar das neun und dreißigfüßige Teleskop, unter stäter Anwendung der verschiedensten Vergrößerungen; die Anomalie blieb nichts desto weniger dieselbe. Wurde auch jedes Instrument wechselsweise auf Saturn und Jupiter zu einer Zeit gerichtet, wo beide Planeten zu gleicher Zeit über dem Horizonte standen, so blieb doch Jupiter immer elliptisch, Saturn aber viereckig mit seinen abgerundeten Winkeln.

Herschel stellte an sich die Frage, was wohl die Ursache der sonderbaren Anomalie sein könnte, die seine lichtstarken Teleskope ihm geoffenbart hatten. Seiner Meinung nach läge diese Ursache in der Anziehung, welche der Ring gleich Anfangs auf die flüssige rotirende Masse des Planeten ausübte; allein er versuchte nie, wenn auch nur vag, zu beweisen, daß eine ähnliche Anziehung nothwendig eine Umwandlung der elliptischen Figur in eine Art Rechteck mit abgerundeten Winkeln zur Folge gehabt haben würde.

Kap. 88. Rotation.

Die fleißige Beobachtung einiger Unregelmäßigkeiten, welche die Streifen Saturns darboten, so wie eine gründliche Erörterung aller Resultate bewiesen im Jahre 1794 Herschel'n, daß dieser Planet 10 Stunden 16 Minuten brauche, um eine Revolution um sich selbst zu bewerkstelligen.

Kap. 89. Physische Konstitution des Saturn. Atmosphäre.

Jedermann hat die Streifen Jupiter's gesehen. Die Streifen Saturn's, welche mit ersteren Aehnlichkeit haben, sind weit schwerer zu bemerken. Herschel beschrieb fünf derselben in einem Memoire vom Jahre 1793. Er hatte sie mit seinen 7füßigen Teleskopen beobachtet. Drei waren düster und etwas gelblich;

die beiden andern (die zwei intermediären) warfen ein weißes Licht zurück.

Wir finden in den Memoiren Herschel's Beobachtungen von Streifen, die noch in die Jahre 1775, 76, 77, 78 und 80 fallen.

Die Streifen aus diesen Jahren waren dem Ringe nicht genau parallel. Der gewissenhafte Astronom bemerkte darin sogar Neigungen von 15° .

Die Streifen eines Tags waren von denen des darauf folgenden oft sehr verschieden. Herschel sah diese großen Veränderungen als zuverlässige Indicien einer dem Saturn eigenen Atmosphäre an.

Der berühmte Astronom fand Beweise für die Existenz dieser Atmosphäre in Phänomenen ganz anderer Art. Er glaubte zu bemerken, daß im Augenblicke ihres Durchgangs hinter dem Planeten die Trabanten außerordentlich lang am Rande verweilten. Für den 7ten Trabanten betrug die Zeit der Immerston 20 Minuten. Diese Zahl schien auf eine Refraktion von etwa 2 Sekunden hinzuweisen, eine augenscheinlich zu kleine Größe, als daß es möglich wäre, dafür zu stehen, besonders wenn man bedenkt, daß der sichtbare Durchmesser des Planeten durch Irradiation (Strahlung) etwas größer sein konnte, als der wirkliche.

Herschel bemerkte Tinten-Veränderungen in den Polargegenden des Saturn. Diese Gegenden waren um so weniger weiß, je länger die Sonne sie erleuchtet hatte. Demnach wären, wie es scheint, die Variationen, um die es sich hier handelt, unter die Temperatur-Phänomene zu rechnen. Mag man sie nun durch Schneemassen oder Anhäufungen von Wolken erklären, immerhin setzen beide Hypothesen eine Atmosphäre voraus.

Herschel fand, daß das Licht des Saturn an Intensität dem des Ringes bei Weitem nachsteht. Auch bemerkte er an demselben eine gelbliche Tinte, welche das Licht des Ringes nicht hatte.

In den Memoiren des Slougher Astronomen finde ich eine Bemerkung, die man nicht hinlänglich verfolgt hat; es ist dies zu bedauern, denn sie dürfte geeignet sein, einiges Licht über

die physische Konstitution Saturn's zu verbreiten. Diese Bemerkung lautet, wie folgt: „Der Schatten des Ringes auf dem Planeten ist dem Ringe nicht parallel; an seinen beiden äußersten Enden scheint er breiter, als in der Mitte.“ Verträgt sich der Unterschied, der Größe nach, mit den Gesetzen der Perspektive?

Kap. 90. Ring.

Im Jahre 1789 schien Herschel noch nicht ganz mit sich darüber im Reinen zu sein, ob der schwarze Streifen, der sich ganz um den Ring herzieht, eine Trennung zwischen zwei konzentrischen Ringen sei; seiner Meinung nach konnte man daran zweifeln, ob dieser Streifen einen leeren Raum anzeige. Die Beobachtungen vom Jahre 1792 bewiesen, daß man den Streifen auf den zwei Flächen des Ringes und in gleicher Distanz vom äußeren Ringe steht; daß er immer dieselbe Breite behält; daß er scharf begrenzt ist; daß er bei einer günstigen Atmosphäre eben so schwarz zu sein scheint, als der zwischen dem Ringe und dem Planeten begriffene dunkle Raum. Alle diese Umstände ließen nun Herschel nicht länger daran zweifeln, daß dazwischen zwei konzentrischen Zonen des großen Ringes eine wirkliche Trennung sei.

Seit einiger Zeit haben die Astronomen die Gewohnheit angenommen, den Streifen, der die zwei Ringe des Saturn von einander trennt, den Herschel'schen Streifen zu nennen. Die Benennung ist unpassend; der Herschel'sche Streifen wurde im Jahre 1675 von J. D. Cassini bemerkt; die Vermuthungen, die der Slougher Astronom aus der Existenz des Streifens auf den zwei entgegengesetzten Flächen des Ringes gezogen hat, waren bereits von Cassini und besonders von Maraldi entwickelt worden. Behalten wir das Sprüchwort im Gedächtniß: man soll den Reichen nicht noch mehr geben.

Valande sagt, Short habe ihn versichert, es seien mehrere Trennungen oder Theilungen (divisions) auf dem Ringe des Saturn; allein der englische Astronom selbst hat sich hierüber nie öffentlich in einer Schrift ausgesprochen.

Herschel hat bei vier verschiedenen Gelegenheiten einen dün-

nen schwarzen Strich oder Streifen ganz nahe am innern Rande der westlichen Anse (des westlichen Henfels) des Ringes gesehen; ein erstes Mal am 19. Juni 1780 (7füßiges Teleskop, Oeffnung 6 Zoll, Vergrößerung 200); ein zweites Mal den 20.; ein drittes und viertes Mal den 21. und 26. mit einem Teleskope von 20 Fuß und mit Hülfe einer Vergrößerung von 200. Nie hat er an der östlichen Anse etwas Aehnliches bemerkt.

Der kleine Streifen, den man am 26. Juni sah, war den 29. ganz verschwunden. Wäre dieser Streifen das Zeichen einer zweiten Trennung, so müßte man annehmen, die beiden Ringe, zwischen denen er sich herzog, seien exzentrish gewesen; sonst wäre die Trennung auf den beiden Ansen gleich sichtbar gewesen.

Im Jahre 1794 fand Herschel den äußern Ring nicht so glänzend, als den innern. Das Faktum ist von allen denjenigen bestätigt worden, welche den Saturn mit Hülfe etwas starker Vergrößerungen untersucht haben. Billiger Weise muß man hinzusetzen, daß die Bemerkung dem Cassini angehört. Im Jahre 1675 machte dieser Astronom zwischen den Schattirungen der zwei Ringe denselben Unterschied, der zwischen dem Glanze des matten und dem des geglänzten Silbers (Brunirsilbers) besteht. Er glaubte sogar, die an den Ansen im Augenblicke des Verschwindens des Ringes bemerkte Verkürzung rühre zum Theil von der schwachen Intensität des äußern Ringes her.

Herschel fügte zu dieser alten Beobachtung den neuen Umstand hinzu, daß der am deutlichsten hervortretende, innere Ring nicht in seiner ganzen Breite denselben Glanz habe. Von der Mitte an, sagt der geschickte Astronom, geht in seiner Farbe und in seiner Intensität eine Veränderung vor, so zwar, daß er in Folge einer stufenweisen Licht-Abnahme nach seiner innern Circumferenz zu etwa nur die noch Intensität und Tinte der dunkeln Streifen der Scheibe behält.

Im Monat Juli 1789 verschwand der Ring, der Kante nach gesehen, für die meisten Astronomen. Herschel, der sich seines 39füßigen Teleskops bediente, verlor ihn dagegen nicht aus dem Auge. Die Lichtlinie oder der Lichtstreifen, der blieb,

war übrigens so schmal, daß die kleinsten davor oder dahinten liegenden Trabanten durch eine Wirkung der Projektion ihn in geradliniger Bewegung zu durchlaufen schienen, auf beiden Seiten vorstanden und dort merkliche Hervorragungen bildeten. Nach der Meinung Herschel's sind es diese scheinbaren Hervorragungen, die von älteren Astronomen als wirkliche Unebenheiten des Ringes angesehen worden sind.

Es gibt indessen von Zeit zu Zeit auf dem Ringe Ungleichheiten, die, aus einem gewissen Gesichtspunkte betrachtet, wirkliche Ungleichheiten genannt werden können, denn sie rühren, allem Anscheine nach, von Lichtflecken her, die durch Irradiation vorstehen. Herschel bemerkte im Jahre 1790, daß die Beobachtungen dieser ganz eigenen Flecken, die zu einer Zeit gemacht worden waren, wo man den Ring seiner Dicke nach sah, zu einer Zeit, wo sie sich als Hervorragungen zeigten, nicht mit den Stellungen der sieben bekannten Trabanten übereinstimmten. War ein achter vorhanden? Dieser achte Trabant konnte zur Koordination der Thatfachen dienen; dann mußte man ihm aber eine Revolution von 10 Stunden 32 Min. 15 Sek. zuschreiben. Das dritte Kepler'sche Gesetz würde einen solchen Trabanten in die Breite des Ringes, zwischen die innern und äußern Ränder setzen. Will man somit nicht geradezu annehmen, — was wohl Niemand wird thun wollen —, daß die Materie dieses sonderbaren Körpers die gehörige Flüssigkeit habe, um einen Trabanten ungehindert durchlaufen zu lassen, so muß man eingestehen, daß die beobachteten Flecken integrirende Theile des Ringes waren, daß die 10 Stunden 32 Min. 15 Sek. die Rotationszeit dieser ungeheuren Brücke sind.

Die Flecken, deren Verrückungen zu diesem numerischen Resultate führten, lagen auf dem äußern Ringe.

Im Juni 1807 glaubte Herschel zu bemerken, daß der Süd- und Nordpol Saturns nicht gleich seien. Die vom Südpole kommenden Lichtstrahlen konnten nur dadurch bis zur Erde gelangen, daß sie den Rand des Ringes streiften, denn er stand vor demselben. Die vom andern Pole kommenden Strahlen gelangten bis zur Erde, ohne auf ihrem Wege auf

Etwas zu stoßen, da auf dieser Seite der Ring hinter demselben stand. Die den Ring streifenden Strahlen schienen übrigens wie in Folge einer Refraktion abzuweichen; nun aber setzte unter solchen Umständen eine Refraktion einen Durchgang durch ein gasartiges Mittel voraus. Solcher Art war die Verkettung von Deduktionen, mit deren Hülfe Herschel dem Ringe eine Atmosphäre geben zu können glaubte.

Kap. 91. Saturn-Trabanten.

