

# **Universitäts- und Landesbibliothek Tirol**

## **Astronomie und Erdmagnetismus**

**Lamont, Johann von**

**Stuttgart, 1851**

IV. Verhältnisse und Beschaffenheit der einzelnen Körper unsers  
Sonnensystems

bestimmten Gegend des Himmels sich gleichförmig fortbewegt, so werden die Erscheinungen eintreten, die bei irdischen Ortsveränderungen wohl Jeder wahrzunehmen Gelegenheit gehabt hat: die Gegenstände vor uns werden größer, und treten aus einander, hinter uns scheint sich Alles zusammenzuziehen, und links und rechts weichen die Gegenstände zurück. Als Bedingung bei diesen Erscheinungen wird erfordert, daß die Gegenstände selbst an und für sich unbeweglich seien; und diejenigen, die zuerst auf die Sonne die Anwendung machten, setzten auch solches bei den Fixsternen voraus. Es ist jetzt außer Zweifel, daß die Voraussetzung nicht begründet ist; gleichwohl läßt sich nachweisen, daß, wenn viele Sterne zugleich in Rechnung genommen werden, der Einfluß ihrer eigenen Bewegung im Endresultate verschwindet. Die Bahnen der Fixsterne selbst liegen in verschiedenen Ebenen, und die Bewegung für einen gegebenen Augenblick geht nach verschiedenen Richtungen. Vereiniget man also eine größte Anzahl von Sternen zu einer einzigen Gruppe, so werden die einzelnen Bewegungen darin sich aufheben, oder compensiren, und im Mittel die Gruppe als unbeweglich zu betrachten sein. Es ist dies übrigens nicht eine Sache, die schlechtweg angenommen werden darf, sondern immer genau nachgewiesen werden muß, durch Vergleichung mehrerer Gruppen: die eigenen Bewegungen sind als aufgehoben zu betrachten, wenn verschiedene Gruppen ein übereinstimmendes Resultat geben. Auf diesem Wege hat Argelander und nach ihm D. Struve nachgewiesen, daß unsere Sonne sich gegen das Sternbild des Hercules\*) bewege, und mit solcher Geschwindigkeit, daß die nächsten Sterne links und rechts (nach der obigen Vorstellung) um  $\frac{1}{3}$  Secunde jährlich zurückweichen. Verbindet man hiemit das Resultat von Peters, daß die nächsten Sterne 986,000 Sonnenweiten von uns entfernt sind, so ergibt sich die jährliche Bewegung der Sonne im Raume zu  $33\frac{1}{2}$  Mill. Meilen. Es ist möglich, daß die Größe der Bewegung durch künftige Beobachtung einige Modification erleiden kann, aber die Bewegung selbst, nach der oben bezeichneten Richtung, gehört zu den vollkommen erwiesenen Resultaten der Astronomie, und ist zugleich für die Erdbewohner vom höchsten Interesse. Wenn auch Jahrtausende vergehen werden, bis die Erde einen beträchtlich verschiedenen Standpunct im Weltraume erlangt, neue Aussichten in den Bau des Universums sich eröffnen, neue Verhältnisse menschlicher Existenz (vorzugsweise in Beziehung auf Licht und Wärme) eintreten, so kann doch ein solcher Erfolg jetzt schon mit Bestimmtheit vorausgesagt werden.

#### IV. Verhältnisse und Beschaffenheit der einzelnen Körper unseres Sonnensystems.

##### 1. Die Sonne.

52. Größe der Sonne, Kern, leuchtende Hülle. Ein Blick auf die beigegebene Zeichnung (Fig. 28) lehrt ohne weitem Beweis, daß die Sonne

\*) Der Punct, nach welchem die Bewegung der Sonne geht, ist zwischen  $\pi$  und  $\mu$  des Hercules, und hat die gerade Aufsteigung  $259^{\circ} 35'$ , und die Abweichung  $34^{\circ} 34'$  nördlich.

zur Beherrscherin des Planeten-Systems — wo nur ein Gesetz, die Größe und die daraus hervorgehende Anziehungskraft Geltung hat — von der Natur bestimmt ist. Die sämtlichen Planeten mit einander haben nur den 630ten Theil des Volumens der Sonne, und nur den 775ten Theil ihrer Schwere und Anziehungskraft.

Die Anziehungskraft der Sonne reicht, mathematisch gesprochen, ins Unendliche; aber natürlich mit schneller Abnahme: ebenso ihr Licht und ihre Wärme. Einen Begriff von der Größe der Sonnenanziehung, wie von der Abnahme derselben bei zunehmender Entfernung, geben folgende Zahlen.

An der Oberfläche der Sonne fällt ein Körper 427 Fuß in der ersten Secunde. Wenn die Erde direct gegen die Sonne hinfiel, würde sie in den ersten 24 Stunden, in Folge der Anziehung der Sonne, über 5000 Meilen zurücklegen, unter ähnlichen Umständen würde Neptun nur 3 Meilen und der nächste Fixstern ( $\alpha$  Centauri)  $\frac{1}{20}$  Pariser Linie sich bewegen.

Von dem blendenden Glanze und der Wärme an der Sonnen-Oberfläche können wir uns nicht wohl einen Begriff machen. Die Abnahme in der Ferne ist übrigens so schnell, daß schon Mars nicht einmal die Hälfte der Wärme und des Lichtes hat, die der Erde zukommen: für Uranus und Neptun ist die Sonne blos mehr ein glänzender Punkt, woran ebenso wenig mit freiem Auge ein Durchmesser zu bemerken ist, als wir an der Venus oder am Jupiter wahrnehmen.

Der Durchmesser der Sonne ist 96258 Meilen; ihre Dichtigkeit etwas kleiner als die der innern Planeten, etwa wie Eichenholz,  $\frac{1}{4}$  mal schwerer als Wasser. Dabei darf jedoch nicht unbeachtet bleiben, daß die Sonne aus zwei wesentlich verschiedenen Theilen besteht; einem festen Kern, wovon wir keine nähere Kenntniß erlangen können, und einer leuchtenden Hülle, die den Kern frei umgibt, etwa wie unsere Atmosphäre die Erde. Der feste Kern ist jedenfalls kleiner, als die Hülle, und je kleiner der Kern angenommen wird, desto größer erhält man die Dichtigkeit.

Die leuchtende Hülle bildet nicht etwa eine gleichmäßige Decke, sondern besteht aus einzelnen Massen, wie unsere Wolken: die Massen schließen sich nicht dicht an einander, und man sieht zu jeder Zeit und an der ganzen Oberfläche der Sonne kleine Fugen oder Zwischenräume. Bisweilen entfernen sich die Massen etwas weiter von einander und es entstehen Sonnenflecken; auch schieben sie sich über einander von Zeit zu Zeit und bilden Sonnensackeln. Letztere werden nur am Rande deutlich bemerkt und haben das Ansehen von ausgedehnten Berggrücken: kommen sie durch die Rotation gegen die Mitte der Sonne hin, so treten sie nicht mehr deutlich hervor, was die Ansicht unterstützt, daß sie in der Wirklichkeit bergartige Erhöhungen sind. Die verschiedenen Wahrnehmungen lassen sich am leichtesten erklären, wenn man annimmt, daß die Sonne von zwei Schichten Lichtgewölke umgeben ist, von einer äußern, sehr glänzenden Schichte, die wir gewöhnlich sehen, und einer innern Schichte, die weniger Licht gibt. Der Kern ist nicht selbstleuchtend und zeigt sich uns im Vergleich zu der Atmosphäre als vollkommen dunkel. Der Kern liegt etwa 400 Meilen tiefer als das äußerste Lichtgewölke.

Aus der Bewegung der Flecken (die jedoch wegen der beständig darin vorgehenden Aenderungen keine ganz sicheren Resultate gewähren) hat man geschlossen, daß die Sonne scheinbar sich um ihre Aze in etwas mehr als 27 Tagen drehe, was eine Umdrehungszeit von nahe 25 Tagen gibt, wenn wir die Bewegung der Erde abrechnen. Die Aze ist nur wenig gegen die Erdbahn geneigt ( $7\frac{1}{4}$  Grad). Die Sonne ist nicht merklich elliptisch, ohne Zweifel in Folge ihrer langsamen

Drehung. Einige haben angenommen, daß der Schwerpunkt der Sonne, (auf den sich natürlich alle Planetenbewegung zu beziehen hätte), nicht mit dem Mittelpunkte der Figur zusammenfalle; dadurch sollte die Thatsache erklärt werden, daß der Ort des Aequators, wie er aus dem Sommer- und Wintersolstitium folgt, nicht ganz mit der Bestimmung, welche die Polarsternbeobachtungen geben, sich vereinigen läßt. Hierüber müssen spätere Beobachtungen entscheiden.

**53. Sonnenflecken.** Wir haben oben erwähnt, daß zwei Schichten von Lichtgewölk, eine äußere, sehr glänzende und eine innere, minder helle, den Sonnenkörper umgeben. Trennt sich an irgend einer Stelle die äußere Schichte, so sehen wir einen matten Flecken, was man einen Hof zu nennen pflegt (z. B. a Fig. 28). Gewöhnlich aber trennt sich die äussere und innere Schichte zugleich, und zwar die äussere etwas weiter, als die innere, dann sieht man bis auf den Sonnenkern hinein, der, wie oben gesagt, ganz dunkel scheint: dies sind die Kernflecken, z. B. in der eben erwähnten Fig. bei b. Kommt ein solcher Flecken am östlichen Rande herein, so sehen wir ihn in der Form A mit einem Hofe nur an der folgenden Seite; rückt er gegen die Mitte der Sonne vor, so nimmt er die Gestalt B an, und der Hof wird ringsum gesehen. Am westlichen Rande bei C ist die Gestalt wieder wie am östlichen, nur mit dem Unterschiede, daß der Hof an der vorangehenden Seite gesehen wird.

Die Sonnenflecken haben eine durchgängige Aehnlichkeit mit den Oeffnungen, die bei uns bisweilen in einer dicken Wolkendecke sich zeigen: sie ändern ihren Ort und ihre Gestalt. Es ist daraus zu schließen, daß Kräfte und Bedingungen, zufällig in ihrer Entstehung, aber mächtig in ihren Wirkungen, gerade so wie es in unserer Atmosphäre der Fall ist, an der Sonnenoberfläche bestehen müssen. Die Sonne hat auch ihre Stürme; denn ein Vorgang, wodurch in Zeit von wenigen Tagen eine Strecke von 10000 Meilen Durchmesser von Lichtgewölk entblößt wird (wie man es bisweilen an der Sonnenoberfläche beobachtet hat), verdient sicherlich als Sturm bezeichnet zu werden, und übertrifft weit an Heftigkeit und Großartigkeit alle ähnlichen Vorgänge, welche an der Erdoberfläche sich zeigen. Wir können noch beifügen, was übrigens aus dem Gesagten unmittelbar zu folgern ist, daß die Größe und Form, das Entstehen und Vergehen der Sonnenflecken keiner Regel unterliegt; doch gibt es einzelne Grenzbestimmungen. So wird die größte Ausdehnung eines einzelnen Sonnenflecken kaum mehr als 12000 Meilen betragen: Gruppen von Sonnenflecken können über einen Strich von 60000 Meilen sich erstrecken. Die Dauer ist sehr verschieden, von wenigen Tagen bis über einen Monat. Die merkwürdigste Gränzbestimmung bezieht sich auf den Theil der Oberfläche, in welchem die Sonnenflecken entstehen: sie zeigen sich nämlich in der Regel nur in zwei Zonen, nördlich und südlich vom Aequator (wie in der Zeichnung Fig. 28 angedeutet ist): äußerst selten kommt am Aequator selbst ein Flecken zum Vorscheine, in den Polargegenden niemals. Gewöhnlich gehen sie nicht über  $35^{\circ}$  nördlicher und südlicher Breite hinaus. Hier zeigt sich eine auffallende Abweichung von der sonst vorhandenen Analogie mit den Verhältnissen der Erde, denn obwohl bei uns einzelne heftige Stürme in der heißen Zone entstehen, so sind die häufigsten und größten atmosphärischen Wallungen und Bedeckungen außerhalb der heißen Zone in Norden und Süden zu treffen.