Huygens entdeckte, indem er auf Saturn zwei 12- und 23füßige Refraktoren, deren Gläser er mit eigener Hand gearbeitet hatte, richtete/ am 25. März 1655 den ersten Trabanten dieses Planeten, den die Menschen je gesehen haben. Mit demselben Instrumente hätten sich noch andere entdecken lassen; aber Huygens suchte sie nicht; nach seiner Beobachtung ward die Zahl der Trabanten der Zahl der Planeten unsers Systems gleich; nun aber konnte, alten Meinungen zufolge, deren Foch der große Geometer nicht abzuschütteln vermocht hatte, die Zahl der Hauptplaneten unmöglich kleiner sein, als die Gesamtzahl der Nebenplaneten. Theoretische Ideen haben schon sehr oft zu glänzenden Entdeckungen geführt. Hier war die Wirkung eine ganz entgegengesetzte; was soll man aber auch zu jenem vermeintlichen Gesetze der materiellen Welt sagen, vor dem das Genie des Huygens sich beugte?

Zu Ende des Monats October 1671 bemerkte J. D. Cassini mit einem nur 17füßigen Refraktor einen Trabanten, der sich in seinen Exkursionen weiter von dem Planeten entfernte, als der Huygen'sche Trabant. Am 23. December 1672 entdeckte derselbe Astronom mit Hülfe 35- und 70füßiger Refraktoren einen zweiten Trabanten, dessen Bahn im Gegentheil in die des Huygen'schen eingeschlossen war.

Im Monat März 1684 entdeckte Cassini zwei andere Saturn-Trabanten, die er nach der Ordnung ihrer Distanzen vom Planeten den ersten und zweiten nannte. Er hatte sich zu letzteren Beobachtungen zweier Objektive von Campani, von je 100 und 136 Fuß Fokus und sodann zweier neuer Ob-

jektive von 90 und 70 Fuß bedient. Diese großen Linsen wurden ohne Rohr gebraucht; Cassini stellte sie bald auf dem Pariser Observatorium, bald an dem äußersten Ende eines Maßes, bald auch auf einem hölzernen Thurme auf, der von Marly nach Paris gebracht worden war.

Kurz, von den fünf zu Ende des XVII. Jahrhunderts bekannten Trabanten hatte Huygens den 4ten, Cassini die übrigen entdeckt.

Der Gegenstand schien erschöpft zu sein, als die Nachrichten von Slough zeigten, wie sehr man sich getäuscht hatte.

Den 28. August 1789 fand Herschel mit Hülfe des großen 39füßigen Teleskops einen Trabanten, der dem Ringe noch näher stand, als die fünf schon beobachteten. Nach den Grundsätzen der allgemein angenommenen Nomenklatur hätte das kleine Gestirn vom 28. August der erste Saturn-Trabant heißen sollen; die den Rang der fünf andern anzeigenden Zahlen wären alsdann um eine Einheit vergrößert worden. Die Furcht, durch beständige Namen-Wechsel in die Wissenschaft Verwirrung zu bringen, war jedoch Schuld, daß man den neuen Trabanten den sechsten nannte.

Den 17. September 1789 trat ein letzter Trabant, der siebente, zwischen den sechsten und den Ring. Dieses Resultat verdankt die Wissenschaft abermals dem 39füßigen Herschel'schen Teleskope.

Dieser siebente Trabant ist äußerst schwach. Herschel konnte ihn indessen unter sehr günstigen Umständen sogar mit Hülfe eines 20füßigen Teleskops noch unterscheiden.

Die Bahnen des sechsten und siebenten Saturn-Trabanten haben sehr kleine Dimensionen. Diese Gestirne befinden sich demnach oft hinter dem Planeten oder projiciren sich auf dessen Scheibe. Unter andern Umständen überstrahlt sie das Licht des Ringes, in dessen Nähe sie kreisen, ganz. Sieht man den Ring von der Kante, erscheint er uns unter der Gestalt einer äußerst feinen Lichtlinie, so erscheinen die Trabanten längs dieser Linie als glänzende und bewegliche Rosenkranz-Kügelchen.

Die Revolutionszeit des sechsten Saturn-Trabanten ist nach den Beobachtungen Herschel's 1 Tag 8 Stunden 53 Min.

Die Revolutionszeit des siebenten Trabanten ist 22 Stunden 37 Min.

Ein seine ganze Revolution in weniger, als einem Tage bewerkstelligender Mond ist keine der kleinsten Besonderheiten des sonderbarsten Planeten, den das Firmament dem Blicke des Menschen dargeboten hat.

Herschel fand, daß der fünfte Saturn-Trabant nach dem Durchgange durch die untere Konjunktion und während er sich zwischen dem 68. und 129. Grade der Bahn, — die Grade von dieser Konjunktion an gerechnet — bewegt, in seinem vollen Glanze ist. Während dieses Zeitraums ist er fast eben so glänzend, als der vierte Trabant.

Vom 7° nach der Opposition bis gegen die untere Konjunktion dagegen ist dieser Trabant nicht so glänzend, als der dritte; er übertrifft sogar den 2ten, ja den 1sten nur selten an Glanz. Diese beim 5ten Trabanten vorkommenden Veränderungen können mit denen verglichen werden, die ein Stern erleiden würde, der für das freie Auge von der zweiten zur 5ten Größe übergehen würde. Herschel hat sie während mehr als 10 nach einander folgender Revolutionen regelmäßig auf einander kommen sehen und daraus mit vollem Rechte den Schluß gezogen, daß der Trabant dem Planeten immer dieselbe Fläche zeige.

Sehen wir, um billig zu sein, sogleich hinzu, daß Cassini schon im Jahre 1705 gesehen hatte, wie der 5te Trabant verschwand, wenn er im Osten des Planeten stand. Zwar sah man im September 1705 diesen Trabanten ebenso gut im Osten, als im Westen. Dessen ungeachtet mußte man, behufs der Erklärung der ersten Beobachtungen, mit dem Pariser Akademiker eine Rotationsbewegung des Trabanten um sich selbst von einer der seiner Revolution um den Saturn durchaus gleichen Dauer annehmen. Der Schluß wäre nur dann unzulässig gewesen, wenn der Trabant sein Intensitäts-Maximum allmählig auf verschiedenen Punkten der Bahn erlangt hätte; sein Wiedererschei-

nen im Osten in einigen seltenen Fällen war blos ein Zeichen physischer Veränderungen.

Oft hat man die Schatten beobachtet, welche die Trabanten auf Jupiter im Augenblicke werfen, da sie sich in ihrem Laufe zwischen die Sonne und den Planeten stellen. Herschel machte eine analoge Beobachtung hinsichtlich Saturn's. Den 2. November 1789 sah er den Schatten des vierten Trabanten ganz deutlich über die lichte Scheibe des Planeten hinlaufen.

Kap. 92. Uranus.

Die Entdeckung des Planeten Uranus so wie seiner Trabanten wird unter denen, deren die neuere Astronomie sich rühmt, immer eine der ersten Stellen einnehmen. Niemand wird daher darüber erstaunt sein, wenn ich die Geschichte dieser Entdeckung hier etwas ausführlich gebe.

Am 13. März 1781 zwischen 10 und 11 Uhr Abends untersuchte Herschel die kleinen Sterne in der Nähe von *H* der Zwillinge mit einem 7 engl. Fuß langen Spiegel-Teleskope und mit Hilfe einer 227maligen Vergrößerung. Einer dieser Sterne schien ihm einen ganz ungewöhnlichen Durchmesser zu haben. Der berühmte Astronom glaubte, es sei ein Komet. Behufs der Bewahrheitung dieser seiner Vermuthung substituirt er successiv Okulare, die 460 und 932 Mal vergrößerten, dem, welches das Teleskop anfänglich hatte; der scheinbare Durchmesser des Sterns von so ungewöhnlichem Aussehen nahm in demselben Verhältnisse wie die Vergrößerung zu. Nicht so verhielt es sich mit den Sternen, die als Vergleichungspunkte dienten: ihr Durchmesser nahm bei Weitem nicht so geschwind zu. Das neue Gestirn unterschied sich von den wirklichen Sternen durch ein anderes Merkmal: es ward sehr schwach und schlecht begrenzt, so oft die Vergrößerungen gewisse Grenzen überschritten. Unter gleichen Umständen behielten die Bilder der Sterne Glanz und Reinheit. Diese Bemerkungen wurden durch Beobachtungen anderer Art bestätigt. Der fixen Instrumente, die auf großen Sternwarten zur Untersuchung der eigenen Bewegungen dienen,

ermangelnd, verglich Herschel das Gestirn, an dem sein gelübtes Auge Anomalien bemerkt hatte, mit den in dessen Nähe liegenden Sternen. Ein besonderer Faden-Mikrometer gab einerseits die gesuchte geradlinige Distanz und anderseits den Positionswinkel. Diese Beobachtungen zeigten bald, daß der Stern seinen Platz wechselte ¹⁾. Obgleich er keine Spur von einem Barte oder Schweife hatte, so nahm doch Herschel keinen Anstand, ihn für einen Kometen zu erklären. Unter diesem Namen kam er in der Königl. Gesellschaft zu London zum ersten Male zur Sprache. *Account of a comet*, dies ist der Titel des vom 26. April 1781 datirten *Memoires*, in dem Herschel zum ersten Male vom Planeten Uranus gesprochen hat (*Philos. Trans.* 1781, S. 492).

Das so eben angeführte Memoire enthält auch Messungen des scheinbaren Durchmessers des neuen Gestirnes, die mit zwei Mikrometern, von deren Beschaffenheit der Verfasser Nichts sagt, und mit Hülfe 932-, 460- und 227maliger Vergrößerungen ausgeführt worden waren. Herschel fand für diesen Durchmesser am 17. März, 2'',9; am 2. April, 4'',4; am 15. April, 5'',3.

Sobald die Astronomen auf dem Festlande durch Maskelyne, Direktor der Sternwarte zu Greenwich, von der Entdeckung Herschel's in Kenntniß gesetzt waren, machten sie aus derselben den Gegenstand ihrer beständigen Arbeiten. Die einen, wie Messier, Lemonnier, Lalande, Méchain, Reggio, Cesaris, Bode, Wargentin u. s. w. benützten jede heitere Nacht, um die Lage des beweglichen Gestirnes mit der Lage der in dessen Nähe gelegenen Fixsterne zu vergleichen; die andern, wie Laplace, der Präsident v. Caron, Méchain, Boscovich, Levell u. s. w. suchten die Kurve zu bestimmen, längs welcher die Verrückung vor sich ging. Ungeachtet der so seltenen Geschicklichkeit der Rechner

¹⁾ Hätte Herschel 11 Tage baldier (am 2. März und nicht am 13.) sein Teleskop nach dem Sternbilde der Zwillinge gerichtet, so würde ihm die eigene Bewegung des Uranus entgangen sein, denn dieser Planet befand sich am 2. auf einem seiner Stillstandspunkte. Diese Bemerkung zeigt, wie wenig oft dazu gehört, um die größten astronomischen Entdeckungen möglich oder unmöglich zu machen.

war die Arbeit immer wieder von vorn anzufangen. Obgleich das Gestirn nur sehr langsam sich fortbewegte, so gelang es doch nie, das Ganze seiner Stellungen darzustellen. Die Beobachtungen von einem Monate warfen das Gebäude, welches die Beobachtungen vom vorhergehenden Monate auf — wie es schien — sehr festen Grundlagen hatten erbauen lassen, immer wieder über den Haufen.

Diejenigen, welche dieses lange Suchen, diese vielen vergeblichen Arbeiten heut zu Tage über die Maßen befremden, haben nicht gehdrig über die Ideen nachgedacht, die im Jahre 1781 die berühmten Geometer und Astronomen, deren Namen ich angeführt habe, beherrschen mußten.

Das neue Gestirn ward als ein Komet angekündigt. Alle bekannten Kometen hatten bis dahin äußerst verlängerte Ellipsen, man könnte fast sagen, Parabeln beschrieben. In sämtlichen Kometen-Parabeln, die in den Katalogen verzeichnet waren, sah man keine Sonnennähen-Distanz, die über 4,2 betragen hätte, wenn die Distanz der Sonne von der Erde als gleich 1 angenommen wird. Dies war der Kreis, in welchen die Rechner sich einzuschließen suchten; sie wollten durchaus den neuen Kometen, wie seine Vorläufer, eine sehr verlängerte Kurve durchlaufen lassen; ferner sollte der Scheitelpunkt dieser Bahn von der Sonne nicht sehr weit entfernt sein. Es wäre unbillig, wenn man nicht bemerken wollte, wie sehr auch die schon angeführten mikrometrischen Beobachtungen die Rechner irre führen konnten; diese konnten in der That zu nichts Anderem, als zu dem Glauben führen, daß in sehr wenigen Tagen, daß in Folge einer scheinbaren Bewegung von weniger als einem Grade in der Länge die geradlinige Distanz des neuen Gestirns von der Erde fast um die Hälfte abgenommen hätte. Diese Beobachtungen waren ungenau, wird man sagen. Allerdings; aber obgleich der Astronom damals erst wenig bekannt war ¹⁾, so konnte man

¹⁾ In Deutschland und Frankreich schrieb man in den Zeitungen und sogar in den wissenschaftlichen Sammlungen vom Jahre 1781 seinen Namen so: Mersthal, Hertzel, Hermstel u. s. w. In der *Connaissance des Temps* vom Jahre 1784 liest man Horochelle.

doch Verstöße von 1 bis 2'' in der mikrometrischen Messung eines Winkel-Durchmessers nicht wohl bei einem Beobachter rü- gen, dem so vieler, dem ein so seltener Scharfsinn nöthig ge- wesen war, um den besondern Karakter des neuen Gestirnes in- mitten der eigentlichen Sterne, womit es umgeben zu sein schien, aufzufassen.

Saron hob zuerst dieses Hinderniß, wenigstens in einem Stücke. Am 8. Mai 1781 zeigte er, daß man vergebens ver- suchen würde, den Lauf des vermeintlichen Kometen darzustellen, so lange man nicht seine Sonnennähen-Distanz, seine kleinste Distanz von der Sonne als wenigstens gleich 14 Mal der mitt- leren Distanz der Sonne von der Erde annehmen würde.

Nachdem einmal dieser Schritt gethan, nachdem das Ge- stirn durch die Bemerkung Saron's aus der gewöhnlichen Kate- gorie der Kometen definitiv ausgeschieden und es von nun an anerkannter Maßen nothwendig geworden war, die von Herschel den 17. März, den 2. und 15. April vorgenommenen mikro- metrischen Messungen zu beseitigen, so wurden die Rechner in ihren Versuchen freier; sie verließen daher die Idee einer para- bolischen Bewegung und fanden, daß eine kreisförmige Bahn von einem Radius, der etwa der 19maligen Distanz der Sonne von der Erde gleich wäre, zu allen Beobachtungen der Winkel-Verrückung, worüber sie damals verfügen konnten, ziem- lich gut stimmen würde.

Ich bedaure, daß ich mich hinsichtlich des Namens des Ge- lehrten, der zuerst die Nothwendigkeit einsah, zu einer nahe kreisförmigen Bahn seine Zuflucht zu nehmen, nicht ganz be- stimmt aussprechen kann. Im IV. Band der Memoiren der Petersburger Akademie, der im Jahre 1783 veröffent- licht ward, sagte Lxell, er könnte durch das Zeugniß mehrerer Astronomen beweisen, daß diese Ehre ihm ge- bühre; den Beweis, und dies war doch die Hauptsache, blieb er aber schuldig; Lxell gab nicht einmal das Datum seiner Ver- suche an. Nun tritt Laplace auf und führt in seiner, im Jahre 1784 durch Saron veröffentlichten, Theorie von der Bewegung und der elliptischen Figur der Planeten seine Bestimmung einer

kreisförmigen Bahn von sehr großem Radius bis auf den Monat August 1781 zurück. Wollte man verschiedene Umstände zusammenstellen, so wäre es leicht zu beweisen, daß im Monate August 1781 Lexell hinsichtlich des kreisförmigen Laufes des neuen Gestirnes gewiß noch Nichts vollendet hatte. Zudem fehlt uns das Element, wornach die Rechte der Erfinder oder Entdecker sich immer am Besten bestimmen lassen: das Datum der Veröffentlichung. In gegenwärtigem Falle brachten, da die Aufmerksamkeit der gelehrten Welt durch den widerspenstigen Kometen ohne Schweif und ohne Haar gar sehr in Anspruch genommen ward, die Privat-Korrespondenzen alsbald das geringste vor den Akademien ausgesprochene Wort und selbst bloße, Freunden im Vertrauen mitgetheilte Vermuthungen in Umlauf. Daher wußte denn auch ganz Europa, daß unser Sonnensystem sich mit einem schönen Planeten bereichert habe, schon geraume Zeit, bevor man die Beweise hierfür vor Augen hatte.

So sehr ich mir auch eine gründliche Untersuchung der Frage angelegen sein ließ, so vermag ich doch nicht, mich mit Bestimmtheit darüber auszusprechen, ob Laplace bei Bestimmung der kreisförmigen Uranusbahn dem Lexell vorangeeilt oder ob der Petersburger Astronom dem berühmten französischen Geometer zuvorgekommen ¹⁾. Nur die Rechte des Präsidenten

¹⁾ Die Priorität würde dem Lexell zu gehören scheinen, wenn man einem Memoire Glauben schenken wollte, worin Valande von einem Briefe des Petersburger Astronomen, der im Juni oder Juli 1781 von London aus geschrieben und der (Pariser) Akademie der Wissenschaften mitgetheilt worden sei, spricht. Hierauf antworte ich, daß Lexell selbst dieses Briefes in seiner Arbeit Erwähnung thut, daß er Magellan, seinen Korrespondenten, als die Person nennt, die ihn den Pariser Akademikern mitgetheilt habe, daß aber darin bloß von einer parabolischen Bahn, die wenigstens 8 zu ihrer Sonnennähen-Distanz habe, die Rede ist, „was,“ setzt Lexell hinzu, „diejenigen Akademiker überzeugte, die an den von dem würdigen und achtbaren Präsidenten v. Saron gefundenen Resultaten zweifeln; Saron hatte, indem er vier Beobachtungen des neuen Gestirns untersuchte, gefunden, daß eine parabolische Bahn mit 14 als Sonnennähen-Distanz sich mit den Beobachtungen ziemlich gut vereinigen lasse.“ (Petersburger Akademie, Band IV. S. 307.)

v. Saron werden von allen Mitbewerbern selbst in vollem Maße anerkannt. Billiger Weise muß man daher, wie mir scheint, zuerst Saron nennen, weil er im Widerspruche mit der allgemeinen Meinung zeigte, daß das neue Gestirn ungeheuer weit, wenigstens zwei Mal so weit von der Sonne entfernt sei, als Saturn ¹⁾, und sodann, aber ohne hierbei einen Unterschied zu machen, dem Lexell und Laplace den ersten Beweis dafür zuzuschreiben, daß eine kreisförmige Bahn das Ganze der Beobachtungen ziemlich gut darstelle.

Was die elliptischen Elemente des Herschel'schen Gestirnes anbelangt, so sind sie zum ersten Male von Laplace und Méchain berechnet worden. Die Elemente Laplace's wurden der Akademie der Wissenschaften im Monat Januar 1783 mitgetheilt. Man findet sie in dem Werke, das den Titel: *Théorie du mouvement et de la figure elliptique des Planètes* führt.

Bei einer kreisförmigen, selbst etwas elliptischen Bahn mußte das neue Gestirn, abgesehen vom Tages- oder Dämmerungslichte, zu allen Zeiten gleich sichtbar gewesen sein. Wie kam es nun aber, daß man es vor Herschel nie bemerkt hatte? Woher kam es, daß die Astronomen, die sonst auf die Bestimmung der Thierkreissterne so viele Sorgfalt verwandt, es versäumt hatten, einen solchen Thierkreisstern zu beobachten, der immer dieser Kategorie beigezählt worden war und vermöge seines Glanzes der sechsten Größe, d. h. den letzten Sternen angehörte, die man mit freiem Auge sieht?

Diese Schwierigkeiten stießen zwar, was die Beobachtungen vom Jahre 1781 anbelangte, die Resultate der direkten und durchaus überzeugenden Berechnungen Laplace's und Lexell's nicht um, konnten aber zu der Voraussetzung führen, als bewege sich das neue Gestirn seit wenigen Jahren in einem Kreise, als sei es ein Komet, dessen Bahn durch seine großen Störum-

¹⁾ Wollte man das mit der Bestimmung der Entfernung des neuen Gestirnes verknüpfte Verdienst in Frage stellen, so würde ich sagen, daß Méchain, dessen Geschicklichkeit als Rechner wohl noch nie in Zweifel gezogen worden ist, bei einer seiner ersten Berechnungen für die Sonnen-nähen-Distanz 0,46 anstatt 19 fand.

gen modifizirt worden, ein Komet, der, nachdem er Jahrhunderte lang sehr verlängerte Kurven durchlaufen, in Folge der störenden Wirkung der Planeten nun eine Ellipse ohne berechenbare Exzentrizität beschreibe.

Eine Bemerkung Bode's machte diesen Zweifeln, diesen Vermuthungen mit einem Male ein Ende. Bei aufmerkamer Untersuchung der Kataloge von Thierkreissternen fand dieser Gelehrte, daß Mayer im Jahre 1756 in dem Sternbilde der Fische einen Stern 6ter Größe beobachtet hatte, wovon man im Jahre 1781 weder an der Stelle, wo der berühmte Göttinger Astronom ihn gesehen hatte, noch in der Nähe wieder eine Spur fand. Nach der kreisförmigen Bahn von einem Radius, der 19 Mal größer war, als die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne, war dieser Ort etwa derjenige, den das neue Gestirn im Augenblicke der Mayer'schen Beobachtung einnehmen mußte ¹⁾.

Herschel nahm an der langen Debatte, wovon ich so eben eine Analyse gegeben habe, keinen Theil; als aber die Untersu-

¹⁾ Bode konstatierte hierauf auf dieselbe Weise, daß Flamsteed das fragliche Gestirn den Thierkreissternen der Himmelsgeschichte am 13. December (alten Styls) 1690 beizählte.

Lemonnier fand, als er seine Register durchließ, daß auch er den vermeintlichen Herschel'schen Kometen in den Jahren 1763 und 1769 3 Mal beobachtet hatte. Bessel erkannte dieses Gestirn in dem großen Kataloge von Bradley, unter dem Datum vom 3. December 1753; zu der von Bode in der Himmelsgeschichte von Flamsteed schon aufgefundenen Beobachtung fügte Burckhardt vier andere vom 2. April 1712, vom 5., 6. und 11. März 1715 bei. Herr Bouvard, der die Journale Lemonnier's, die auf der Pariser Sternwarte aufbewahrt werden, im Manuscripte Zeile für Zeile durchging, fand darin 9 Beobachtungen, welche dieser ehemalige Akademiker selbst nicht wieder hatte erkennen können. Unter diesen Beobachtungen fallen mehrere in einen und denselben Monat. Wären die Bücher mit mehr Ordnung geführt worden, hätten die Rektascensions- und Deklinations-Bestimmungen für jeden Tag in regelmäßigen und einander gegenüber stehenden Kolonnen figurirt, so hätte schon ein flüchtiger Blick dem Lemonnier im Jahre 1769 gezeigt, daß er ein bewegliches Gestirn beobachtete, und so würde dieser Astronom an der Stelle Herschel's seinen Namen für immer an den eines der Hauptplaneten unsers Sonnensystems geknüpft haben.

chungen Saron's, Laplace's, Lexell's gezeigt hatten, daß das am 13. März entdeckte bewegliche Gestirn kein Komet sei, wie man anfänglich gedacht hatte, sondern ein großer, an den Grenzen unsers Weltsystems liegender Planet, so nahm er das ihm unstreitig zukommende Recht in Anspruch, diesem neuen Gestirn einen Namen geben zu dürfen. Der Name, den Herschel vorschlug, war *Georgium sidus* (Georgs = Gestirn)¹⁾.