**54. Perioden der Sonnenflecken, Einfluß auf die Witterung.** Es ist nicht unwahrscheinlich, daß eine systematisch fortgesetzte Beobachtung der Sonnenflecken auf mancherlei gesetzmäßige Verhältnisse, wenigstens in den Mittelwerthen, führen wird: bisher ist aber diesem Gegenstande nur wenig Aufmerksamkeit gewidmet worden. Zu den Verhältnissen, wo Gesetzmäßigkeit zu

vermuthen ist, gehört zuvorderst die Häufigkeit des Erscheinens der Sonnenflecken: so waren sie

im Jahre	1611	sehr häufig,
" "	1650—1670	sehr selten,
" "	1676—1684	ebenfalls sehr selten,
" "	1700—1710	sehr zahlreich,
" "	1711—1712	keine,
" "	1716—1720	sehr zahlreich.

Ein allmätiges Zu- und Abnehmen der Häufigkeit bestätigen folgende neuern Beobachtungen von Schwabe.

Jahr.	Zahl der Beobachtungs- Tage.	Zahl der Tage, wo die Sonne fleckfrei war.	Zahl sämmtl. Fleckengrup- pen des Jahrs.
1826	277	22	118
1827	273	2	161
1828	282	—	225
1829	244	—	199
1830	217	1	190
1831	239	3	149
1832	270	49	84
1833	267	139	33
1834	273	120	51
1835	244	18	173
1836	200	—	272
1837	168	—	333
1838	202	—	282
1839	205	—	162
1840	263	3	152
1841	283	15	102
1842	307	64	68
1843	324	149	34
1844	320	111	52
1845	332	29	114
1846	314	1	157
1847	276	0	257

Den Sonnenflecken haben Einige auch Einfluß auf unsere Witterung zugeschrieben, ohne jedoch die nöthige Begründung beizubringen. Man muß nämlich bei Untersuchungen dieser Art niemals vergessen, daß, wenn ein ferner Himmelskörper den Gang der Witterung bedingt, der Einfluß nicht etwa in der einen oder andern Stadt, sondern auf der Erdoberfläche überhaupt sich äußern wird, und daß man mithin ein Mittel aus den Beobachtungen aller Welttheile nehmen muß. So weit jetzt hiezu die Materialien vorliegen, kann in Zweifel gezogen werden, ob die Witterungsverhältnisse der ganzen Erdoberfläche wirklich in den verschiedenen Jahren merkbar von einander abweichen, und ob nicht die Verschiedenheit der einzelnen Jahre bloß auf den einen oder andern Landstrich sich beschränkt, in der Weise, daß wenn es in einer Gegend ungewöhnlich kalt und trübe ist, in einer andern Gegend ungewöhnliche Hitze und Heiterkeit sich zeigt, und somit im Ganzen eine völlige Ausgleichung stattfindet.

55. Ungleiche Erwärmungs- und Leuchtkraft der Sonnenoberfläche. Merkwürdig ist das Ergebnis neuerer Forschung, daß die Erwärmungskraft an der ganzen Sonnenoberfläche nicht gleich groß ist, weshalb

die Temperatur, wie wir sie an der Oberfläche der Erde beobachten, eine Periode hat, die mit der Umlaufszeit der Sonne zusammenfällt. Nernander in Helsingfors und Buys-Ballot in Utrecht haben durch unabhängige Forschung und mit Zugrundelegung verschiedener Beobachtungen den eben ausgesprochenen Erfolg erkannt, obwohl sonst wesentliche Abweichungen in den erhaltenen Resultaten sich zeigen.

Die Angabe von Airy, wornach die Mitte der Sonne immer entschieden mehr Licht gäbe, als der Rand, findet sich durch die Wahrnehmungen von Herschel und Andern vollkommen bestätigt. Der Unterschied in der Helligkeit stellt sich, wie jeder sich leicht überzeugen kann, besonders augenscheinlich heraus, wenn man das Bild der Sonne hinter dem Ocular eines Fernrohrs auf einen weißen Papierbogen entstehen läßt; auch wird man an einem solchen Bilde bemerken, daß gegen den Rand hin eine röthliche Färbung sich zeigt, analog mit unserm Abendroth. Messungen besitzen wir noch nicht, denn sonderbarer Weise hat diese merkwürdige Eigenthümlichkeit der Sonne bisher fast keine Beachtung gefunden.

Um die abnehmende Helligkeit gegen den Rand zu erklären, nimmt man an, daß die Sonne eine Atmosphäre habe, die, wie es bei unserer Atmosphäre der Fall ist, das durchgehende Licht schwächt. Gegen den Rand ist die zu durchdringende Schichte dicker, und folglich auch die Schwächung beträchtlicher, als in der Mitte. (Vergl. S. 136).

**56.** Vermuthung über Veränderlichkeit der Größe und Kraft der Sonne. Die Sonne sendet unaufhörlich Licht und Wärme, und zwar in einer Menge aus, die nach irdischen Begriffen unmeßbar zu nennen ist. Will man Licht und Wärme als einen Ausfluß der Sonne betrachten, und die Verhältnisse nach dem, was wir auf der Erde wahrnehmen, beurtheilen, so wäre jetzt, nachdem viele Jahrtausende der Weltexistenz vorübergegangen sind, ein doppelter Erfolg zu erwarten: es sollte nämlich das Ausgeflossene irgendwo sich anhäufen, und die Sonne selbst sollte beständig verlieren. Von einer Anhäufung hat die bisherige Beobachtung keine Spur gezeigt, nicht einmal bei der Wärme da, wo eine Anhäufung sehr leicht denkbar wäre. So ist es entschieden, daß von der sehr bedeutenden Wärmemenge, welche die Erde jährlich von der Sonne empfängt, zuletzt nichts übrig bleibt: was in dem Sommerhalbjahr gewonnen wird, strahlt während des Winterhalbjahres in den Weltraum wieder hinaus. Höchst wahrscheinlich gewinnen die übrigen Planeten ebenso wenig, wie die Erde. Auf der andern Seite ist es entschieden, daß die Sonne an Größe und Anziehungskraft sich stets gleich bleibt.

Man wird zwar die Vorstellung von einem Ausflusse nicht gelten lassen, und ich habe keineswegs die Absicht, dem Lichte und der Wärme etwas Materielles — ein Substrat — unterzulegen; aber wenn man auch eine Fortpflanzung durch Wellen annimmt, so ist damit die Schwierigkeit nicht aufgeklärt. Die Erregung der Wellen erfordert nämlich eine Kraft, und eine Kraft, die solche Wirkung hervorzubringen im Stande wäre und kein Material verbrauchte, kennen wir nicht. Den sonst in dem Weltgebäude vorkommenden Gesetzen analog könnte man annehmen, daß das, was von der Sonne ausgeht, unter anderer Form wieder zurückkehrt, wie die Pflanze, die vom Boden sich erhebt, zuletzt in Staub zerfällt, um zur Bildung neuer Pflanzen den Stoff zu liefern: die Nachweisung eines ähnlichen Vorganges können wir aber bezüglich auf das Licht und die Wärme nicht geben.

Ich habe oben gesagt, daß die Sonne an Größe nicht abnimmt, muß

jedoch beifügen, daß dennoch Zweifel in dieser Hinsicht entstanden sind. Bradley's Beobachtungen geben nämlich den Sonnenhalbmesser:

in den Jahren 1765—1776 . . .	961,66
"      "      1776—1787 . . .	960,22
"      "      1787—1798 . . .	959,77

Die einzelnen Bestimmungen können bei der großen Zahl der Beobachtungen (im Ganzen nicht weniger als 4000) für ganz sicher angenommen werden, und die allmältige Abnahme drückt sich sehr deutlich aus; indessen hat schon v. Lindenau, als er die obige Berechnung vornahm, die richtige Erklärung darin gefunden, daß das Auge des Astronomen mit dem zunehmenden Alter immer weniger für das Licht empfindlich geworden ist. Neuere Erfahrungen anderer Beobachter stimmen hiemit vollkommen überein. Ich möchte übrigens nicht geradezu behaupten, daß der Sonnendurchmesser sich wirklich stets gleich bleibe, denn leicht könnte es der Fall sein, daß das Lichtgewölk, welches die Sonne umgibt (wenn anders die angenommene Aehnlichkeit mit unsern Wolken wirklich besteht) bald höher, bald tiefer schwebt, wodurch eine vorübergehende Aenderung der scheinbaren Sonnengröße entstehen würde.

Die geologische Untersuchung der Erde hat erwiesen, daß in vorgeschichtlichen Zeiten eine Wärme an der Oberfläche bestanden haben muß, wie sie gegenwärtig nicht mehr vorhanden ist. Poisson erklärt diese Thatsache dadurch, daß er in den verschiedenen Theilen des Weltraumes eine verschiedene Temperatur bestehen läßt und sich vorstellt, das Sonnensystem sei aus einem wärmern Theile herübergekommen: Herschel hält es dagegen für angemessener, anzunehmen, daß unsere Sonne zu den veränderlichen Fixsternen gehöre, und früher mehr Licht und Wärme den Planeten mitgetheilt habe, als sie jetzt erhalten. Er führt dabei das Beispiel von  $\eta$  Argus an. Welcher von den beiden Hypothesen die größere Wahrscheinlichkeit zukomme, ist bei dem gänzlichen Mangel an entsprechenden Anhaltspunkten nicht leicht zu entscheiden.

## 2. Mercur.

57. Verhältnisse und Beschaffenheit des Mercur. Mercur ist der kleinste unter den Hauptplaneten: er hat nur 671 Meilen im Durchmesser, aber eine große Dichtigkeit, denn er ist neunmal dichter, als Wasser, oder annäherungsweise dem Kupfer gleich. Wie schnell er um seine Aze sich drehe, haben die Astronomen noch nicht ganz sicher zu ermitteln vermocht, wahrscheinlich wird er nahe an 24 Stunden zu einer Umdrehung brauchen, wie es bei unserer Erde der Fall ist. Seine Bahn weicht unter allen Planetenbahnen am meisten vom Kreise ab: er ist deshalb in einem Theile seiner Bahn der Sonne viel näher, als im andern, und erhält hiernach von der Sonne Licht und Wärme in ungleichem Maaße, nämlich 11mal mehr als die Erde, wenn er der Sonne am nächsten ist, und 5mal mehr, wenn er am weitesten von der Sonne sich entfernt. Seine Stellung — immer in der nahen Umgebung der Sonne — ist für astronomische Untersuchung sehr hinderlich, und wenn gleich die vorhandenen Beobachtungen anzudeuten scheinen, daß beträchtliche Ungleichheiten an seiner Oberfläche vorkommen, so läßt sich darüber eine sichere Bestimmung nicht wohl erwarten.

## 3. Venus.

58. Verhältnisse und Beschaffenheit der Venus. Obgleich unter den Planeten Venus uns am nächsten kommt und einer vortheilhaften Beobachtung ähnliche Hindernisse wie bei Mercur nicht entgegenstehen, so ist es doch noch nicht gelungen, über die Beschaffenheit ihrer Oberfläche etwas Näheres zu ermitteln. Es scheint, daß die Oberfläche entweder sehr gleichförmig an und für sich, oder mit einer sehr gleichförmigen Dunsthülle überzogen sein muß. Nur in südlichen Gegenden, wo eine durchsichtiger Atmosphäre die Beobachtung begünstigt, hat man einzelne, freilich sehr schwache Flecken bemerkt, aus deren Bewegung man auf eine 24stündige Achsenumdrehung geschlossen hat.

Cassini vor nahe zwei Jahrhunderten und in neuester Zeit der römische Astronom De Vico haben nahe dasselbe Resultat erhalten. Unter dessen ist von Andern (wohl mit gleich guten Hülfsmitteln) eine verschiedene Bestimmung gefunden worden, namentlich wurde von Bianchini und Flaugergues die Rotationszeit zu etwas mehr als 24 Tagen festgesetzt. Eine lebhaft Discusstion der vorhandenen Beobachtungen hat vor einigen Jahren stattgefunden, wobei sehr entgegengesetzte Meinungen hervorgetreten sind. Gegenwärtig sieht man ziemlich allgemein das Problem als durch De Vico entschieden an: jedenfalls ist aber die Entscheidung nicht von der Art, daß nicht ferner Bestätigung wünschenswerth erschiene. Ich selbst habe im Jahre 1836 bei sehr günstiger Stellung der Venus mir viele Mühe gegeben, mit dem größten damals vorhandenen Refractor etwaige Ungleichheiten an der Oberfläche dieses Planeten zu erkennen, aber ohne Erfolg. Es bot sich stets das Ansehen einer vollkommenen glatten Kugeloberfläche dar.