Der Astronom bezeugte so seine gerechte Dankbarkeit gegen den Monarchen, der, ein Freund der Wissenschaften, ihn eben erst in eine unabhängige Lage versetzt hatte. Lexell bemerkte mit Recht, daß das Wort *sidus* (Gestirn) die falsche Idee der Unbeweglichkeit in sich schliesse. Er schlug daher vor, man solle den neuen Planeten den Neptun Georg's III. nennen. „So wird es, sagte er, möglich sein, das Andenken der großen Thaten zu verewigen, wodurch die englischen Flotten während der zwei letzten Jahre die Augen der Welt auf sich gezogen haben.“ Man muß gestehen, die Schmeichelei war etwas sonderbar. Ich will mich hier nicht auf eine Erörterung der in Frage stehenden großen Thaten einlassen; aber war es nicht lächerlich, daß man zu deren Verewigung gerade eine Entdeckung auserkohr, die in keiner Beziehung Engländern angehörte? Es war der Hannoveraner Herschel und kein Anderer, der die eigene Bewegung des neuen Gestirnes erkannte; es waren die Untersuchungen, die Berechnungen der Franzosen und Deutschen, die dessen Natur bestimmten, die daraus wirklich einen Planeten machten.

In Frankreich wollte Lalande, man solle den unter ähnlichen Umständen von den Anatomen und Botanikern schon angenommenen Gebrauch befolgen; er drang mehrere Jahre lang darauf, man möchte den neuen Planeten Herschel nennen. Seine diesfalligen Bemühungen blieben jedoch ohne Erfolg; die Freunde der Mythologie behielten den Sieg; aber auch in diesem Lager war man nicht einig.

Prosperin glaubte eines guten Erfolges gewiß zu sein,

¹⁾ Horaz hatte gesagt: *Julium sidus*.

indem er den Namen Neptun vorschlug: wäre Saturn alsdann nicht zwischen seinen beiden Söhnen gestanden, zwischen Jupiter, als dem der Sonne näher stehenden und Neptun, als dem entfernteren?

Lichtenberg vermochte mit seinem Vorschlage eben so wenig durchzudringen, indem er den Namen Asträa auf die epigrammatische Betrachtung stützte, die Göttinn der Gerechtigkeit habe, als sie die Erde floh, auf der sie vergebens ihr Reich zu gründen gesucht hatte, aus Aerger sich so weit als möglich von unserm Erdball wegflüchten müssen.

Poinsinet glaubte, es ließe sich gegen den Namen Cymbyle durchaus Nichts einwenden. Da die Väter der Götter, Saturn und Jupiter, am Firmamente eine Stelle einnahmen, konnte alsdann ihre Mutter länger wegbleiben?

Bode setzte seinerseits ganz vertrauensvoll den Grund auseinander, warum er dem Namen Uranus den Vorzug gegeben: man mußte ein an dem ältesten der Götter begangenes Unrecht wieder gut machen; paßten übrigens die in den verborgensten Tiefen unsers Weltsystems begrabenen Regionen nicht gar gut für den ehrwürdigen Greis?

Der Name Uranus ist geblieben.

Wenn Valande in seinem Vorhaben, Herschel'n eine Art Apotheose zuzuerkennen, scheiterte, so gelang es ihm wenigstens, die Annahme eines zur Bezeichnung des neuen Planeten dienenden Zeichens (U oder Υ) durchzusetzen, das ungefähr den Anfangsbuchstaben des Namens des berühmten Slougher Astronomen darstellt. Dieses Zeichen ist heut zu Tage in Frankreich, England, Italien u. s. w. in Anwendung; die Deutschen haben der Figur (\mathcal{U}) den Vorzug gegeben, die Köhler von Dresden gleich Anfangs vorschlug, um zugleich Uranus in der Astronomie und das Platin in der Chemie darzustellen ¹⁾.

Die ersten von Herschel am 17. März 1781, und am 2. und 15. April desselben Jahres bestimmten Werthe des schein-

¹⁾ Peter Sell ließ zum Andenken an die Entdeckung Herschel's Medaillen von Platin schlagen.

baren Durchmessers des Uranus waren bei Weitem mehr von einander verschieden, als es sich mit der fast kreisrunden Form der Bahn vertrug. Die Schätzungen der andern Astronomen stimmten noch weniger zu einander.

So blieben

Maskelyne bei 3'',

Lepell bei weniger, als 5,

Die Mailänder Beobachter bei 6 oder 7,

Mayer von Mannheim bei 10

stehen.

Dies waren hinsichtlich der Volume Variationen im Verhältnisse von 1 zu 37. Herschel konnte die Größe des neuen Planeten nicht in diesem elenden Zustande der Ungewißheit lassen. Ungeachtet der äußerst großen Schwierigkeit, auf die man nothwendig bei Messung sehr kleiner Winkel stößt, mußte die Vollkommenheit der Slougher Teleskope, das Vergrößerungsvermögen, das diese Instrumente vertrugen, wo nicht mathematisch genaue Ergebnisse, so doch eine bedeutende Verminderung in den Grenzen der möglichen Irrthümer, in Folge deren entweder ein zu starkes oder zu schwaches Resultat herauskommen konnte, hoffen lassen. Dies war der Gegenstand des Memoires, das Herschel am 7. November 1782 der Königl. Gesellschaft zu London mittheilte und das im LXXIII. Bande des Philosophical Transactions abgedruckt ist.

Diesmal bediente sich der berühmte Astronom des Lampen-Mikrometers, wovon wir oben eine kurze Beschreibung gegeben haben, so wie auch des Faden-Mikrometers. Hier folgen seine verschiedenen Resultate:

- | | | |
|-------------------|---|--------|
| 19. November 1781 | Faden-Mikrometer; 227malige
Vergrößerung, | 5'',2; |
| 28. November 1781 | Lampen-Mikrometer; 227malige
Vergrößerung, | 5'',0; |
| 9. September 1782 | Faden-Mikrometer; 460malige
Vergrößerung, | 4'',2; |
| 4. Oktober 1782 | Lampen-Mikrometer; 227malige
Vergrößerung, | 3'',7; |

12. Oktober 1782 Lampen-Mikrometer; 227malige
Vergrößerung, 4'',2;
19. Oktober 1782 Lampen-Mikrometer; 227malige
Vergrößerung, 3'',8;
26. Oktober 1782 Lampen-Mikrometer; 227malige
Vergrößerung, 3'',5;
4. November 1782 Lampen-Mikrometer; 227malige
Vergrößerung, 4'',3.

Die Uebereinstimmung war nicht so vollkommen, als man hätte wünschen können. Der Urheber dieser Beobachtungen gab es selbst zu. Alles, was er aus dem Ganzen der Resultate folgern wollte, war daher auch, daß der scheinbare Durchmesser des Uranus nicht merklich größer oder kleiner, als 4'' sein müsse; daß der wirkliche Durchmesser des neuen Planeten 4 bis 4½ Mal der wirkliche Durchmesser der Erde sei.

In dem Memoire vom Jahre 1782 findet man einen ersten Versuch, die Form des Uranus zu bestimmen. Unter dem 13. October 1782 sagte Herschel, die Scheibe sei ihm, als er den Planeten mit Vergrößerungen von 227, 278, 460 und sogar 625 beobachtet, scharf begrenzt und kreisförmig erschienen. Er zweifelte nicht daran, daß eine der der Kugel des Jupiter gleiche Abplattung alsdann vollkommen sichtbar gewesen wäre.

Später gewährte der große Astronom Spuren einer Abplattung. Unter dem 26. Februar 1794 schrieb er z. B. in sein Tagebuch: „20füßiges Teleskop; 480malige Vergrößerung; der Planet scheint in der Richtung der größten Achsen der Bahnen der Trabanten etwas verlängert zu sein.“

Ein Jahr darauf, am 21. April 1795, „gab das 10füßige Teleskop mit 400maliger Vergrößerung dem Planeten eine etwas elliptische Form. Diese elliptische Form veränderte sich nicht, wenn man dem ersten Okulare ein zweites substituirte, wodurch eine Vergrößerung von 600 erzielt wurde.“

Unter allen Versuchen, die Herschel machte, um sich von der wahren Gestalt des Uranus zu versichern, überzeugte ihn der vom 5. März 1792 am Meisten von dem Vorhandensein einer Abplattung. Er gebrauchte dazu einen frisch geschliffenen

20füßigen Spiegel und Vergrößerungen von 240, 300, 600, 800, 1200, ja 2400, und zwar immer mit gleichem Erfolge.

Eine Form, die bei so verschiedenen Vergrößerungen und unter Anwendung 7-, 10- und 20füßiger Teleskope immer gleich geblieben war, schien nicht von bloßen optischen Täuschungen herühren zu können. „Ich schliesse somit,“ sagte Herschel, ohne „Anstand daraus, daß der Georgs-Planet sich mit großer Geschwindigkeit um seine Achse dreht.“

Die große Rotations-Geschwindigkeit unterliegt wohl keinem Zweifel, wenn die Abplattung merklich ist; den Werth dieser Abplattung aber hat, ich weiß nicht warum, der Slougher Astronom nie bestimmt. Ist ein Unterschied zwischen zwei rechtwinkligen Durchmessern einer Scheibe? Diese Frage läßt sich sicherlich durch mikrometrische Messungen leichter entscheiden, als durch bloße Inspektion einer vergrößerten Scheibe. In vorliegendem Falle dürfte sich wohl kein sichtbarer Gegenstand der Stärke der Instrumente entziehen.

Bei Jupiter, bei Saturn, bilden die Ebenen der Trabanten-Bahnen sehr kleine Winkel mit der Ebene des Aequators des Planeten. Dehnt man auf dem Wege der Analogie dieses Resultat auf Uranus aus, so gelangen wir zu einem sonderbaren Schlusse: wir finden, daß die hypothetische Rotationsachse dieses Planeten fast auf der Elliptik ruhen muß, denn die Trabanten bewegen sich dieser Ebene perpendicular. Es wird somit Zeiten geben, wo die Abplattung, welcher Art sie auch sein mag, nicht sichtbar sein wird. Ein Ellipsoid erscheint offenbar als ein Kreis, wenn die Verlängerung seiner Revolutions-Achse durch das Auge des Beobachters geht. Uranus wird daher keine Spur von Ellipticität zeigen, wenn seine kleine Achse der Erde zugewandt sein wird, d. h. zwei Mal während jeder Revolution des Planeten um die Sonne.

Mehrere Male, im Jahre 1787 (20füßiger Spiegel), und im Jahre 1789 glaubte Herschel bei seinen teleskopischen Untersuchungen zu bemerken, daß Uranus mit zwei Ringen in perpendicularer Stellung zu einander umgeben sei. Diese Form blieb bei Vergrößerungen von 157, 300, 480, 589,

so wie auch, wenn man den Spiegel oder das Okular um ihre Achse drehte, ganz dieselbe. Dessenungeachtet blieb, da eine mit einem Spiegel von 7 Fuß Fokus gemachte Beobachtung vom 26. Februar 1792 während $3\frac{1}{2}$ Stunden den Schein von einem Ringe in derselben Stellung in Beziehung auf das Rohr des Teleskops gezeigt hatte, obgleich während dieses langen Zeitraumes eine bedeutende Veränderung in Folge der täglichen Bewegung des Himmels hätte Statt finden sollen, dessenungeachtet blieb, sagen wir, Herschel entschieden bei der Meinung stehen, daß Uranus keinen Ring habe.

Kap. 93. Uranus-Trabanten.

Die ungeheure Entfernung des Uranus, sein kleiner Winkel-Durchmesser, die schwache Intensität seines Lichtes ließen der Hoffnung nur wenig Raum, daß, wenn dieses Gestirn Trabanten hätte, deren Größen in Beziehung auf seine eigene Größe das wären, was die Jupiter- und Saturn-Trabanten hinsichtlich ihrer zwei großen Planeten sind, einem Beobachter es je gelingen würde, sie von der Erde aus zu sehen. Herschel war aber nicht der Mann, der sich von diesen entmuthigenden Vermuthungen in seinen Forschungen aufhalten ließ. Da starke Teleskope in ihrer gewöhnlichen Konstruktion, d. h. mit den zwei mit einander in Verbindung stehenden Spiegeln ihn zu keiner Entdeckung geführt hatten, so ersetzte er sie zu Anfang des Monats Januar 1787 durch Front-view-Teleskope, durch Teleskope, die den Gegenständen weit mehr Glanz geben, denn der kleine Spiegel fällt alsdann weg und mit ihm eine der Ursachen des bei Teleskopen sich herausstellenden Lichtverlusts.

Am 11. Januar 1787 sah Herschel, indem er sich eines Front-view-Teleskops, dessen Dimensionen nicht angegeben sind ¹⁾,

¹⁾ Aus einem Herschel'schen Memoire vom Jahre 1815 geht hervor, daß der Slougher Astronom bei den Beobachtungen der Uranus-Trabanten sich gewöhnlich 20 engl. Fuß langer Teleskope bedient hat. Kürzere Teleskope zeigen nicht einmal die glänzendsten dieser Gestirne.

bediente, Uranus mit einigen sehr kleinen Sternen umgeben. Ihre Lagen in Beziehung auf den Planeten waren so bestimmt, als nur möglich. Tags darauf waren zwei dieser Sterne verschwunden!

Dieses Zeichen von der Existenz einiger Trabanten führte die äußerst sorgfältigen Beobachtungen vom 14., 17., 18., 24. Januar, die vom 4. und 5. Februar und besonders die vom 7. desselben Monats herbei. Am letzterem Tage blieb das Auge des Astronomen 9 Stunden lang auf den Planeten geheftet und der berühmte Beobachter sah zu seiner großen Freude einen Trabanten sich allmählig längs eines beträchtlichen Theiles seiner Bahn fortbewegen. Die Existenz eines zweiten Trabanten ward erst 2 Tage darauf, am 9., völlig erwiesen.

Diese, obgleich bis zum 11. Februar ausgedehnte, Reihe von Beobachtungen gestattete indessen eine ganz genaue Bestimmung der Zeit, welche die zwei Satelliten brauchen, um ihre Bahnen ganz zu durchlaufen, nicht. Daher wollte denn auch der immer aufrichtige Herschel daraus bloß schließen:

Daß die synodische Revolution des ersten, dem Uranus am Nächsten stehenden Trabanten ungefähr in $8\frac{1}{2}$ Tagen vor sich gehe;

Daß die Dauer der Revolution des zweiten etwa $13\frac{1}{2}$ Tage betrage;

Daß die Ebenen der zwei Bahnen beiderseits mit der Ekliptik beträchtliche Winkel bilden.

Herschel suchte, wie man sich denken kann, diese ersten Resultate auszudehnen. In einem Memoire vom 14. December 1797 (man sehe den LXXVIII. Band der Philosophical Transactions) kündigte er an:

Er habe die Existenz von vier neuen Trabanten konstatiert; was die Zahl derselben auf sechs bringe.

Die relativen Lagen der 6 Uranus-Trabanten, so wie das Datum ihrer Entdeckung finden sich in einer kleinen Tafel verzeichnet, die ich aus dem Herschel'schen Memoire entlehne.

Entdeckt.

- 1ster Trabant, dem Planeten am
Nächsten stehend den 18. Januar 1790;
2ter Trabant, der dem Planeten am
Nächsten stehende der zwei al-
ten Trabanten den 11. Januar 1787;
3ter Trabant den 26. März 1794;
4ter Trabant, von den zwei alten
am Weitesten entfernt den 11. Januar 1787;
5ter Trabant den 9. Februar 1790;
6ter Trabant, der unter allen vom
Planeten am Weitesten entfernte, den 28. Februar 1794;

Herschel hatte es so schwer gefunden, diese fast unsichtba-
ren Gestirne nicht blos zu beobachten, sondern auch nur zu be-
merken, er hatte sich so oft in dem Falle befunden, sehr kleine,
zufälliger Weise in der Nähe des Planeten liegende Sterne als
Trabanten anzusehen, daß er zur Zeit, als er sein zweites Me-
moire veröffentlichte, noch nicht an die Frage von der Dauer
der periodischen Revolutionen zu gehen wagte. Um jedoch die
Neugierde der Astronomen zu befriedigen, gab er folgende Re-
sultate:

Dauer der Revolution.

1ster Trabant. 5 Tage 21 St. 25 Min.

Nach dem dritten
Kepler'schen Ge-
setze aus der schon
gefundenen Revo-
lution des 4ten
und der Voraus-
setzung abgeleitet,
daß der Radius
der Bahn dieses
ersten Trabanten
unter einem Win-
kel von 25",5 er-
scheine.

2ter Trabant. 8 $\frac{3}{4}$ TageBestimmt im Jah-
re 1787.

30 *

Dauer der Revolution.

3ter Erabant. 10 Tage 23 St. 4 Min.

Aus der Hypo-
these abgeleitet,
daß dieser Era-
bant sich gerade
in der Mitte des
zwischen dem 2ten
und 4ten begrif-
fenen Zwischen-
raums befinde,
oder daß seine Di-
stanz vom Mittel-
punkte des Plane-
ten gleich $38'',6$
sei.

4ter Erabant. $13\frac{1}{2}$ Tage

Man sehe weiter
oben.

5ter Erabant. 38 Tage 1 St. 49 Min.

Aus einer Distanz-
Beobachtung ab-
geleitet, wornach
dieser 5te Erabant
2 Mal weiter vom
Planeten entfernt
war, als der 4te.

6ter Erabant. 107 Tage 16 St. 40 Min.
wenigstens.

In Folge einer Be-
obachtung, wor-
nach dieser 6te
Erabant wenig-
stens 4 Mal so
weit vom Plane-
ten entfernt war,
als der 4te.

Diese Resultate sind nicht sehr befriedigend und doch haben sie noch einen Schein von erschlicherer Genauigkeit; denn es lassen sich nicht wohl Minuten bei berechneten Zahlen angeben, bei deren Bestimmung andere Zahlen zu Grunde gelegt worden

sind, die ihrerseits so ungenau sein können, daß sich dabei Verstöße von mehreren Stunden herausstellen.

Das Wichtigste, was das Memoire vom Jahre 1797 enthält, ist in folgender, übrigens nicht weiter entwickelten Phrase enthalten: „Ich ergreife diese Gelegenheit, um anzukündigen, daß die Bewegung der Georgian satellites eine rückläufige ist.“

Das dritte und letzte Memoire Herschel's über die Uranus-Trabanten ist vom 8. Juni 1815 datirt. Mehrere Astronomen zweifelten noch stark an der Existenz der vier im Memoire vom Jahre 1797 angekündigten Trabanten. Mit Hülfe verschiedener, während des Jahres 1798 gemachter Beobachtungen fügt Herschel neue Beweise zu denen hinzu, die er für die eigene Bewegung von vier kleinen, im Jahre 1797 in der Nähe des Uranus bemerkten Gestirnen bereits geliefert hatte; indessen sieht man wohl, daß er rücksichtlich dieses Punktes sich immer noch innerhalb der Grenzen der bloßen Wahrscheinlichkeiten halten will.

Was die zwei zuerst entdeckten Trabanten, ich meine die Trabanten vom Jahre 1787, anbelangt, so vervollkommnet Herschel deren Theorie bedeutend in seinem Memoire vom Jahre 1815. Eine mühsame Erörterung gibt ihm für die Zeiten der synodischen Revolutionen, die er früher nur in Brüchen von Tagen ausgedrückt hatte:

8 Tage 16 Stunden 56 Min. 5 Sek. ;

13 11 8 59

Der aufsteigende Knoten der Bahnen stimmt bei Herschel mit

165° 50'

überein.

Die Neigung der Ebenen der Bahnen gegen die Ebene der Ekliptik beträgt bei ihm

78° 58'.

Endlich wiederholt er hinsichtlich der Richtung der Bewegung beider Trabanten seine Behauptung vom Jahre 1797; er verkündigt ohne Weiteres folgendes Resultat, das hauptsächlich als eine, — wenn man hiebei die Kometen ausnimmt, — ganz be-

sondere Anomalie im Ganzen der Bewegungen unsers Sonnensystems merkwürdig ist:

Die zwei Uranus-Trabanten haben eine rückläufige Bewegung um den Planeten; oder — denn es ist dasselbe, nur die Worte sind verschieden —: diese Trabanten beschreiben die zwischen den auf- und absteigenden Knoten ihrer Bahnen begriffenen nördlichen Bögen durch Bewegungen von Ost nach West.

Nach der Meinung Herschel's wäre der erste (dem Planeten am Nächsten stehende) der zwei unbestrittenen Trabanten im Allgemeinen lichter, als der andere.

Bei fleißiger Beobachtung dieser zwei Trabanten hat der große Slougher Astronom, wie er glaubt, auch gefunden, daß ihre komparativen Intensitäten sehr variiren, daß sogar der zweite Trabant den ersten bisweilen an Glanz übertrifft.

Diese Variationen möchte der Verfasser des Memoires entweder mit Hilfe einer Rotations-Bewegung der Trabanten erklären, in welcher Hypothese diese kleinen Gestirne während jeder Revolution um den Planeten uns der Reihe nach die verschiedenen, ohne Zweifel nicht gleich lichten Theile ihrer Oberflächen zeigen würden; oder, sollten die Intensitätswechsel nicht regelmäßig sein, durch Atmosphären, die größere oder kleinere Theile der innern dunkeln Körper successiv bedecken oder bloß lassen würden, wie man dies bei der Sonne, bei Jupiter und Saturn beobachtet.

Aus sämtlichen, im Memoire vom Jahre 1797 niedergelegten Beobachtungen ging hervor, daß die Uranus-Trabanten nie zu sehen sind, wenn ihre Winkel-Distanz vom Planeten eine gewisse Grenze überschreitet. Für den ersten Trabanten beträgt diese äußerste Distanz $14''$ und für den zweiten $17''$.

Ähnliche Verschwindungen können nicht wohl dem Einflusse einer Atmosphäre des Uranus zugeschrieben werden, da das Phänomen, mag nun der Trabant sich auf dem vordern oder hintern Theile seiner Bahn befinden, gleichwohl Statt findet. Eben so wenig dürfte man die Ursache derselben in Rotations-Bewegungen suchen, in Bewegungen, in Folge deren die Tra-

banten, von gewissen Distanzen vom Planeten an, uns vergleichungsweise dunkle Flächen zeigen müßten. Bei sonst gleichen Umständen verschwinden in der That die sehr kleinen Sterne in denselben Distanzen wie die Trabanten. In all' diesem darf man demnach nur eine Bestätigung jenes Grundsatzes der Optik erblicken: ein großes Licht läßt die sehr schwachen Lichter, die sich in seiner Nähe befinden, nicht sehen; nur ist hier der sonderbare Umstand, daß Uranus die Rolle eines großen Lichtes spielt.