Eine merkliche Abplattung ist an der Venus noch nicht wahrgenommen worden.

Die Venus hat 1710 Meilen im Durchmesser und kommt also der Erde an Größe nahe gleich. Die Dichtigkeit ist etwas größer als bei der Erde und nähert sich dem Zink ( $5\frac{3}{4}$ mal schwerer als Wasser).

Um die Zeit des Neumondes zeigt sich bekanntlich auch die von der Sonne abgewendete Seite des Mondes schwach erleuchtet, so daß man die ganze Scheibe sehr wohl wahrnehmen kann (S. 66). Ganz dasselbe ist an der Venus unter ähnlicher Sonnenbeleuchtung bereits ein paar Mal beobachtet worden. Die Erklärung bietet jedenfalls große Schwierigkeit dar; denn das Erdenlicht, welches in dem eben erwähnten Falle die Schattenseite des Mondes sehr schwach erhellt, wird ungefähr 1700mal schwächer, bis es zur Venus gelangt, und kann mithin keine wahrnehmbare Beleuchtung hervorbringen, auch wenn man annehmen wollte, daß die Venusoberfläche das ganze erhaltene Licht zurückwerfe. Die allgemeinere Ansicht ist, daß die Erscheinung einer Phosphorescenz der Venusoberfläche zuzuschreiben sei: Einige nehmen sogar eigenes Licht, eine leuchtende Hülle, wie die Sonne hat, nur von geringerer Intensität, an. Eine Entscheidung kann jedoch auf die vorliegenden Beobachtungen nicht begründet werden, und es ist zu wünschen, daß bei vorkommender Gelegenheit die Beobachter, die mit entsprechenden Hülfsmitteln versehen sind, diesem Gegenstande ihre volle Aufmerksamkeit zuwenden möchten.

## 4. Die Erde.

59. Form und Verhältnisse der Erde. Die Erde (die wir hier astronomisch, nicht geographisch betrachten) hat 1719 Meilen im Durchmesser am Aequator: an den Polen ist der Durchmesser nahe um 6 Meilen (genauer  $5\frac{3}{4}$  Meilen) kürzer, oder mit andern Worten, die Erde ist eine an den Polen abgeplattete Kugel, ein Sphäroid mit einer Abplattung von  $\frac{1}{300}$ . Die Rotationszeit ist 23 St. 56' 4" mittlere Sonnenzeit, oder 24 St. Sternzeit.

Um die Anziehung, welche die Erde auf einen an ihrer Oberfläche befindlichen Körper ausübt, zu ermitteln, muß man sie als bestehend aus zwei Theilen einer Kugel und einer Aequatorialschichte betrachten: auch muß die Schwungkraft in Rechnung gebracht werden. Das Resultat haben wir bereits oben (§. 9) angeführt.

Die Erdoberfläche macht gegenwärtig einen Winkel von  $66\frac{1}{2}$  Grad mit der Ecliptik, und ist gegen den Hauptstern des kleinen Bären gerichtet. Sie sollte nach dem (§. 5) angeführten Gesetze beständig im Raume sich parallel bleiben, und würde auch sich parallel bleiben, wenn die Erde eine Kugel wäre; auch hätte dann noch die Abweichung von der Kugelgestalt keinen Einfluß, wenn die Sonnen- und Mondbahnen mit dem Aequator zusammenfielen. Dieß ist indessen nicht der Fall, denn die Sonnenbahn macht einen Winkel von  $23\frac{1}{2}$  Grad mit dem Aequator, und die Bahn des Mondes ist noch 5 Grade gegen die Sonnenbahn geneigt; so tritt dann der Erfolg ein, den wir in §. 9 und 17 erklärt haben, und welcher darin besteht, daß die Durchschnittslinie des Aequators mit der Sonnen- und Mondbahn beständig zurückweicht, während die Neigung bloß periodischen Aenderungen unterliegt. In Folge dieses Zurückweichens beschreibt die Erdoberfläche, die jetzt, wie oben bemerkt, gegen den Hauptstern des kleinen Bären gerichtet ist, um den Pol der Ecliptik einen Kreis von nahe  $23\frac{1}{2}$  Grad Halbmesser am Himmel (durch die Sternbilder des Cepheus, des Schwanes, der Leier und des Drachen), und kommt ungefähr nach 25600 Jahren auf den kleinen Bären wieder hin.

Diese Aenderung der Erdoberfläche übt auf die Dauer der Jahreszeiten eben so wenig, wie auf die Erleuchtung und Erwärmung der Erde durch die Sonne Einfluß aus, wohl aber die Säcularänderungen der Erdbahn selbst, welche nach §. 17 in einem langsamen Schwanken der Bahnebene, in einer Zu- und Abnahme der Excentricität, und in einer Drehung der Bahn in ihrer Ebene um die Sonne bestehen. Gegenwärtig wird die Erdbahn durch den Gesamteinfluß der Planetenanziehung dem Aequator beständig näher gebracht, und so geschieht es, daß bei uns die Sonne im Sommer weniger hoch sich erhebt, und im Winter nicht so weit gegen Süden sich entfernt; jedoch ist der Unterschied von einem Jahre zum andern völlig unmerklich, und wächst erst nach Jahrtausenden zu einem wahrnehmbaren Betrage heran. Der Betrag bleibt übrigens, wie die Aenderung der Erdbahnebene, innerhalb bestimmter Grenzen eingeschlossen, und so wie der Winkel zwischen Aequator und Ecliptik niemals unter  $21^\circ$  und nie über  $27^\circ$  kommt, so kann die Verminderung der Sommerwärme und der Winterkälte in den gemäßigten Zonen nie über einen Grad R. hinausgehen. Es versteht sich von selbst, daß im Mittel die Jahreswärme immerhin sich gleich bleibt.

Ein ähnlicher, aber für unsere Messungsmittel wohl immerhin unmerklicher

Erfolg geht aus der Aenderung der Excentricität hervor. Die allmälige Drehung der Erdbahn, wodurch die Sonnennähe, die jetzt auf die Mitte des Winters fällt, nach 10000 Jahren auf die Mitte Sommers treffen wird, hat ebenfalls einigen Einfluß, jedoch mehr auf die Länge, als auf die Temperatur der beiden Jahreshälften.

60. Bestandtheile der Erde: der Kern. Im Ganzen unterscheiden wir an der Erde drei Theile: den festen Kern, das Wasser, welches einen großen Theil der Oberfläche bedeckt, und die Luft, die gleichsam eine Kugelschale um die Erde bildet. Den Haupttheil der Erde macht ein, aller Wahrscheinlichkeit nach fester, massiver Kern aus. Die Dichtigkeit ist größer im Innern, als an der Oberfläche; ein Ergebnis, welches auf eine eigenthümliche Weise aus der Gestalt der Erde geschlossen werden kann. Es ist begreiflich, daß, wenn man eine flüssige Kugel dreht, der Aequator um so höher anschwellen wird, je schneller die Drehung ist: beide Größen, die Erhebung des Aequators und die Schnelligkeit der Rotation, werden zu einander in einem bestimmten Verhältnisse stehen. Die weitere mathematische Entwicklung des Problems zeigt, daß bei der Umdrehung von  $23^{\circ} 56' 4''$  (wie sie der Erde zukommt) die Azen des Aequators und des Poles sich verhalten sollen, wie 231 : 230, d. h. es sollte die Erhebung am Aequator  $3\frac{3}{4}$  Meilen betragen. Man denke sich nun die Erde in flüssigem Zustande, bestehend aus einer Kugel und einer Aequatorialschichte von der erwähnten Stärke, und lege in die Mitte eine feste Masse von sehr großer Anziehungskraft, so wird die Kugel keine Aenderung dadurch erleiden, aber die Aequatorialschichte wird mehr als zuvor angezogen werden, und folglich einen größern Druck auf die flüssige Unterlage üben, sie wird tiefer sinken. Das Sphäroid wird also eine geringere Abplattung erhalten. Man kann hiernach im Allgemeinen sagen, daß, wenn die Dichtigkeit (also auch die Anziehung) gegen die Mitte größer ist, die Erhöhung des Aequators kleiner sein muß, als wenn die Masse gleichförmig wäre. Nach der oben (S. 59) angeführten Bestimmung beträgt die wirkliche Erhöhung des Aequators nur  $2\frac{6}{7}$  Meilen, sie ist mithin nahe um  $\frac{1}{4}$  geringer als sie sein sollte: und es unterliegt also keinem Zweifel, daß gegen die Mitte zu die Erde weit dichter sein muß, als an der Oberfläche.

Die äußere Kruste des Erdkerns besteht aus verschiedenen Substanzen, unter welchen Granit, Kalk, Kiesel, Porphyr, Thon die häufigsten sind; ihre Dichtigkeit ist zwischen der zweifachen und dreifachen des Wassers eingeschlossen, und nähert sich im Mittel der Grenze  $2\frac{3}{4}$ . Aus den Untersuchungen von Bailey, die wir später (S. 208) erklären werden, ergibt sich, daß die Erde, Kruste und Kern zusammengenommen, im Mittel  $5\frac{2}{3}$  mal schwerer ist, als das Wasser. Das Verhältniß der Dichtigkeit stimmt also mit der Abplattung im Allgemeinen überein, und führt uns ferner zu dem Schlusse, daß gegen den Mittelpunkt der Erde hin blos regulärisches Metall zu finden sein wird, wenn es nicht andere uns unbekannte Substanzen gibt, die sehr große specifische Schwere haben. Außer der zunehmenden Dichtigkeit ist uns noch eine Thatsache vom Inneren der Erde bekannt: es findet sich, von der Oberfläche anfangend, eine Zunahme der Wärme statt, und zwar im Mittel von  $1^{\circ}$  R. auf ungefähr 100 Pariser Fuß. Einige haben angenommen, daß diese Zunahme bis zum Mittelpunkte der Erde gleichmäßig fortschreite und daß daselbst eine Hitze sich befände, die alle Körper in geschmolzenem oder wohl gar in verflüchtigtem Zustande zu erhalten fähig sei; Andere dagegen glauben, daß nur in der Kruste dieses Wärmeverhältniß angetroffen werde, und weiter unten eine mäßige Temperatur sich vorfinde. Das einzige Mittel, darüber Gewißheit zu erlangen,

würde darin bestehen, in das Innere der Erde einzudringen, und es hat auch nicht an Männern gefehlt, die mit dieser abenteuerlichen Idee sich befaßten. Es haben indessen, wie man sich leicht vorstellen kann, alle hierauf bezüglichen Projecte von dem Loche, welches Mauvertuis, dem satyrischen Berichte Voltaires zufolge, im Hofe der Berliner Academie zur Mitte der Erde zu graben angefangen hat, bis zu dem neuesten Vorschlage eines wegen seiner lebhaften Phantasie bekannten astronomischen Schriftstellers unserer Tage gleiches Schicksal gehabt, und somit fällt für diejenigen, welche blos nach Thatsachen eine Entscheidung aussprechen, jede fernere Discussion über die Temperatur des Erdcentrums weg.

61. Das Meer. Das Meer bedeckt  $\frac{2}{3}$  der Erdoberfläche und ist von 120 bis 12000 Fuß tief: es wird also kaum den 33000sten Theil des ganzen Volumens der Erde ausmachen. \*) Dieses Verhältniß ist nicht ohne Bedeutung, denn wäre das Meer eine große Masse, so würde es bei seiner Beweglichkeit leicht das Gleichgewicht der Erde zu stören im Stande sein.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, daß das Meer sich gegen die Pole zurückgezogen hat. Vielleicht möchte dieß mit der ursprünglichen Bildung der Erde in Zusammenhang zu bringen und dahin zu deuten sein, daß die Erhöhung des Aequators, so lange die Erdmasse flüssig war, diejenige Größe hatte, welche die Theorie für diesen Fall bestimmt (nämlich 230 : 231 nach dem vorigen §). Als aber die festen Theile sich nach und nach gegen den Mittelpunkt hinabsenkten, und eine größere Dichtigkeit in der Mitte entstand, mußte die Figur sich ändern, was dadurch geschah, daß das Wasser vom Aequator gegen die Pole abfloß.