Man könnte die Frage an sich stellen: War der Lichtschein, womit Uranus umgeben war und der die Trabanten und sehr kleinen Sterne überstrahlte, im Fokus als eine Wirkung der Abirrungen der Spiegel der Teleskope vorhanden, oder entstand er im Auge nach Maßgabe des Mattseins der Hornhaut? Um die Frage zu lösen, hätte man bloß untersuchen dürfen, ob, wenn man Uranus mit einem dünnen, im Fokus angebrachten Faden bedeckt hätte, man den Satelliten in Distanzen, in denen er zuerst verschwunden war, wenn man den Planeten sehen konnte, wieder zu Gesicht bekommen haben würde. Es ist Schade, daß Herschel nicht daran dachte, Beobachtungen in dieser Richtung zu machen.

Die Arbeit Herschel's wäre nicht vollständig gewesen, wenn sie nicht die Elongationen der zwei Trabanten in Sekunden gegeben hätte. Nichts konnte übrigens besser zeigen, wie viele Schwierigkeiten die Beobachtungen dieser in der That mikroskopischen Gestirne darbieten. Auf diesem Punkte angelangt, zeigt sich der Astronom unschlüssig; er erinnert sich nur ungern daran, wie wenig seine theilweisen Resultate mit einander übereinstimmen. Gezwungen, einen Entschluß zu fassen, bleibt er für die Zeit seiner Beobachtungen bei 36'', als der wirklichen Elongation des ersten Trabanten, und bei 48'', als der Elongation des zweiten, stehen.

Einige Worte werden hinreichen, wenn ich das Wenige, was wir seit den so eben analysirten Arbeiten Herschel's über die Uranus-Trabanten erfahren haben, hier andeuten soll.

Mit Benützung seiner eigenen Beobachtungen von den Jah-

ren 1828, 30, 31 und 32 hat der Sohn des großen Astronomen für die periodischen Zeiten der zwei Trabanten vom Jahre 1787, der einzigen, die er mit seinen 20füßigen, frisch polirten Spiegel-Teleskopen sehen konnte, folgende Zahlen gefunden:

8 Tage 16 Stunden 56 Min. 31,3 Sek.,
und 13 11 7 12,6.

Die Untersuchungen Sir John Herschel's sind vom Jahre 1834. Sie sind im darauf folgenden Jahre im VIII. Bande der Sammlung erschienen, welche die astronomische Gesellschaft herausgibt. Das Memoire, wovon ich noch zu sprechen habe, ist noch neuer. Es steht im Bande der Philosophical Transactions für das Jahr 1838. Diese Arbeit hat Herrn Lamont, Direktor der Münchner Sternwarte, zum Verfasser. Ich finde darin für die Zeiten der Revolutionen der zwei Trabanten und die Radii ihrer als kreisförmig angenommenen Bahnen:

8 Tage 16 Stunden 56 Min. 28,5 Sek. ;
13 11 7 6,3 ;

31,3 Sek. ;

40,1.

Die zwei letzten Resultate beziehen sich auf eine, durch die Zahl 19,223 ausgedrückte Distanz des Planeten von der Erde, wenn die mittlere Distanz der Erde von der Sonne als 1 angenommen wird.

Herr Lamont glaubt bei seinen Beobachtungen der zwei Haupt-Trabanten des Uranus offenbare Spuren einer Elliptizität ihrer Bahnen bemerkt zu haben, hat jedoch eine umständlichere Untersuchung dieser schwierigen Frage einer spätern Zeit vorbehalten. Seinen gegenwärtigen Berechnungen ist, wie denen der beiden Herschel, die Hypothese kreisförmiger Bewegungen zu Grunde gelegen.

Das Lamont'sche Memoire enthält eine nicht weiter entwickelte Behauptung, die aber in Betracht des ausgezeichneten Verdienstes dieses Astronomen die Aufmerksamkeit der Beobachter auf sich ziehen muß. Herr Lamont sagt, er habe am Abend des 1. October 1837 den sechsten Uranus-Trabanten gesehen und beobachtet.

So ist denn nun einer der vier von Herschel im Jahre 1797 angekündigten und seitdem als zweifelhaft angesehenen Trabanten wieder in seine Rechte eingesetzt worden.

Die Masse des Uranus, die Herr Lamont aus seinen Beobachtungen der zwei Haupt-Trabanten abgeleitet hat, ist $\frac{1}{248000}$, d. h. ist um ein Viertel kleiner, als die, deren Werth Herr Bouvard nach den von dem Planeten verursachten Störungen gefunden hat.

William und John Herschel haben sich bei ihren Beobachtungen der Uranus-Trabanten 40- und 20füßiger Spiegel-Teleskope (engl. Maß) bedient. Herr Lamont hatte einen in München gefertigten achromatischen Refraktor von 15 franz. Fuß Länge und $10\frac{1}{2}$ Zoll Oeffnung.

Sir John Herschel hat den Astronomen ein Kriterium an gegeben, wornach sie im Stande sein werden, zu entscheiden, ob die Stärke ihrer Instrumente und die Schärfe ihrer Augen von der Art ist, daß sie sich der Untersuchung der Uranus-Trabanten mit einigem Erfolge unterziehen können. Es besteht in Folgendem:

Zwischen den Sternen β^1 und β^2 des Steinbocks, gegen die Mitte ihres Zwischenraumes in RA., ein klein wenig nördlich von der geraden Linie, die sie mit einander verbinden würde, ist ein Doppelstern, der aus zwei, etwa $3''$ von einander entfernten Sternen 16ter und 17ter Größe besteht. Jedes Instrument, das diese zwei Sterne 16ter und 17ter Größe nicht deutlich zeigen wird, wird gewiß nicht zur Beobachtung der Uranus-Trabanten dienen können. Sir John Herschel hat in der That in seinem astronomischen Tagebuche, ich weiß nicht mehr unter welchem Datum, folgende entscheidende Bemerkung gefunden: „Die zwei Sterne, die den zwischen β^1 und β^2 des Steinbocks begriffenen Doppelstern bilden, sind in Vergleichung mit den Uranus-Trabanten stark glänzende (splendid) Gegenstände.“

Sir John erklärt ferner eine Vergrößerung von wenigstens 300, welches auch sonst die Oeffnung und somit die Lichtstärke des angewandten Instrumentes sein mag, für ein

nothwendiges Erforderniß bei Beobachtung dieser Trabanten. Sein Vater ging nicht ganz so weit. Vergrößerungen von 300 und darüber schienen ihm nur dann unumgänglich nothwendig zu sein, wenn man die Trabanten fortwährend im Gesichte behalten wollte. William entdeckte sie mit einer Vergrößerung von nur 157, sah sie aber alsdann nur zeitenweise als Funken. Ihre ununterbrochene Beobachtung ward nur mit 300, 600 und 800 möglich.

Kometen.

Kap. 94.

Es sind mehrere Memoiren von Herschel über die Kometen vorhanden. Wir werden, indem wir sie analysiren, sehen, daß dieser große Beobachter keinen Gegenstand berühren konnte, ohne dabei einige Entdeckungen zu machen.

Herschel wandte einige seiner schönen Instrumente auf die Untersuchung der physischen Konstitution eines am 28. September 1807 von Pigott entdeckten Kometen an.

Der Kern war rund und gut begrenzt. Messungen, am Tage angestellt, wo dieser Kern nur unter einem Winkel von einer Sekunde erschien, gaben für seinen wirklichen Durchmesser $\frac{9}{100}$ des Erd-Durchmessers.

Herschel sah keine Phase zu einer Zeit, da nur $\frac{7}{10}$ des Kerns von der Sonne erleuchtet werden konnten. Der Kern hatte somit ein eigenes Licht.

Diese Folgerung wird in den Augen aller denjenigen zulässig sein, die einerseits annehmen werden, daß der Kern ein fester Körper gewesen sei, und andererseits, daß es möglich gewesen wäre, eine Phase von $\frac{3}{10}$ auf einer Scheibe zu beobachten, deren scheinbarer Gesamt-Durchmesser nur 1 oder 2 Gradsekunden betrug.

Sehr kleine Sterne schienen bedeutend schwächer zu werden, wenn man sie durch das Haar oder den Schweif des Kometen hindurch sah.

Die Licht-Abnahme war möglicher Weise nur scheinbar und konnte von dem Umstande abhängen, daß die Sterne sich alsdann auf einen lichten Grund projecirten. Dies ist in der That die Erklärung, zu der Herschel seine Zuflucht nimmt. Ein gasartiges Medium, das im Stande ist, so viel Sonnenlicht zurückzuwerfen, daß dieses das Licht einiger Sterne überstrahlt, sollte wohl, meint Herschel, in jedem Schnitte (tranche) eine

merkliche Menge Materie haben und in Folge dessen eine Ursache wirklicher Schwächung der fortgepflanzten Lichte sein, eine Ursache, deren Vorhandensein indessen Nichts anzeigt.

Dieser Beweisgrund, den Herschel zu Gunsten des Systems vorbringt, das die Kometen in Gestirne mit eigenem Lichte umwandelt, ist, wie man sieht, nicht sehr stark. Ein Gleiches muß ich von mehreren andern Bemerkungen des großen Beobachters sagen. Der Komet, sagt er uns, war den 21. Februar 1808 im Teleskope sehr sichtbar; nun aber betrug an jenem Tage seine Distanz von der Sonne 2,7 Mal den mittleren Radius der Erdbahn; seine Entfernung vom Beobachter war 2,9: „Läßt sich wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen, es „würden Strahlen, die in solchen Entfernungen von der Sonne „auf den Kometen gelangen, nach ihrer Reflexion von einem „Auge, das nahezu 3 Mal weiter vom Kometen, als von der „Sonne entfernt ist, wahrgenommen werden können?“

Numerische Schätzungen hätten einer ähnlichen Beweisführung allein Werth gegeben. Indem Herschel sich auf ein vages Raisonnement beschränkte, bemerkte er sogar nicht, daß er sich keinen kleinen Verstoß zu Schulden kommen ließ, indem er sich das Ansehen gab, als betrachte er die Distanz des Kometen vom Beobachter als ein Element der Sichtbarkeit. Ist der Komet von selbst leuchtend, so wird sein innerer (intrinsèque) Glanz (sein Glanz auf der Oberflächen-Einheit) in jeder Distanz konstant bleiben, so lange der Winkel, unter dem er erscheint, merklich sein wird. Glänzt das Gestirn mit einem erborgten Lichte, so wird sein Glanz nur nach Maßgabe der Veränderung in der Distanz von der Sonne variiren. Die Entfernung des Beobachters wird gleichfalls mit keiner Veränderung rücksichtlich der Sichtbarkeit verbunden sein, jedoch immer nur mit der Beschränkung, daß der scheinbare Durchmesser nicht unter gewisse Grenzen herabgehe.

Herschel endigte seine Beobachtungen eines Kometen, der im Januar 1807 sichtbar war, mit folgender Bemerkung:

„Von den sechzehn teleskopischen Kometen, die ich untersucht „habe, hatten vierzehn keinen festen sichtbaren Körper in ihrem

„Mittelpunkte; bei den zwei andern war ein sehr schlecht begrenztes Central-Licht vorhanden, das man vielleicht einen Kern nennen konnte, aber sicherlich verdiente dieses Licht nicht den Namen einer Scheibe.“

Der schöne Komet vom Jahre 1811 ward der Gegenstand einer sorgfältigen Arbeit des berühmten Astronomen. Große Teleskope zeigten ihm inmitten des dunstigen Kopfes des Gestirnes einen etwas röthlichen Körper von planetarischem Aussehen, der sehr starke Vergrößerungen aushielt und keine Spur von einer Phase darbot. Herschel schloß daraus, daß dieser Körper von selbst leuchtend sei. Bedenkt man jedoch, daß der in Frage stehende planetarische Körper keine Sekunde Durchmesser hatte, so erscheint die Abwesenheit einer Phase als ein wenig überzeugender Beweis.