Das Meer bietet uns eines der merkwürdigsten Erscheinungen der allgemeinen Gravitation dar: die Ebbe und Fluth. Bestünde die Erde blos aus fest zusammenhängenden Theilen, so hätte man nur die Bewegung des Mittelpunkts zu berücksichtigen; die übrigen Punkte müßten ihm folgen. Die flüssige Oberfläche muß aber nicht dem Mittelpunkte folgen, sondern sie folgt der jedesmaligen Anziehung: und so oft die Wassermasse, welche die Erde umschließt, mehr oder weniger angezogen wird, als der Mittelpunkt der Erde, so entsteht in jener Wassermasse eine entsprechende Bewegung. Dieser Fall tritt vorzugsweise bei der Anziehung des Mondes ein. Ist der Mond in A (Fig. 29) und stellt B D die Erde vor, so wird der zunächst gelegene Punkt B mehr, der entferntere Punkt D weniger angezogen, als der Mittelpunkt. Der Unterschied ist nicht unbeträchtlich und beläuft sich im Mittel auf  $\frac{1}{30}$  der ganzen Anziehung des Mondes. Auf der dem Monde zugekehrten Seite bewegt sich das Wasser schneller gegen den Mond, als der feste Erdkern, fließt also von allen Richtungen gegen B hin und es entsteht da eine Erhöhung des Meeres. Auf der andern Seite bei D bewegt sich der Erdkern schneller gegen den Mond, als das Wasser; das Wasser bleibt also zurück und bildet wieder bei D eine Erhöhung, die nahe eben so groß ist, als bei B. Durch das Zusammenfließen des Meerwassers gegen B und D entsteht eine Verminderung des Wasserstandes — eine Ebbe — auf der zwischenliegenden Zone E F. Die Anziehung des Mondes ist im Stande, auf solche Weise eine Erhebung des Wassers von  $2\frac{1}{2}$  Fuß zu Stande zu bringen. Dieß gilt jedoch nur für die mittlere Entfernung des Mondes, denn, da der

\*) Es ist übrigens nicht entschieden, ob nicht eine sehr beträchtliche Wassermenge unter der Erde in hohlen Räumen sich befindet. Ueberall trifft man Wasser, wenn man tief genug gräbt.

Mond (vermöge der elliptischen Gestalt seiner Bahn) bisweilen näher, bisweilen entfernter steht, so wird auch die Wirkung nicht immer denselben Betrag erlangen.

Auch die Sonne bringt eine ähnliche Wirkung hervor, nur in geringerm Grade: der Sonneneinfluß vermag das Wasser ungefähr um 1 Fuß zu erheben.

Begreiflicher Weise ist für einen gegebenen Ort auf der Erdoberfläche die Mondanziehung größer, wenn der Mond dem Orte gegenüber steht (d. h. im Meridian ist), als wenn er sich östlich oder westlich befindet. Gleiches gilt von der Sonne, sie übt während des Meridiandurchganges ihren größten Einfluß aus. Die Anziehung gibt indessen eigentlich nur den Anstoß zur Bewegung des Wassers. Die Bewegung braucht aber Zeit, und so geschieht es, daß die größte Erhebung des Wassers erst zu Stande kommt, wenn die größte Wirkung schon vorüber ist. In der That treffen die Sonnen- sowohl, als die Mondfluthen erst zwei Stunden nach dem Meridiandurchgange dieser Gestirne ein. Eine Ebbe und Fluth ist übrigens nur möglich bei dem Weltmeer, wo das Wasser von allen Theilen der Erde auf einen Punkt herbeistießen kann: in einem abgesonderten Binnenmeere kann keine Wassererhebung statt finden.

Die bisherigen Erklärungen geben eigentlich bloß eine Andeutung von dem, was geschehen würde, wenn die Erde gleichmäßig mit Wasser überzogen wäre, und die Wassertheilchen in ihrer Bewegung keinen Widerstand fänden. Bei den wirklich bestehenden Verhältnissen ist die Größe der Wasseranschwellung sehr verschieden, und wird ebenso wohl wie die Zeit des Eintreffens von der Gestalt der Continente und Inseln, von der Tiefe der Meere u. s. w. auf die mannigfaltigste Weise modificirt. So finden wir alle Größen der Ebbe und Fluth von 1 bis 30 Fuß, und Verspätungen bis auf einen halben Tag. Jedoch sind an demselben Orte die Localeinwirkungen sehr constant, und für die meisten wichtigern Seehäfen besitzt man Tafeln, nach welchen für jeden beliebigen Augenblick die Wasserhöhe, bis auf ein paar Zolle, richtig berechnet werden kann.

**62. Die Atmosphäre.** Die Atmosphäre bildet einen Gegenstand astronomischer Untersuchung, theils in so ferne sie die Fortpflanzung des Lichts modificirt, theils auch in so ferne ihre Form durch Anziehung der Sonne und des Mondes eine Aenderung erleidet. Alles Licht, was von den Himmelskörpern zu uns gelangt, muß erst durch die Atmosphäre gehen, und erleidet dabei zweierlei Modifikationen; es wird nämlich geschwächt und in seiner Richtung verändert.

Jeder, der ein südliches Klima gesehen hat, weiß, daß daselbst die Sterne größern Glanz zeigen, als bei uns, und daß sie in größerer Menge sichtbar sind. Aber auch in südlichen Ländern wird noch das Licht um den vierten Theil vermindert, wenn es senkrecht von oben herabkommt, und in immer zunehmendem Verhältnisse, je schiefes es einfällt. Man kann daraus eine Vorstellung sich machen von der Pracht, die der Himmel darbieten würde, wenn wir über den Luftkreis uns erheben könnten.

Ein unübersteigbares Hinderniß in der Untersuchung des Himmels bietet übrigens der Lichtverlust, welcher in der Atmosphäre stattfindet, nicht dar: denn was uns auf solche Weise entgeht, ersetzen die Fernröhre wieder (§. 29): allein einen andern Uebelstand hat die Atmosphäre, den wir nicht beseitigen können, sie ist nämlich in steter Bewegung, und verwirrt das durchgehende Licht so, daß wir kein deutliches Bild der Gestirne erhalten. In einem ruhigen Wasser sieht man die Gegenstände, die am Boden sind, vollkommen gut: die geringste Bewegung aber stört das deutliche Sehen, und entstellt insbesondere die Grenzlinien der Bilder. Ganz analog ist die Wirkung atmosphärischer Unruhe.

Fernröhre helfen diesem Uebelstande nicht ab, sie vergrößern vielmehr die Ungleichheit der Luft in demselben Maße, als sie die Gegenstände vergrößern. Hier ist also astronomischer Untersuchung eine Grenze gesetzt, die niemals überschritten werden kann, und die Aussicht, mit bessern Fernröhren auch in stetigem Fortschreiten die Verhältnisse der Himmelskörper genauer erforschen zu können, ist auf immer abgeschritten.

Auf astronomische Beobachtung übt die Atmosphäre ferner noch dadurch einen wichtigen Einfluß aus, daß sie das Licht der Gestirne nicht in gerader Linie durchgehen läßt. Befindet sich ein Stern in S (Fig. 30), so kommt sein Licht nach B, beschreibt dann eine krumme Linie durch die Atmosphäre von B bis A, und wird gesehen natürlich in der Richtung, von welcher der Strahl zuletzt ins Auge kam, nämlich in der Richtung A S'. Der Stern wird also höher gesehen, als er wirklich ist. Diese Erhöhung bezeichnet man mit dem Namen Strahlenbrechung oder Refraction, von deren Betrag folgende Tabelle einen Begriff gibt.

Höhen über dem Horizont	Refraction
0°	36',1
10	5,2
20	2,6
30	1,6
40	1,1
50	0,8
Zenit	0,0

Am Horizont ist die Wirkung am stärksten, und macht z. B., daß die Sonne, wenn sie gerade untergeht, um ihren ganzen Durchmesser höher zu stehen scheint, als sie wirklich ist. Je höher ein Gestirn über den Horizont sich erhebt, desto weniger Einfluß hat die Strahlenbrechung, und am Scheitelpunkt findet gar keine Ablenkung des Lichtes statt.

Noch kann hier eine besondere Erscheinung angeführt werden, die man an der Sonne und am Vollmond wahrnimmt, und die ihren Grund in der Strahlenbrechung hat. Der obere sowohl als der untere Sonnenrand wird, wenn die Sonne am Horizont ist, durch die Strahlenbrechung scheinbar hinauf gerückt, aber nicht um gleich viel, sondern der untere mehr als der obere. So erscheint die Sonne etwas oval; dasselbe geschieht beim Monde, wenn er voll ist. In älterer Zeit glaubte man auch, den Umstand, daß Sonne und Mond am Horizont weit größer erscheinen, als hoch am Himmel, der Refraction zuschreiben zu dürfen, jedoch ganz mit Unrecht. Die scheinbare Vergrößerung der Gegenstände am Horizont hat zwei Gründe; fürs Erste denken wir uns die Himmelskörper, wenn sie neben terrestrischen Gegenständen erscheinen, entfernter, als wenn sie ganz frei am Himmel stehen, und halten sie deshalb bei gleichem Schwinke für größer (S. 22). Fürs Zweite ist es eine bekannte Erfahrung, daß nach verschiedenen Richtungen die scheinbare Größe verschieden geschätzt wird, und der Knopf eines Kirchturms weit kleiner erscheint, wenn er auf dem Thurme steht, als wenn man ihn herunternimmt, und in gleiche Entfernung auf ebener Erde hinstellt.

Oben ist noch bemerkt worden, daß die Atmosphäre eine Wirkung der allgemeinen Gravitation kund gebe, welche astronomischer Untersuchung zugehört.

Da die Luft eine flüssige Masse ist, die unter ähnlichen Bedingungen, wie das Meer, die Erde umgibt, so läßt sich erwarten, daß eben so wie bei dem Meere eine Ebbe und Fluth der Luft durch die Anziehung der Sonne und des Mondes entstehen muß. Dieß läßt sich zwar in unsern Gegenden, wo die Luft durch zufällige Ursachen ununterbrochen in gewaltiger Bewegung erhalten wird, nicht nachweisen: aber in der Nähe des Aequators zeigt das Barometer entschieden an, daß die Luft eben so vom Mond angezogen wird, wie das Wasser. Zur Bestätigung führe ich hier die neuesten Resultate des Observatoriums in St. Helena (30° südlich vom Aequator) an, die Sabine bekannt gemacht hat.

Entfernung des Mondes vom Meridian-Durchgang	Einfluß auf den Luftdruck in Pariser Linien
0 <sup>h</sup> . . . . .	0,0041
1 . . . . .	0,039
2 . . . . .	0,032
3 . . . . .	0,018
4 . . . . .	0,014
5 . . . . .	0,004
6 . . . . .	0,000

Von 6<sup>h</sup> vor bis 6<sup>h</sup> nach dem obern Meridiandurchgang wird der Luftdruck vermehrt, von 6<sup>h</sup> vor bis 6<sup>h</sup> nach dem untern Meridiandurchgang vermindert. Die analoge Wirkung der Sonne ist unzweifelhaft vorhanden, aber schwer von dem gleichzeitigen Einfluß der Wärme zu trennen.

**63. Magnetismus der Erde.** Eine der merkwürdigsten Eigenthümlichkeiten der Erde ist ihre magnetische Kraft. Zwar kann man bei dem jetzigen Stande der Untersuchung nicht entschieden sagen, ob diese Kraft zur Astronomie in Beziehung zu bringen sei oder nicht: jedoch liegt der Gedanke nahe, daß der Magnetismus eben so gut, als die Gravitation dem Weltgebäude überhaupt eigen sei, und zu dessen Erhaltung in irgend einer Weise gehöre. Auch hat bereits Kreil einen Zusammenhang zwischen der Stellung des Mondes und den magnetischen Aenderungen nachgewiesen, der jedenfalls höchst merkwürdig ist. Ich will übrigens hier den Gegenstand nicht weiter verfolgen, weil ich später in einer eigenen Abtheilung (§. 226—261) über die Verhältnisse und Gesetze der erdmagnetischen Kraft Näheres zu berichten gedenke.