Das Licht des Kopfes hatte eine bläulich-grüne Tinte. War diese Tinte reell, oder aber färbte der röthliche Central-Körper die umgebenden Dünste bloß auf dem Wege des Kontrastes? Herschel untersuchte die Frage nicht von diesem Standpunkte aus.

Der Kopf des Kometen schien in einer gewissen Entfernung gegen die Sonne hin mit einem glänzenden, schmalen Gürtel umgeben zu sein, der nahezu einen Halbkreis einnahm und dessen Farbe stark gelblich war. Von den beiden äußersten Enden des Halbkreises liefen nach der, der Sonne entgegengesetzten Region hin zwei lange Lichtstreifen aus, die den Schweif beschränkten. Zwischen dem glänzenden freisförmigen Halb-Ringe und dem Kopfe schien die Kometen-Materie dunkel, sehr dünn, sehr durchsichtig zu sein.

Der lichte Halb-Ring behielt bei allen Lagen des Kometen immer dasselbe Aussehen: somit konnte man ihm unmöglich in Wirklichkeit eine ringförmige Gestalt, etwa die des Ringes des Saturn zuschreiben. Herschel untersuchte, ob nicht eine kugelförmige halbe Hülle von leuchtender und dabei durchsichtiger Materie zu einer natürlichen Erklärung des Phänomens führen würde. In dieser Hypothese durchdrangen die Gesichtsstrahlen, die am 6. October 1811 die Hülle von der Kante oder fast tangentiell faßten, eine Dicke von Materie, die 248000 englischen

Meilen gleichkam, während die Gesichtsstrahlen in der Nähe des Kopfes des Kometen nur auf eine Dicke von 50000 Meilen stießen. Da der Glanz der Menge durchdringener Materie proportional sein muß, so mußte dem Anscheine nach ein Halb-Ring um das Gestirn sein, der fünf Mal lichter war, als die Central-Gegenden. Dieser Halb-Ring war somit eine Wirkung der Projektion und hat uns einen wirklich bemerkenswerthen Umstand in der physischen Konstitution des Kometen enthüllt.

Die Lichtstreifen, welche den Schweif an seinen beiden Grenzen zeichneten (andeuteten,) lassen sich auf dieselbe Weise erklären: der Schweif war nicht flach, wie er zu sein schien; er hatte die Form eines Asterfegels mit Wänden von gewisser Dicke. Die Gesichtslinien, welche diese Wände fast tangentiell durchdrangen, stießen augenscheinlich auf weit mehr Materie, als die quer durchgehenden Gesichtslinien. Dieses Maximum von Materie mußte sich nothwendig durch ein Maximum von Glanz zu erkennen geben.

Der lichte Halb-Ring war schwebend. Eines Tags schien er in der durchsichtigen Atmosphäre, womit der Kopf des Kometen umgeben war, in einer Entfernung vom Kerne, die sich auf 322000 englische Meilen (129000 franz. Stunden) belief, zu schweben.

Diese Entfernung war nicht konstant. Die Materie des hüllenartigen Halb-Ringes schien sich sogar nach und nach durch die durchsichtige Atmosphäre hindurch niederzuschlagen; am Ende erreichte sie den Kern; der Komet verlor sein festes Aussehen; er war nur noch ein kugelförmiger Nebelfleck.

Während seiner Auflösungs-Periode schien der Ring bisweilen mehrere Arme zu haben.

Die Lichtfädchen des Schweifes schienen häufige, beträchtliche, rasche Längen-Wechsel zu erleiden. Herschel sah darin Zeichen von einer Rotations-Bewegung des Kometen und seines Schweifes. Diese Rotations-Bewegung versetzte ungleiche Fädchen vom Mittelpunkte an den Rand und umgekehrt. Betrachtete man von Zeit zu Zeit dieselbe Region des Schweifes, z. B. den Rand, so mußte man merkliche

Längen-Wechsel, die indessen nichts Reelles an sich hatten, bemerken.

Herschel glaubte, wie schon gesagt, der schöne Komet von 1811 und der von 1807 seien von selbst leuchtend gewesen. Der zweite Komet von 1811 schien ihm nur mit einem erborgten Lichte zu glänzen. Man muß gestehen, diese Muthmaßungen beruhten auf keinen überzeugenden Gründen.

Dadurch, daß Herschel den Kometen von 1807 mit dem schönen Kometen von 1811 hinsichtlich der Veränderungen in der Distanz von der Sonne und der physischen Modifikationen, die eine Folge derselben waren, aufmerksam verglich, stellte er außer Zweifel, daß diese Modifikationen etwas Individuelles, etwas auf einen besondern Zustand der Nebelmaterie Bezügliches haben. Bei einigen Gestirnen bringen die Distanz-Veränderungen ungeheure Wirkungen hervor, bei andern dagegen sind die Modifikationen nur unbedeutend.

O p t i k.

Kap. 95.

Nur Weniges werde ich von den Entdeckungen, die Herschel in der Physik gemacht hat, sagen, denn wohl Jeder kennt sie. Sie sind in die speziellen Abhandlungen, die Elementar=Werke, den Unterricht übergegangen: man muß sie als den Ausgangspunkt einer Menge wichtiger Arbeiten ansehen, womit die Wissenschaften sich seit wenigen Jahren bereichert haben.

Die vornehmste dieser Entdeckungen ist die der dunkeln strahlenden Wärme, die sich mit dem Lichte vermischt findet.

Indem Herschel die Phänomene nicht länger mit dem Auge, wie Newton, sondern mit einem Thermometer untersuchte, entdeckte er, daß das Sonnenspektrum bei Roth sich weit über die sichtbaren Grenzen hinaus verlängert. Das Thermometer stieg in dieser dunkeln Region bisweilen höher, als mitten in den glänzenden Zonen. Das Sonnenlicht enthält demnach außer den von Newton so gut charakterisirten farbigen Strahlen unsichtbare Strahlen, Strahlen, die noch weniger brechbar sind als Roth, und deren Erwärmungs=Vermögen sehr bedeutend ist. Eine Welt von Entdeckungen hat sich dieser ersten Thatsache angereicht.

Die aus den irdischen, mehr oder weniger erwärmten Gegenständen ausströmende dunkle Wärme wurde ebenfalls der Gegenstand der Forschungen Herschel's. Seine Arbeit enthielt die Keime einer großen Anzahl sehr schöner Erfahrungen, die in unsern Tagen gemacht worden sind.

Indem Herschel dieselben Körper successiv in alle Theile des Sonnenspektrums stellte, bestimmte er die erleuchtende Fähigkeit der verschiedenen prismatischen Strahlen. Das allgemeine Resultat dieser Erfahrungen kann so ausgedrückt werden:

Die erleuchtende Fähigkeit der rothen Strahlen ist nicht sehr groß, die der (orange= oder) dunkelgelben Strahlen über-

trifft sie und wird ihrerseits von der Fähigkeit der hellgelben Strahlen übertroffen. Das Maximum der Erleuchtung ist zwischen dem lebhaftesten (Hell-) Gelb und dem bläffesten Grün. Gelb und Grün haben diese Eigenschaften in demselben Grade. In einer ähnlichen Zusammenstellung gibt Blau und Roth Anlaß. Endlich ist das Erleuchtungs-Vermögen von Indigo und besonders von Veilchenblau sehr schwach.

Die Memoiren Herschel's über die Newton'schen Farbenringe enthalten eine Menge genauer Erfahrungen, die indessen die Theorie dieser merkwürdigen Phänomene nicht viel weiter gebracht haben. Ich erfahre aus guter Quelle, daß der große Astronom dasselbe Urtheil darüber fällte. Es war dies, wie er sagte, das erste Mal, daß er Ursache hatte, es zu bereuen, daß er, seinem gewöhnlichen Verfahren getreu, Arbeiten nach Maßgabe ihrer Ausführung veröffentlicht hatte.

Schl u ß.

Es wird wohl Niemand mein Streben nach einer fast ängstlichen Genauigkeit verkennen, wenn ich nach einer so langen Aufzählung wichtiger Beobachtungen, von Entdeckungen ersten Ranges hinzusetze, daß Herschel den ersten Akademien Europa's angehörte und daß er gegen das Jahr 1816 zum Ritter des hannöverschen Guelfen-Ordens ernannt wurde. Der englischen Sitte gemäß trat, von der Zeit dieser Ernennung an, in allen Memoiren des berühmten Astronomen das Sir William an die Stelle des schon mit so vielem Ruhme umstrahlten Titels Dr. William. Herschel war im Jahre 1786 Doktor der Dyforder Universität (Doktor der Rechte) geworden. Diese Würde wurde ihm aus ganz besonderer Gunst ohne die bei der gelehrten Körperschaft gebräuchlichen und sonst so streng beobachteten Formalitäten der Prüfung, Disputation und Bezahlung einer gewissen Geldsumme ertheilt.

Ich würde die edlen Gesinnungen, die Herschel sein ganzes Leben hindurch an den Tag legte, verletzen, wenn ich hier nicht zweier unermüdblichen Mitarbeiter Erwähnung thäte, die der

berühmte Astronom in seiner eigenen Familie fand. Der eine war Alexander Herschel, der, mit einem seltenen Talente für Mechanik ausgerüstet, seinem Bruder immer zu Diensten war und ihn in Stand setzte, die geübten Ideen unverweilt auszuführen¹⁾; der andere, Karoline Herschel, verdient eine noch speziellere, umständlichere Erwähnung.

Karoline Lukrezia Herschel ging nach England, sobald ihr Bruder Privat-Astronom des Königs geworden war. Sie erhielt da den Titel eines beigeordneten Astronomen (Adjunkten) mit einer kleinen Besoldung. Von diesem Augenblicke an widmete sie sich ganz dem Dienste William's, nur darauf bedacht, Tag und Nacht zur Erhöhung seines so rasch steigenden Rufes beizutragen. Karoline theilte, mit dem Bleistifte in der Hand und ohne ein Auge von der Uhr zu verwenden, alle Nacht wachen (watches) ihres Bruders; sie machte ohne Ausnahme alle Rechnungen, kopirte drei oder vier Mal alle Beobachtungen, um sie in besondere Register einzutragen, ordnete, klassifizierte und analysirte sie. Wenn die wissenschaftliche Welt die Memoiren Herschel's so viele Jahre hindurch mit beispielloser, erstaunlicher Geschwindigkeit auf einander folgen sah, so verdankte man dies ganz besonders dem Eifer Karolinen's. Die Astronomie ist durch diese vortreffliche Dame um mehrere Kometen direkt bereichert worden. Karoline lebt jetzt in Hannover bei dem auch als Musiker vortheilhaft bekannten Johann Dietrich Herschel, dem einzigen der noch lebenden Brüder des Astronomen.