## 5. Der Mond.

**64. Gestalt und Umdrehung.** So unbedeutend die Rolle ist, die der Mond im Sonnensysteme zu vertreten hat, so gebührt ihm doch von Seite der Erdbewohner vorzügliche Aufmerksamkeit. Er ist unser unzertrennlicher Begleiter, erleuchtet unsere Nächte, und übt auf die Lage der Erdpole, sowie auf die Bewegung der großen Wasser- und Luftmassen, welche den Erdförper bedecken oder umgeben, die wichtigsten Einflüsse aus, nicht zu gedenken mancher medicinischen Wahrnehmung, die einen bisher nur dunkel erkannten und noch unerklärbaren Mondeinfluß andeutet\*), und endlich des Zusammenhanges mit

\*) Ich trage Bedenken, der Ansicht, als habe der Mond auf den menschlichen Körper gar keinen Einfluß, beizutreten, obwohl ich nicht verkenne, daß, seitdem Döbers, dem als Astronom wie als Mediciner die höchste Auctorität zugestanden werden muß, sich entschieden dagegen erklärt hat, der Mondeinfluß als höchst problematisch zu betrachten ist.

den Bewegungen der Magnetnadel. Die Entfernung des Mondes von der Erde beträgt im Mittel  $59\frac{3}{4}$  Erdhalbmesser, oder 51315 Meilen; bleibt sich aber vermöge der elliptischen Gestalt der Mondbahn nicht gleich, sondern ist stets einen halben Monat im Zunehmen, und darauf wieder einen halben Monat im Abnehmen begriffen, und zwar macht die ganze Aenderung  $3\frac{1}{4}$  Erdhalbmesser aus. Der Durchmesser des Mondes von Pol zu Pol hat 469 Meilen. Seine Masse ist nur  $\frac{1}{81}$  der Erdmasse, seine Dichtigkeit  $3\frac{1}{3}$  größer, als die des Wassers. Die Schwere an seiner Oberfläche beträgt nur  $\frac{1}{6}$  von der Schwere an der Erdoberfläche. Eine Erhebung am Aequator, wie dieß bei den Planeten wohl allgemein vorkommt, nehmen wir nicht wahr, was bei der langsamen Rotation des Mondes, (er dreht sich in derselben Zeit, in welcher er um die Erde geht, nämlich im Verlaufe eines Monats nur einmal um seine Aze) auch von vornherein erwartet werden mußte. Die Aze des Mondes ist sehr wenig ( $1^{\circ}28'$ ) gegen seine Bahn geneigt, und der Unterschied der Jahreszeiten fällt (wenn man die äußersten Polargegenden unberücksichtigt läßt) ganz weg. Es gibt nur eine Abwechselung von Tag und Nacht: alle Tage haben für denselben Ort gleiche Dauer und gleiche Temperatur. Die Nächte der uns zugewendeten Mondhälfte erhellt die Erde, die eine bedeutende Lichtmenge (16 mal so viel, als wir vom Monde erhalten) gewährt.

Das eben erwähnte Verhältniß, daß die Umlaufszeit des Mondes mit seiner Aendrehung übereinstimmt, ist um so mehr bemerkenswerth, als bei allen Satelliten wahrscheinlich derselbe Fall eintritt; es muß jedenfalls der Grund hievon in der Entstehungsweise des Planetensystems gesucht werden. Keine bisher aufgestellte Kosmogonie leistet in dieser Beziehung Genüge.

Die Rotation des Mondes ist vollkommen gleichförmig, wie dieß bei allen Himmelskörpern der Fall ist. Wäre die Bewegung in der Bahn auch gleichförmig, dann würde der Mond im strengen Sinne immer dieselbe Seite der Erde zukehren: letzteres ist indessen nicht der Fall, und so sehen wir, wenn der Mond in seiner Bahn voraneilt, etwas mehr von der folgenden Kugelhälfte: bleibt er aber in der Bahn zurück, so zeigt sich etwas mehr von der vorangehenden Hälfte. Dieses scheinbare Schwanfen der Mondkugel nennt man die Libration. Man hat vermutet, daß außerdem der Mond eine wahre Schwankung oder Pendelbewegung habe, und der Punkt des Mondes, der uns zunächst steht, in regelmäßigen Oscillationen vorwärts und rückwärts gehe. Diese physische Libration wäre gar wohl mit mechanischen Gesetzen vereinbar: ob sie übrigens wirklich vorhanden sei, läßt sich aus den bisherigen Beobachtungen nicht mit Sicherheit ableiten. Die neuesten Untersuchungen von Wichmann zeigen, daß die Schwankung des Mondes von der Erde aus gesehen kaum  $2''$  betragen dürfte.

**65. Oberfläche.** Schon das freie Auge nimmt an der Oberfläche des Mondes Ungleichheiten — verwaschene Flecken — wahr, in denen die Einbildungskraft des Volkes mancherlei abenteuerliche Aehnlichkeiten gefunden hat. Die eigentliche Gestalt der Oberfläche wird erst durch das Fernrohr als bestehend aus Bergen und Thälern, aus kleinen und großen Terrainformen endlos an Zahl wie an Mannigfaltigkeit geoffenbaret. So unendlich übrigens das Detail der Mondoberfläche ist, so reicht doch eine kurze Charakteristik hin, die Formen und Verhältnisse zu bezeichnen. Fürs Erste wird man vor Allem den auffallenden Unterschied der Polargegenden und der Aequatorialzone bemerken: dort findet man nichts als Unebenheiten, hohe Berge und kesselförmige Vertiefungen; hier wechseln einzelne Berge und kraterförmige Gebilde und Bergzüge mit Ebenen zum Theile von großer Ausdehnung ab.

Im Aussehen der Berge und Ebenen tritt ein unverkennbarer Unterschied hervor, jene sind weiß wie Kreide, diese grau, hier und da mit etwas grünlicher oder bläulicher Färbung. Letztere Bestimmung führe ich als auf den Wahrnehmungen anderer Beobachter beruhend an, denn ich selbst habe niemals eine Färbung wahrnehmen können, woraus wenigstens so viel folgt, daß sie sehr schwach sein muß. Es ist durchgängig eine einzige Form auf dem Monde vorherrschend, die runde; alle Erhebungen über die Oberfläche und alle Vertiefungen nähern sich der runden Gestalt, und deuten eine gemeinsame Entstehungsweise an. Wenn man die Mondoberfläche aufmerksam betrachtet, kann man sich der Vorstellung nicht erwehren, daß ursprünglich der Mond eine flüssige Masse war, und daß, während diese Masse Consistenz gewann, im Innern Kräfte sich entwickelten, wodurch Eruptionen entstanden sind, ungesähr wie wenn Luftblasen aus einer breiartigen Masse herausgetrieben werden, und an der Oberfläche hervorplagen, einen kreisförmig erhöhten Rand mit einer Vertiefung in der Mitte zurücklassend. Nicht selten scheinen mehrere solche Ereignisse nach einander stattgefunden zu haben. Die Zeichnung Fig. 31, (wo letzteres der Fall ist) kann als allgemeiner Typus der Mondformation betrachtet werden.

Eine Abweichung einigermaßen bilden die Rillen, schmale Vertiefungen, die in ziemlich gerader Richtung oft über bedeutende Strecken — 30 Meilen und darüber — hinziehen. Im ersten Augenblicke bieten sie das Ansehen von Flußbetten oder Landstraßen dar: wenn man aber bedenkt, daß sie eine Breite von 2000 bis 9000 Fuß haben, und ohne Rücksicht auf das Terrain bald aufwärts, bald abwärts gehend fortgesetzt werden, zeigen sich diese Vorstellungen als unhaltbar. Es ist kaum zu zweifeln, daß die Rillen gewaltige Risse sind, die in dem Monde entstanden, als er schon nahe zur Consistenz gelangt war.

Wenn man zu verschiedenen Zeiten die Mondoberfläche untersucht, so erkennt man die einzelnen Berge und Landschaften immer mit gleicher Schärfe. Wolken, Nebel, oder sonstige Formen des Wasserdunstes kommen da niemals vor. Auch Wasserflächen, die sogleich an ihrem Aussehen zu erkennen wären, sind nirgends auf der Mondoberfläche wahrzunehmen. Eine fernere charakteristische Thatsache ist, daß, wenn der Mond, der ziemlich schnell unter den Sternen sich fortbewegt, über einen Stern geht, oder wie man sagt, den Stern bedeckt, dieser mit unverändertem Lichte sich der Mondscheibe nähert, bis er plötzlich verschwindet. Eine Schwächung oder Ablenkung des Lichts ist niemals wahrgenommen worden; ebenso zeigt sich bei Sonnenfinsternissen der Mondrand immer mit größter Schärfe begränzt. Daraus ist mit völliger Gewißheit zu schließen, daß keine Atmosphäre, wie die unsrige, den Mond umgibt. Zwei der wesentlichsten Erfordernisse, wovon das Gedeihen des Thier- und Pflanzenlebens abhängt, fehlen also dem Monde gänzlich, und alle weitere Analogie mit den ökonomischen Verhältnissen unserer Erde fällt hiemit weg.

Die Form der Mondberge hat die Vorstellung hervorgerufen, daß sie *Vulcane* seien. Einzelne Astronomen ließen sogar von diesen Vulcanen die Meteorsteine auf unsere Erde herüberschleudern, eine an und für sich nicht unmögliche Sache, wenn wirklich nachgewiesen werden könnte, daß die Mondvulcane in Thätigkeit wären. Auch hiezu hat es an Andeutungen nicht gefehlt, und wir können sogar W. Herschel unter diejenigen zählen, die ein feuerähnliches Glimmen auf dem dunklen Theile des Mondes beobachtet zu haben glaubten. Die Sache hat sich indessen dahin aufgeklärt, daß es einzelne ausgezeichnete weiße Bergspitzen gibt, die schon in der sparsamen Beleuchtung, welche ihnen die Erde zusendet, als helle Punkte in der sonst dunkeln Umgebung erscheinen. Daß diese zu der von Herschel wahrgenommenen Erscheinung Anlaß

gegeben, läßt sich unzweifelhaft nachweisen. Irgend etwas entschieden dem Ausbruche eines Vulcans Aehnliches hat Niemand am Monde — obwohl es an fleißigen Beobachtern nicht fehlte — bisher gesehen, und wenn wir außerdem anderweitige Andeutungen über die Entstehung der Meteorsteine berücksichtigen, so dürfen wir wohl den Mond — diesen sonst so friedlichen Begleiter der Erde — von dem Verdachte, auf so unnachbarliche Weise die persönliche Sicherheit der Erdbewohner gefährden zu wollen, unbedenklich frei sprechen.

**66. Beleuchtung.** Wir haben vorhin die Nachtbeleuchtung erwähnt, welche dem Monde von der Erde zukommt. Vom Monde aus gesehen, bietet die Erde dieselbe Folge von Phasen — Neuerde, erstes Viertel, Vollerde, letztes Viertel — dar, die wir am Monde beobachten. Man denke sich den Mond im Mittage, und die Sonne am westlichen oder östlichen Horizont, so erleuchtet die Sonne die West- oder Ostseite des Mondes und der Erde in gleicher Weise. In diesem Falle haben wir erstes oder letztes Viertel, und der Mond ebenfalls. Ist der Mond im Meridian um Mitternacht, so erscheint er als Vollmond. Die dem Monde zugewendete Erdhälfte ist aber ganz dunkel, oder zeigt nur an der Seite einen schmalen sichelförmigen Streifen, der erleuchtet ist; alsdann hat der Mond Neuerde. Erscheint endlich der Mond, von der Erde aus gesehen, neben der Sonne, so sieht er die ganze ihm zugewendte Erdhälfte erleuchtet, und hat also Vollerde, während wir Neumond haben.

Betrachten wir den letzten Fall etwas näher. Der Vollmond sendet uns schon eine sehr beträchtliche Lichtmenge zu; da aber die Erde einen viermal größern Durchmesser hat, als der Mond, so kann man sich wohl vorstellen, daß der Mond von der Vollerde, selbst wenn man die Trübung unserer Atmosphäre in Anschlag bringt, noch ungefähr so viel Licht erhält, als wir in der Dämmerung haben. Es ist also kein Wunder, daß wir im Neulichte auch den dunkeln Theil des Mondes mit freiem Auge gar wohl unterscheiden, und mit Fernröhren sogar die ausgezeichnetern Formen, — Berge und Ebenen, — wahrnehmen. Wenn einige Astronomen eine Phosphorescenz der Mondoberfläche angenommen haben, um die Sichtbarkeit der nicht von der Sonne beleuchteten Mondscheibe zu erklären, so läßt sich die Möglichkeit eines solchen Verhältnisses nicht in Abrede stellen: der Hypothese fehlt aber gerade dasjenige Erforderniß, worauf bei allen Erklärungsversuchen vorzüglich gesehen werden soll; sie wird durch keine sonstige Analogie unterstützt.

Als bemerkenswerth mag noch der Umstand angeführt werden, daß, wenn man den Mond im Neulichte mit freiem Auge betrachtet, man glauben möchte, es gehöre die erleuchtete Sichel einem größern Kreise, als der dunkle Theil, an. Die Täuschung verschwindet, wenn man ein Fernrohr zu Hülfe nimmt, weil das falsche Licht, womit glänzende oder stark erleuchtete Gegenstände umgeben erscheinen, im Fernrohre verhältnißmäßig weniger hervortritt (S. 24.). Demselben Grund ist zuzuschreiben, daß ein Stern, mit freiem Auge betrachtet, einen merklichen Durchmesser zu haben scheint, während ihn das Fernrohr nur als glänzenden Punkt zeigt.

## 6. M a r s.

**67. Verhältnisse und Beschaffenheit des Mars.** Nirgends in der Planetenwelt findet so viele Aehnlichkeit statt, wie zwischen Mars und der Erde. Die Rotation (nach Beer und Mädler  $24^h 37' 20''$ ) und die Neigung des Aequators, also die Vertheilung von Tag und Nacht, sowie die

Verhältnisse der Jahreszeiten sind an beiden wenig verschieden. Merkwürdig insbesondere sind die am Süd- und Nordpol befindlichen und von Maraldi 1716 zuerst wahrgenommenen weißen Flecken, die im Marswinter sich weiter ausbreiten, im Sommer an Ausdehnung kleiner werden. Es unterliegt wohl kaum einem Zweifel, daß ewiger Schnee die Pole des Mars bedeckt, und ein Theil davon zusammenschmilzt, wenn die Sonne höher heraufkömmt. Daß der ewige Schnee weiter gegen den Aequator sich hinzieht, als bei uns, wird man ganz begreiflich finden, wenn man bedenkt, daß die Sonne dem Mars nur die Hälfte der Wärme gibt, die wir auf der Erdoberfläche erhalten.

Ob die dunkeln Flecken, welche man an den gemäßigten Zonen des Mars (vorzüglich in der südlichen Halbkugel) beobachtet, constant oder veränderlich sind, ist noch nicht als entschieden zu betrachten. Wer die Zeichnungen der Marsoberfläche, wie sie von verschiedenen Astronomen und zu verschiedenen Zeiten hergestellt worden sind, mit einander vergleicht, wird allerdings zu dem Schlusse kommen, daß die Flecken im Verlaufe der Zeit eine ganz andere Gestaltung erhalten: gleichwohl haben Beer und Mädler eine Reihe von Jahren hindurch dieselben Hauptflecken wieder erkannt. Es ist jedoch nicht unwahrscheinlich, daß vorübergehende atmosphärische Bedeckungen und atmosphärische Niederschläge ein verändertes Aussehen der Oberfläche zur Folge haben.

Wie das röthliche Licht des Mars zu Stande kommt, ob die Atmosphäre oder die Oberfläche die Färbung gibt, ist nicht wohl mit Bestimmtheit zu entscheiden. Wahrscheinlicher ist es aber, daß wir den Grund in der Atmosphäre zu suchen haben: sogar die Analogie begünstigt diese Hypothese, denn auch in unserer Atmosphäre wird unter gewissen Umständen, z. B. in der Dämmerung, röthliches Licht erzeugt, und das Sonnenbild erscheint besonders gegen den Rand ebenfals röthlich, ohne Zweifel in Folge eines umgebenden Dunstkreises (§. 55). Der Durchmesser des Mars ist ungefähr halb so groß, wie der Durchmesser der Erde: an Dichtigkeit sind die beiden Planeten wenig verschieden. Was aber die Schwere an der Oberfläche betrifft, so ist sie bei Mars um die Hälfte geringer.

## 7. Asteroiden.

**68.** Beschaffenheit der Asteroiden. Von der Oberfläche und Beschaffenheit der Asteroiden läßt sich nichts ermitteln. Eine einzige auffallende Thatsache ist anzuführen, nämlich, daß die Asteroiden ganz denselben Glanz wie die Fixsterne haben und weit mehr Licht geben, als sie vermöge ihrer Größe geben sollten. Hieraus hat man die Vermuthung geschöpft, daß sie selbstleuchtend seien: die Entscheidung darüber haben wir erst von künftigen photometrischen Messungen bei verschiedener Entfernung von der Erde und Sonne zu erwarten.

Daß von einigen Astronomen bisweilen die kleinen Planeten mit einer Dunsthülle umgeben gesehen worden sind, scheint in der Beschaffenheit unserer Atmosphäre und der angewendeten Fernröhre seinen Grund gehabt zu haben. Eine Planetenatmosphäre, die bald sichtbar, bald unsichtbar wäre, würde aller Wahrscheinlichkeit und aller Analogie widerstreben. Auch beträchtliche periodische Zu- und Abnahme der Lichtstärke glaubte man in der ersten Zeit nach der Entdeckung der kleinen Planeten an mehreren derselben wahrgenommen zu haben und schloß daraus auf eine Rotation und eine sehr ungleichmäßige Oberfläche. Letzteren Umstand brachte man mit der Hypothese von Olbers in

Verbindung, wonach die kleinen Planeten nur Trümmer eines großen Weltkörpers seien und deshalb wahrscheinlich keine regelmäßige sphäroidische Gestalt, wie die übrigen Planeten, haben sollten. Neueren Wahrnehmungen zufolge ist jedoch eine so bedeutende Aenderung der Lichtstärke nicht vorhanden.

69. Hypothese von Olbers. Es scheint zweckmäßig, bezüglich auf die eben erwähnte Hypothese von Olbers noch einige nähere Bestimmungen beizufügen. Wenn ursprünglich ein großer Weltkörper zwischen Mars und Jupiter in elliptischer Bahn sich um die Sonne bewegt hat und durch eine gewaltsame Katastrophe in Stücke zertheilt worden ist, die sämmtlich nahe in der Richtung der ursprünglichen Bahn ihren Weg fortgesetzt haben, so wird der Punkt, wo die Katastrophe geschah, sämmtlichen neuen Bahnen gemeinschaftlich sein, d. h. es werden sich hier alle Bahnen durchkreuzen und jeder Asteroid wird einmal während seines Umlaufes dahin zurückkehren. Eigentlich gilt dieß indessen nur für die Zeit, welche zunächst nach der Katastrophe folgt: denn im Verlaufe der Jahrhunderte müssen sich die Bahnen — insbesondere durch die von Jupiter hervorgebrachte Säcularbewegung — beträchtlich ändern, und die Durchschnittspunkte werden jetzt um so weiter von einander abstehen, je weiter die Katastrophe in die Vorzeit zurückgeht.

Untersucht man in dieser Hinsicht die Asteroidenbahnen und nimmt z. B. die Bahn der Ceres als Grundebene an, so wird man finden, daß die Durchschnittspunkte in einem ziemlich engen Raum eingeschlossen sind, während sie, wenn vom Zufall der Erfolg abgehängt hätte, ungefähr gleichmäßig um den ganzen Umkreis hätten vertheilt sein sollen: es würde übrigens völlig zwecklos sein, die Rechnung weiter fortzusetzen, bis die Secularänderungen genau bestimmt sind.

Noch bieten uns die Entfernungsverhältnisse ein erwünschtes Prüfungsmittel dar, um zu entscheiden, ob die oben betrachtete Entstehungsweise möglich ist oder nicht: sie schließt nämlich, wie man bei näherer Betrachtung leicht begreifen wird, die Bedingung in sich, daß die sämmtlichen Asteroiden während ihres Umlaufes wenigstens einmal in dieselbe Entfernung von der Sonne kommen müssen. Wenn also unter den Asteroiden einer sich vorfindet, dessen größte Distanz kleiner bleibt, als die kleinste Distanz der übrigen, so ist die Hypothese unzulässig. Folgende Tabelle gibt nun die größten und kleinsten Distanzen an:

Namen.	Distanzen in Sonnenweiten.	
	kleinste	größte.
Hygiea	2,83	3,41
Parthenope	2,22	2,66
Asträa	2,09	3,05
Egeria	2,29	2,86
Iris	1,84	2,84
Metis	2,11	2,66
Flora	1,86	2,55
Victoria	1,83	2,84
Vesta	2,15	2,56
Ceres	2,55	2,98
Juno	2,00	3,35
Debe	1,93	2,92
Pallas	2,11	3,43

Vollständig hält die Hypothese diese Prüfung nicht aus; denn die kleinste Zahl in der zweiten Reihe ist 2,55 (bei Flora) und die größte in der ersten Reihe ist 2,83 (bei Hygiea). Läßt man aber die Hygiea, die überhaupt von den sonstigen Verhältnissen der Asteroiden beträchtlich abweicht und wohl gar einer neuen Asteroidengruppe angehören möchte, weg, so werden die geforderten Bedingungen erfüllt. Alsdann ist die kleinste Zahl in der zweiten Reihe 2,55 (bei Flora) und die größte Zahl in der ersten Reihe ist wiederum 2,55 (bei Ceres). Flora und Ceres werden also ein mal während eines Umlaufes in dieselbe Distanz kommen: was die übrigen Asteroiden betrifft, so werden sie alle zweimal eben diese Distanz erreichen. Ist also eine Katastrophe vorgekommen, so muß sie in der Entfernung 2,55 von der Sonne sich ereignet haben. Hiedurch wäre zwar ein sehr merkwürdiger Anhaltspunkt gewonnen, indessen bietet die weitere Untersuchung große Schwierigkeiten dar, nicht bloß weil eine genaue Bestimmung der Säcularänderungen durch die übrigen Planeten, wie oben bereits bemerkt wurde, zu ermitteln wäre, sondern auch weil die gegenseitigen Störungen der Asteroiden selbst, vom Anfange, einen jedenfalls außerordentlichen und mithin durch die Rechnung schwer zu ermittelnden Betrag erreicht haben müssen.

Wenn auch dem obigen zufolge die merkwürdige von Olbers ausgesprochene und von ihm so glücklich angewendete Hypothese aus den bisher ermittelten Bestimmungen nicht erwiesen werden kann, so bieten sich dennoch dabei so viele auffallende Verhältnisse dar, daß die weitere Verfolgung des Gegenstandes und die Entwicklung der dazu gehörigen Rechnungen eine verdienstliche Aufgabe bilden würde.

Was aber die Natur der vorgefallenen Katastrophe betrifft, so möchte ich keineswegs, wie es größtentheils geschehen ist, einem Kometen sie zuschreiben, weil die Kometen hiezu nicht die erforderliche Masse haben, sondern ich glaube vielmehr, daß sie durch eine zu große Rotationsgeschwindigkeit sich am wahrscheinlichsten und natürlichsten erklären ließe. Hiernach hätte man anzunehmen, daß der ursprüngliche Planet zu der äußern Gruppe eigentlich gehört und wie Jupiter und Saturn eine sehr große Rotationsgeschwindigkeit sowohl, als einen großen Umfang gehabt habe. Bei Jupiter hat die Rotation bloß eine bedeutende Abplattung hervorgebracht, und 4 Satelliten abgetrennt; bei Saturn hat sich der Ring nebst 8 Satelliten abgerissen, bei unsern hypothetischen Planeten dagegen hat sich der ganze Körper durch die Schnelligkeit der Rotation in Stücke getheilt, die nach der Richtung der Tangente hinausgeschleudert sind. Die Tangentialkraft, die im Verhältnisse zur Bahngeschwindigkeit jedenfalls nur sehr gering sein konnte, hat die Richtung und Geschwindigkeit der einzelnen Stücke ein wenig modificirt. Das Stück, welches voran, und zwar senkrecht, auf die nach der Sonne gezogene Linie geschleudert wurde — Ceres — hat die größte, das rückwärts geschleuderte Stück — Flora — die kleinste Geschwindigkeit bekommen; an der Stelle selbst entstand die Sonnennähe der Ceres und die Sonnenferne der Flora. Bei allen übrigen Stücken wurden Richtung und Geschwindigkeit zugleich etwas geändert; dabei mußten nothwendiger Weise die Bahnen zwischen jenen der Flora und Ceres eingeschlossen bleiben.