Wilhelm Herschel starb den 23. August 1822, in einem Alter von 83 Jahren eines sanften Todes. Das Glück, der Ruhm wirkten bei ihm nie nachtheilig auf die kindliche Einfalt, die seltene Herzengüte, die Sanfttheit des Charakters ein, womit die Natur ihn beschenkt hatte. Bis zu seinem letzten Augenblicke

¹⁾ Als Alexander Herschel in Folge seines hohen Alters und seiner Gebrechen seine Kunst (die eines Musikers) nicht länger ausüben konnte, verließ er Bath und kehrte nach Hannover zurück, nachdem die Freigebigkeit des Dr. William ihn in Stand gesetzt hatte, seine übrigen Tage sorgenfrei zu verleben.

behielt er seinen vollen, hellen Verstand. Seit einigen Jahren ward Herschel'n das Glück, Zeuge der ausgezeichneten Erfolge seines einzigen Sohnes zu sein. Als seine letzte Stunde gekommen war, entschlief er mit dem so süßen Bewußtsein, daß dieser vielgeliebte Sohn, der Erbe eines so großen Namens, denselben nicht unwürdig sein, ja ihm einen neuen Glanz verleihen, daß auch er seine Laufbahn durch schöne Entdeckungen bezeichnen würde. Keine der Voraussetzungen des berühmten Astronomen ist so ganz eingetroffen.

**Chronologisches Verzeichniß der Memoiren
William Herschel's.**

1780. *Philosophical Transactions*, Band LXX.
Astronomische Beobachtungen über den periodischen Stern im Halse des Wallfisches.
Astronomische Beobachtungen über die Mondberge.
1781. *Philos. Trans.*, Band LXXI.
Astronomische Beobachtungen über die Rotationen der Planeten um ihre Achsen, um zu entscheiden, ob die tägliche Rotation der Erde immer gleich ist.
Ueber den Kometen vom Jahre 1781, später Georg's-Gestirn (*Georgium sidus*) genannt.
1782. *Philos. Trans.*, Band LXXII.
Ueber die Parallaxe der Fixsterne.
Katalog von Doppelsternen.
Beschreibung eines Lampen-Mikrometers und der Mittel, sich desselben zu bedienen.
Antwort auf die Zweifel, die man rücksichtlich der großen, von Herschel angewandten Vergrößerungs-Vermögen erheben könnte.
1783. *Philos. Trans.*, Band LXXIII.

- Brief an Sir Joseph Banks über den dem neuen Planeten zu gebenden Namen.
 Ueber den Durchmesser des *Georgium sidus*, nebst der Beschreibung eines Mikrometers mit lichter oder dunkler Scheibe.
 Ueber die eigene Bewegung des Sonnensystems und die verschiedenen Veränderungen, die seit den Zeiten Flamsteed's unter den Fixsternen Statt gefunden haben.
1784. *Philos. Trans.*, Band LXXIV.
 Ueber bemerkenswerthe Erscheinungen an den Polargegenden des Mars, die Neigung der Achse dieses Planeten, die Lage seiner Pole und seine sphäroidische Gestalt; einige Bemerkungen über den wahren Durchmesser des Mars und über seine Atmosphäre.
 Analyse einiger Beobachtungen, die Anordnung des Weltalls betreffend.
1785. *Philos. Trans.*, Band LXXV.
 Katalog von Doppelsternen.
 Ueber die Anordnung des Weltalls.
1786. *Philos. Trans.*, Band LXXVI.
 Katalog von tausend Nebeln und Sternhaufen.
 Untersuchungen über die Ursache eines Mangels an Reinheit in der Vision, welcher der Düntheit der optischen Lichtkegel zugeschrieben worden ist.
1787. *Philos. Trans.*, Band LXXVII.
 Bemerkungen über den neuen Kometen.
 Entdeckung zweier Erabanten, die sich um den *Georg's-Planeten* drehen.
 Ueber drei Mond-Vulkane.
1788. *Philos. Trans.*, Band LXXVIII.
 Ueber den *Georg's-Planeten* (*Uranus*) und dessen Erabanten.
1789. *Philos. Trans.*, Band LXXIX.
 Bemerkungen über einen Kometen.
 Katalog von abermals tausend neuen Nebeln und Stern-

hausen; einige vorläufige Bemerkungen über die Anordnung des Weltalls.

1790. Philos. Trans., Band LXXX.

Bericht über die Entdeckung des 6ten und 7ten Saturn-Trabanten mit Bemerkungen über die Konstitution des Ringes, die Rotation des Planeten um seine Achse, seine sphäroidische Gestalt und seine Atmosphäre.

Ueber die Saturn-Trabanten und die Rotation des Ringes um eine Achse.

1791. Philos. Trans., Band LXXXI.

Ueber die Nebelsterne und das Passende dieser Benennung.

1792. Philos. Trans., Band LXXXII.

Ueber den Ring des Saturn und die Rotation des fünften Trabanten des Planeten um eine Achse.

Unterschiedliche Beobachtungen.

1793. Philos. Trans., Band LXXXIII.

Bemerkungen über den Planeten Venus.

1794. Philos. Trans., Band LXXXIV.

Bemerkungen über einen fünffachen Streifen Saturn's. Ueber einige während der letzten Sonnenfinsterniß beobachtete besondere Umstände.

Ueber die Rotation des Planeten Saturn um eine Achse.

1795. Philos. Trans., Band LXXXV.

Ueber die Natur und die physische Konstitution der Sonne und der Sterne.

Beschreibung eines 40füßigen Reflektors.

1796. Philos. Trans., Band LXXXVI.

Methode, die Veränderungen zu beobachten, welche unter den Fixsternen eintreten; Bemerkungen über die Beständigkeit des Lichtes unserer Sonne.

Katalog komparativer Intensitäten, um die Fortdauer des Glanzes der Sterne zu erkennen.

Ueber den periodischen Stern α im Herkules; Bemerkungen, woraus hervorgeht, daß die Sterne sich um ihre Achsen drehen.

Zweiter Katalog der komparativen Intensitäten der Sterne.

1797. Philos. Trans., Band LXXXVII.

Dritter Katalog der komparativen Intensitäten der Sterne; Bemerkungen über ein, auf die Beobachtungen der Fixsterne, die im zweiten Bande der Himmelsgeschichte von Flamsteed enthalten sind, bezügliches, Indizium; nützliche Folgerungen, die aus diesem Indizium gezogen werden.

Beobachtungen der Intensitätswechsel der Jupiter-Trabanten und ihrer Größen-Veränderungen; Bestimmung der Zeit, die sie brauchen, um sich um ihre Achsen zu drehen; Messung des Durchmessers des zweiten Trabanten und Schätzung der komparativen Größe des vierten.

1798. Philos. Trans., Band LXXXVIII.

Entdeckung von vier neuen Trabanten des Georg's-Planeten; Ankündigung der rückläufigen Bewegungen der älteren; Erklärung ihres Verschwindens in gewissen Entfernungen vom Planeten.

1799. Philos. Trans., Band LXXXIX.

Vierter Katalog der komparativen Intensitäten der Sterne.

1800. Philos. Trans., Band XC.

Ueber das Vermögen der Teleskope, durch den Raum zu dringen; komparative Ausdehnung dieses Vermögens bei der natürlichen Vision, bei den Teleskopen von verschiedenen Größen und von verschiedener Konstruktion; Erläuterungen aus gewählten Beobachtungen.

Untersuchung der Fähigkeit der prismatischen Farben, die Gegenstände zu erwärmen und zu erleuchten, mit Bemerkungen, welche die ungleiche Brechbarkeit der strahlenden Wärme beweisen.

Untersuchungen über die Art, die Sonne mit Hülfe von Teleskopen mit weiter Oeffnung und bedeutendem Vergrößerungs-Vermögen vortheilhaft zu sehen.

Erfahrungen über die Brechbarkeit der unsichtbaren Sonnenstrahlen.

Erfahrungen über die Sonnen- und tellurischen Strahlen,

welche Wärme erzeugen; vergleichende Zusammenstellung der Geseze, denen das Licht und die Wärme gehorcht. Erfahrungen über die Wärmestrahlen.

1801. Philos. Trans., Band XCI.

Beobachtungen behufs der Entdeckung der Natur der Sonne, der Ursachen und Symptome der veränderlichen Wärme- und Licht-Ausströmungen; Bemerkungen über den Gebrauch, den man von den Beobachtungen der Sonne machen kann.

Weitere Beobachtungen zum vorhergehenden Memoire, mit Versuchen, deren Zweck ist, die verdunkelnden Gläser zu beseitigen und anstatt derselben die Transmission des Sonnenlichtes durch Flüssigkeiten hindurch zu benützen.

1802. Philos. Trans., Band XCII.

Bemerkungen über die zwei neulich entdeckten Himmelskörper (Ceres und Pallas).

Katalog von fünfhundert neuen Nebeln und Bemerkungen über die Einrichtung des Weltalls.

1803. Philos. Trans., Band XCIII.

Beobachtungen des Durchgangs des Merkur vor der Sonnenscheibe mit Bemerkungen über die Wirkung der Spiegel.

Ueber die Veränderungen, die in den relativen Lagen der Doppelsterne Statt gefunden haben und über die Ursachen derselben.

1804. Philos. Trans., Band XCIV.

Fortsetzung der, auf die Veränderungen in den relativen Lagen der Doppelsterne bezüglichen, Untersuchungen.

1805. Philos. Trans., Band XCV.

Erfahrungen, um zu zeigen, bis zu welchem Punkte die Spiegel-Teleskope die sehr kleinen Winkel bestimmen und die Durchmesser der Gegenstände unterscheiden lassen; Anwendung der Resultate auf das Harding'sche Gestirn. Ueber die Richtung der Bewegung der Sonne und des Sonnensystems.

Bemerkungen über die sonderbare Form des Planeten Saturn.

1806. Philos. Trans., Band **XCVI**.

Ueber die Quantität und Geschwindigkeit der Sonnen-Bewegung.

Bemerkungen über die Figur, das Klima und die Atmosphäre Saturn's und seines Ringes.

1807. Philos. Trans., Band **XCVII**.

Erfahrungen behufs der Entdeckung der Ursache der von Sir Isaak Newton entdeckten Farbenringe, die sich zwischen zwei über einander angebrachten Linsen bilden.

Bemerkungen über die Natur des von Dr. Olbers entdeckten neuen Himmelskörpers; Bemerkungen über den Kometen, den man im Januar 1807 bei seiner Rückkehr von der Sonne erwartete.

1808. Philos. Trans., Band **XCVIII**.

Beobachtungen eines Kometen behufs der Bestimmung seiner Größe und der Natur seiner Erleuchtung; Bemerkungen über eine in der scheinbaren Figur des Planeten Saturn bemerkte Unregelmäßigkeit.

1809. Philos. Trans., Band **XCIX**.

Fortsetzung der Erfahrungen, um die Ursache der konzentrischen Farbenringe und mehrerer anderer ähnlicher Erscheinungen zu finden.

1810. Philos. Trans., Band **C**.

Nachtrag zu den Erfahrungen über die Farbenringe.

1811. Philos. Trans., Band **CI**.

Astronomische Beobachtungen über die Einrichtung des Weltalls, welche einiges Licht über die Organisation der Himmelskörper zu verbreiten scheinen.

1812. Philos. Trans., Band **CII**.

Beobachtungen eines Kometen mit Bemerkungen über die Konstitution seiner verschiedenen Theile.

Beobachtungen eines zweiten Kometen mit Bemerkungen über seine Konstitution.

1814. Philos. Trans., Band CIV.

Astronomische Beobachtungen über den aus Sternen bestehenden Theil des Himmels und dessen Zusammenhang mit dem aus Nebeln bestehenden Theile.

1815. Philos. Trans., Band CV.

Reihe von Beobachtungen der Trabanten des Georg's-Planeten mit Bemerkungen über die hiebei gebrauchten teleskopischen Apparate.

1817. Philos. Trans., Band CVII.

Astronomische Beobachtungen behufs der Bestimmung der Regionen der Himmelskörper und der Ausdehnung der Milchstraße.

1818. Philos. Trans., Band CVIII.

Astronomische Bestimmungen behufs der Bestimmung der relativen Distanzen der Sterngruppen und der Stärke unserer Teleskope.

1822. Memoiren der astronomischen Gesellschaft zu London.
Ueber die Lagen von 145 neuen Doppelsternen.