## 8. Jupiter.

70. Verhältnisse und Beschaffenheit des Jupiter. Mit Jupiter fängt die äußere Planetengruppe an, welcher eine geringe Dichtigkeit

und eine schnelle Umdrehung, folglich auch eine bedeutende Abplattung eigenthümlich zu sein scheint.

Jupiter übertrifft an Größe alle übrigen Planeten; er hat vom Nord- zum Südpol einen Durchmesser von 18524 Meilen; er dreht sich in sehr nahe 10 Stunden um seine Aze, und die Erhebung des Aequators beträgt 747 Meilen. Seine Dichtigkeit kommt sehr nahe der des Wassers gleich.

Da die Aze des Jupiter nur wenig gegen seine Bahn geneigt ist, so fällt die Verschiedenheit der Jahreszeiten weg: eine Zone hat ewigen Sommer, und alle Tage die Sonne im Scheitel, eine Zone hat ewigen Frühling, und gegen den Nord- und Südpol herrscht ewiger Winter.

Am Aequator des Jupiter und parallel damit ziehen sich mehrere Streifen herum, wovon bisweilen fünf, immer aber wenigstens zwei zu unterscheiden sind. An den Streifen läßt sich eine Menge Detail wahrnehmen, hellere und dunklere Stellen mit sehr unregelmäßiger Begrenzung und häufiger Aenderung unterworfen. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß die Aenderungen von atmosphärischem Wechsel herrühren: wahrscheinlich sehen wir durch Wolkenmassen die Ungleichheiten der Jupitersoberfläche, ohne die Wolkenmassen und die Oberfläche von einander unterscheiden zu können.

Daß Jupiter eine Atmosphäre habe, geht aus dem matten und undeutlichen Aussehen der Streifen gegen den Rand hin unzweideutig hervor.

Die oben erwähnte Erhebung von 747 Meilen am Aequator des Jupiter ist zwar an und für sich sehr beträchtlich, aber dennoch geringer, als sie sein müßte, wenn Jupiter eine flüssige Masse von überall gleicher Dichtigkeit wäre: wir schließen daraus (wie bei der Erde S. 60), daß gegen die Mitte hin die Dichtigkeit größer ist, als an der Oberfläche. Da nun im Mittel die Dichtigkeit der Jupitersmasse dem Wasser sehr nahe gleichkommt, so folgt, daß die Stoffe, woraus die Oberfläche besteht, jedenfalls specifisch viel leichter als Wasser sind. Es ist also nicht möglich, anzunehmen, daß Jupiter wie die Erde große Wassermassen an seiner Oberfläche trage, woraus ferner zu schließen ist, daß die atmosphärischen Bedeckungen nicht durch Wasserdunst veranlaßt sein können.

Obwohl das specifische Gewicht des Jupiter so gering ist, so übt doch der Planet wegen seiner gewaltigen Größe eine sehr bedeutende Anziehung aus, und die Schwere beträgt am Aequator  $2\frac{1}{4}$ , an den Polen  $2\frac{3}{4}$  mehr als an der Erdoberfläche.

Jupiter ist von vier Monden begleitet, die an Größe nicht gar viel verschieden sind, alle aber etwas größer als unser Mond. Hinsichtlich der Dichtigkeit kommen sie dem Jupiter sehr nahe und mögen deshalb mit ihrem Hauptplaneten weit mehr Aehnlichkeit haben, als unser Mond mit der Erde allen Anzeichen zufolge zu haben scheint.

## 9. Saturn.

71. Verhältnisse und Beschaffenheit des Saturn. Saturn hat bezüglich auf Gestalt manche Aehnlichkeit mit Jupiter; sein Durchmesser von Pol zu Pol mißt 14696 Meilen: die Erhebung am Aequator beträgt 805 Meilen. Er dreht sich auch in etwas mehr als zehn Stunden um seine Aze. Die Streifen, die parallel mit dem Aequator sich um die Kugel herumziehen, sind ähnlich denen des Jupiter, und zeigen vielerlei Aenderung im Ver-

laufe der Zeit. Ihre genauere Beobachtung ist indessen, weil sie sehr schwach sind, nur für die größten Fernröhre und für reine Luft geeignet.

Die Dichtigkeit des Saturn ist geringer, als die des Wassers, und kommt ganz nahe der Dichtigkeit des Buchenholzes gleich. Da der Rotationsgeschwindigkeit des Saturn eine weit größere Erhebung des Aequators zugehört, also aus denselben Gründen, die oben für die Erde und Jupiter angeführt worden sind) §. 60. 69.), die Dichtigkeit gegen die Mitte hin zunehmen muß, so haben wir jedenfalls voranzusetzen, daß die Oberfläche von außerordentlich leichten Substanzen zusammengesetzt sein wird. Sollte vielleicht die Oberfläche, die wir sehen, nur eine Wolken- oder Dunsthülle sein, die einen kleinern und dichtern Kern bedeckt? oder finden sich vielleicht unmittelbar unter der äußern Kruste des Planeten und bis gegen den Kern hin gewaltige Hohle Räume vor? Will man einen gemeinsamen Ursprung der Planeten, eine gleiche Beschaffenheit ihrer Bestandtheile voraussetzen, so sind wir wohl genöthigt, eine solche Hypothese — die an und für sich durchaus nicht unwahrscheinlich ist — anzunehmen.

Was den Saturn von allen übrigen Körpern am meisten unterscheidet, ist der flache Ring, der ihn umgibt, und der aus zwei von einander getrennten Theilen, einem nähern und einem entferntern Ring besteht. \*) Der äußere Durchmesser des äußern Ringtheiles ist 37587 Meilen, die Breite 1927 Meilen; dann kommt eine Kluft von 387 Meilen, und endlich der innere Ringtheil, dessen Breite 3733 Meilen beträgt. Die Dicke wird von Bessel auf ungefähr 30 Meilen geschätzt. Die Masse der beiden Ringtheile beträgt  $\frac{1}{148}$  der Saturnmasse. Ein merkwürdiger Umstand ist, daß der Planet nicht in der Mitte des Ringes schwebt, sondern nahe 200 Meilen der vorangehenden Seite sich nähert. Die Ringtheile sind nicht ganz plan, und liegen auch nicht in einer und derselben Ebene: deshalb bietet das Verschwinden und Wiedererscheinen des Ringes nicht die Regelmäßigkeit dar, die sonst statt finden müßte.

Die Ebene des Ringes fällt mit dem Aequator des Saturn fast vollkommen zusammen, und wenn die Aze des Planeten, wie wir es nahezu bei Jupiter sehen, auf seine Bahn senkrecht wäre, so würde der Ring immer einen schmalen Schatten auf den Aequator des Planeten werfen. Dieß ist indeß nicht der Fall; die Aze ist  $26^{\circ} 49'$  gegen die Bahn geneigt, und so scheint die Sonne in der einen Hälfte der Bahn, d. h.  $14\frac{3}{4}$  Jahre auf die südliche, in der andern wiederum  $14\frac{3}{4}$  Jahre auf die nördliche Fläche des Ringes. Der Ring wirft einen mehr oder weniger breiten Schatten auf die Nord- oder Südhalbkugel des Saturn, und bringt eine gänzliche Finsterniß hervor, die von der Erde aus sehr gut gesehen werden kann. Begreiflicher Weise ist der Schatten in der Mitte beider Finsternißperioden am breitesten, und wird gegen das Ende einer jeden Periode immer schmaler. Beim Uebergange von einer Seite des Ringes auf die andere weilt die Sonne einige Zeit auf der Kante, die, wie oben bemerkt wurde, etwa 30 Meilen in der Dicke hat, also für uns bei der großen Entfernung des Saturn gänzlich verschwindet. Unter diesen Verhältnissen sehen wir weder den Ring noch seinen Schatten.

Es ist in Zweifel gezogen worden, ob ein aus discreten Theilen, wie die

\*) Von einigen Astronomen ist eine mehrfache Theilung des Saturnsringes mit aller Bestimmtheit wahrgenommen worden, während in der Regel die geübtesten Beobachter mit den stärksten Fernröhren keine Spur von mehrfacher Theilung entdecken konnten. Dieser Umstand scheint die Vermuthung zu begünstigen, daß die Gestalt des Ringes veränderlich sei. In neuester Zeit haben Bond (in America) und Dawes (in England) einen matt erleuchteten Ring gesehen, der zwischen dem Saturn und dem eigentlichen Ringe sich befindet.

Erde, zusammengesetzter Körper von so gewaltiger Ausdehnung und so geringer Dicke wohl Bestand haben könne, und man war nicht selten geneigt, den Ring für Wolken- oder Dunstmassen zu erklären. Dieß ist aber entschieden nicht der Fall, was mit aller Gewißheit aus dem Umstande sich schließen läßt, daß der Ring auf die Satelliten eine sehr merkliche Anziehung ausübt, also nicht unbeträchtliche Schwere besitzt.

Ueber die Rotation des Ringes ist man jetzt noch in Zweifel. Schröter glaubte aus seinen Beobachtungen folgern zu dürfen, daß gar keine Drehung statt finde, was mit den Gesetzen des Weltsystems unvereinbar wäre. Laplace gelangte auf theoretischem Wege zu dem Schlusse, der Ring müsse sich mit derselben Geschwindigkeit drehen, mit welcher ein Satellit (in gleicher Entfernung) um den Saturn sich bewegen würde; Herschel dagegen leitete aus direkter Beobachtung eine Rotationszeit ab, die mit der Rotationszeit des Saturn selbst sehr nahe zusammenfällt, also um mehr als das Doppelte die von Laplace vermuthete Periode übertrifft. Eine Entscheidung müssen erst künftige Beobachtungen liefern.

Die Verhältnisse der Schwere auf dem Saturn haben manches Eigenthümliche, was mit der Ordnung der Dinge, die wir auf der Erde gewohnt sind, einen merkwürdigen Contrast bildet. Die gewaltige Erhebung von 805 Meilen auf dem Aequator bewirkt, daß die Schwerkraft an den verschiedenen Theilen des Saturns sehr verschieden ist: was auf dem Aequator 1 Pfund wiegt, hat  $1\frac{3}{4}$  Pfund am Pole; und während ein Stein im Falle nur 12 Fuß in der ersten Secunde am Aequator zurücklegt, fällt er an den Polen über 20 Fuß. Am sonderbarsten aber ist es, daß die Bewohner der Ringe (insbesondere des inneren Ringes), wenn es solche giebt, nicht gerade — d. h. senkrecht auf dem Boden — gehen, sondern schief gegen den Saturn geneigt.

Den Saturn umkreisen 8 Monde oder Satelliten, wovon nur der drittletzte (vom Saturn an der sechste, gewöhnlich der J u g e n i s c h e Satellit genannt) eine beträchtliche Größe hat. Der innerste geht sehr nahe am Ringe herum, in etwas mehr als 22 Stunden. Hat er Bewohner, so bietet ihnen der Saturn und seine Ringe den großartigsten Anblick dar: in der Nacht nehmen diese über die Hälfte des Himmels ein und müssen jedenfalls eine sehr starke Beleuchtung hervorbringen. Rücksichtlich des siebenten Satelliten (wenn man vom innersten zu zählen anfängt), müssen wir die bemerkenswerthe Thatsache anführen, daß er in einem gewissen Theile seiner Bahn uns gänzlich verschwindet. Zur Erklärung dieser Thatsache nimmt man an, daß so, wie bei unserm Monde, die grauen Ebenen weit weniger Licht geben, als die Berggegenden, auch die Oberfläche des Satelliten von sehr ungleicher Beschaffenheit sei, und zwar die eine Seite viel, die andere fast gar kein Licht reflectire. Kehrt nun der Satellit uns diese letztere Seite zu, so muß er gänzlich unsichtbar werden: und da dieß immer in einem und demselben Theile der Bahn geschieht, so folgt, daß der Satellit, gleich unserem Monde, während er um den Saturn herumkommt, nur einmal um seine Axe sich dreht. Ähnliche Andeutungen hat man auch bei den Jupitersatelliten wahrgenommen, und glaubt deßhalb, daß bei allen Nebenplaneten die Gleichheit der Rotations- und Umlaufzeit statt finde.

## 10. Uranus und Neptun.

72. Verhältnisse und Beschaffenheit des Uranus und Neptun. Ueber die Verhältnisse des Uranus läßt sich fast gar nichts sagen, da

er so weit entfernt ist, daß die besten bisher angewendeten Fernröhre ihn nur als kleine, düster beleuchtete Scheibe darstellen, ohne daß es möglich wäre, irgend eine Ungleichheit auf der Oberfläche wahrzunehmen. Deshalb kann man weder sagen, welche Richtung seine Pole haben, noch wie lange er braucht, sich um seine Axe zu drehen.

Herschel hat sechs Satelliten entdeckt, die um den Uranus herumgehen: ihre Umlaufsperioden erstrecken sich von 5 bis zu 107 Tagen. Sie zeigen eine Eigenthümlichkeit, die sonst nirgends im Planetensysteme vorkommt, daß nämlich ihre Bahnen fast senkrecht gegen die Bahn des Uranus stehen. (Fig. 32 stellt die Bahnen der vier innersten Satelliten vor.) Die Satelliten aller Planeten, von denen wir genauere Kenntniß haben, gehen nahe parallel mit dem Aequator des Hauptkörpers herum. Darf man die Analogie auf Uranus ausdehnen; so müßten seine Pole in der Ebene der Bahn liegen; wir hätten demnach das eigenthümliche Verhältniß, daß die Sonne von einem Pole zum andern herumwandert, und im Laufe eines Uranusjahres jeder Punkt der Oberfläche wenigstens einmal die Sonne im Scheitel hat. Der größte Unterschied von Hitze und Kälte muß an den Polen sein, welche ein halbes Uranusjahr (42 Erdenjahre) Tag, aber auch wieder eben so lange Nacht haben. Am Aequator wird eine beständige Abwechslung von Tag und Nacht, mithin jedenfalls ein gemäßigteres Klima anzutreffen sein. So eigenthümlich auch die eben erwähnten Verhältnisse vorkommen mögen, so läßt sich doch am Ende nicht läugnen, daß es, wenn alle Theile der Oberfläche zu berücksichtigen sind, keine gerechtere Vertheilung von Wärme und Kälte, von Licht und Finsterniß geben kann, als auf dem Uranus. Alle übrigen Planeten zeigen den Contrast von begünstigten und völlig verwahrlosten Zonen.

Die Untersuchung des Neptun ist zu schwierig und zu neu, als daß man sichere Resultate jetzt noch zu erwarten hätte. Wie einst Herschel am Uranus zwei Ringe wahrgenommen zu haben glaubte (was durch spätere Beobachtung nicht bestätigt worden ist), so hat Lassel eine schwache Spur von einem Ringe am Neptun gesehen, dergleichen auch Bond; jedoch bleibt die Sache noch sehr zweifelhaft. Einen Satelliten hat Lassel entdeckt, dessen Dasein durch Bond, Mitchell und D. Struve bestätigt worden ist: Letzterer hat aus einer längeren Beobachtungsreihe die Elemente des Satelliten berechnet und die Umlaufszeit etwas kleiner, als 6 Tage gefunden. Die Wahrnehmung eines zweiten Satelliten durch Mitchell ist jetzt noch als zweifelhaft zu betrachten.

## 11. Beschaffenheit der Kometen.

**73.** Verschiedenheit der Kometen- und Planetenbeschaffenheit. Nachdem wir im Vorhergehenden die Beschaffenheit und die eigenthümlichen Verhältnisse der einzelnen Planeten betrachtet haben, wollen wir jetzt unsere Untersuchung auch auf die Kometen ausdehnen. Bei Beantwortung der Fragen, die sich auf die Natur der Planeten beziehen, haben wir den Vortheil, daß wir selbst einen Planeten bewohnen, und von den Stoffen, woraus die übrigen (wahrscheinlich) bestehen, und den Kräften, die darauf wirken, wenigstens eine allgemeine Vorstellung haben. Wäre es mir erlaubt, dem Beispiele des Königs Alphons des Weisen von Castilien nachzuahmen, und mich als Baumeister des Planetensystems zu denken, so würde ich zwar nicht wie jener übrigens um die Himmelskunde hochverdiente Fürst sagen, daß ich etwas Besseres als das Bestehende herstellen könnte, aber etwas dem Bestehenden voll-

kommen Ähnliches herzustellen, sehe ich keineswegs als eine Sache an, die über die Sphäre menschlicher Ideen hinausfällt: so viel kann man wenigstens unbedenklich behaupten, daß die Construction der Planeten, so weit wir sie wahrnehmen, durchaus nichts darbietet, was nicht aus den Kräften und Stoffen, die uns Erdbewohnern wohl bekannt sind, sich darstellen ließe. Man gebe mir Materialien, wie sie auf unserer Erde vorkommen, feste und flüssige, tropfbare und luftförmige, und ich will daraus, ohne irgend eine andere Kraft, als die allgemeine Gravitation zu Hülfe zu nehmen, einen Mercur, einen Jupiter, selbst einen Saturn mit seinen Ringen zusammensetzen, so daß sie genau das Aussehen haben, wie wir am Mercur, am Jupiter und Saturn wahrnehmen, und genau den Einfluß im Weltsystem ausüben, welcher den eben genannten Planeten, der bisherigen Beobachtung zufolge, zuzuschreiben ist. Wäre es dagegen zur Aufgabe gemacht, unter ähnlichen Bedingungen einen Kometen, etwa jenen von 1811 zu construiren, so müßte unbedingt zugestanden werden, daß die Stoffe und Kräfte, die wir als im Planetensystem wirkend bisher erkannt haben, dazu nicht ausreichen. Damit ist nun, wie ich glaube, bezeichnend genug ausgedrückt, daß wir hier auf einem ganz eigenthümlichen Felde uns befinden, wo selbst den möglicher Weise aufzustellenden Hypothesen die Stütze der Analogie und jener Grad von Zusammenhang fehlt, den man bei Darstellung der Planetenverhältnisse erreichen kann.

Es ist schwer, auch nur einen passenden Vergleich für einen Kometen unter den gewöhnlichen terrestrischen Erscheinungen aufzufinden. Am meisten Analogie damit möchte der aus einem abwärts gerichteten Rohre hervorströmende Dampf (Fig. 33) haben, der unten eine Wölbung bildet, dann hoch in die Luft hinaufsteigt. Ich stelle mir vor, daß bei den Kometen ein ganz ähnlicher Vorgang statt findet: auf der Seite des Kernes, welche der Sonne zugewendet ist, erhebt sich beständig (wahrscheinlich durch die Sonnenwärme) eine Dunstmasse, die von dem Kerne gegen die Sonne getrieben wird, von dieser aber abgestoßen seitwärts abfließt und in den Weltraum hinausfliegt. Mit Hinsicht auf diese Vorstellung will ich in dem Folgenden versuchen, die vorzüglichsten Eigenthümlichkeiten der Kometen und die merkwürdigsten Thatsachen, die bisher beobachtet worden sind, zusammenzustellen.

Als Kometentypus betrachte ich Fig. 34: *c* ist der Kern, *abd* der Kopf, den bisweilen ein unförmlicher Nebel *e*, (das Haar des Kometen genannt), umgibt; der Theil *adg* bildet den Schweif.

74. Der Kern und die umgebende Nebelhülle. Der Kern hat niemals eine genau begränzte Gestalt, gewöhnlich erscheint er etwas länglich, bisweilen sogar mit einer Länge, die der sechs- oder achtfachen Dicke gleichkommt. Ob der Kern eine consistente Masse ist, oder vielmehr ob er eine consistente Masse in sich schließt, kann nach den bisherigen Beobachtungen nicht mit Bestimmtheit ausgesprochen werden. Eine Entscheidung hat man durch Sternbedeckungen zu gewinnen gesucht, und allerdings dabei erkannt, daß Sterne in der unmittelbaren Nähe des Mittelpunkts noch mit fast ungeschwächtem Lichte hindurch scheinen: eine vollkommen centrale Bedeckung ist bisher nicht beobachtet worden. Wenn übrigens eine feste Masse im Kerne liegt, so ist sie jedenfalls sehr klein, ein Resultat, welches schon daraus folgt, daß die Kometen nicht die geringste Störung im Planetensysteme hervorbringen, selbst wenn sie einzelnen Planeten sehr nahe kommen, zugleich aber auch durch direkte Beobachtung bestätigt wird. *Herschel's* Angaben zufolge hatte der Kern des Kometen von 1811 nur 100 Meilen im Durchmesser, und jener des Kometen von 1807 war kaum merklich größer. Bei dem Kern des *Halley'schen* Kometen gibt *Bessel*

an, daß sein Durchmesser jedenfalls nicht 30 Meilen betrug. Gleiche Größe hatte nach Schröter der Kern des Biela'schen Kometen bei seinem Erscheinen im Jahr 1805. Genaue Bestimmungen sind hier jedoch nicht zu erlangen, weil man wegen der umgebenden Dunsthülle oder Atmosphäre niemals bestimmte Grenzlinien erkennen kann.

**75. Der Kopf.** Den Kopf bildet eine parabolisch geformte Nebelmasse die bei verschiedenen Kometen sehr verschiedene Ausdehnung hat, auch an Größe von einem Tage zum andern veränderlich zu sein scheint. Die größte Ausdehnung erlangte der Kopf des Kometen von 1811, dessen Durchmesser Schröter zu 205,000 Meilen angibt. Bemerkenswerth ist, daß der Kern nicht genau in der Mitte des Kopfes gewöhnlich liegt, sondern gegen diejenige Seite hin, nach welcher die Bewegung des Kometen geht: es scheint, als wenn der Nebel gegen den Kern zurückbliebe.

Der Raum zwischen dem Kern und der äußern parabolischen Begrenzung des Kopfes ist bisweilen ziemlich gleichmäßig mit Dunst ausgefüllt, bisweilen bemerkt man einen oder mehrere Dunstströme, die vom Kerne hinausgehen, wie Fig. 34 zeigt. Da, wo man keinen Dunststrom bemerkt, nehme ich nichts desto weniger an, daß der Dunst, und zwar gleichmäßig, oder was eben so viel heißt, in einer unendlichen Menge kleiner Ströme vom Kern in der Richtung der Sonne aufsteigt. Noch ein Umstand ist dabei bemerkenswerth, nämlich daß der Dunst vom Anfange geradezu gegen die Sonne ausströmt, nach und nach aber (wahrscheinlich, wenn sich die auf der Vorderseite befindliche Materie verflüchtigt hat), die Strömung zurückweicht, und zuletzt auf die der Sonne entgegengesetzte Seite kommt. Ob die Hülle, welche den Kern unmittelbar umgibt, aus demselben Dunste bestehe, ist nicht wohl zu entscheiden, jedenfalls muß man aber annehmen, daß die Theilchen, welche bis zur Wölbung des Kopfes hinaufsteigen, anderen Kräften gehorchen als diejenigen, die am Kerne zurückbleiben.

Was das Haar betrifft, oder die unförmliche Nebelmasse, welche den Kopf bisweilen umgibt, so besitzen wir über deren Beschaffenheit und Verhalten keine weiteren Bestimmungen, als daß sie gewöhnlich Form und Ausdehnung von Tag zu Tag ändert. Nur an wenigen Kometen hat man eine solche Nebelmasse bisher bemerkt: vielleicht dürfte sie blos als eine Abnormität zu betrachten sein.

**76. Der Schweif.** Die Schweife der Kometen bestehen aus durchsichtigem Dunste, in seinem Verhalten dem Wasserdunste in so ferne ähnlich, als weder eine Ablenkung noch eine beträchtliche Schwächung des Lichtes der Sterne wahrgenommen wird, wenn sie hindurch scheinen. Um frühere Wahrnehmungen ganz zu übergehen, können wir uns hier auf die Beobachtungen des Halleys'schen Kometen von Bessel am 29. September 1835 berufen, wo der Stern bis auf 6 oder 7 Sekunden zum Kerne hinkam, ohne daß eine Ablenkung des Lichtes statt gefunden hätte. Uebrigens ist Bessel entschieden der Ansicht, daß die Sterne an Helligkeit verlieren, wenn sie durch einen Kometenschweif gesehen werden.

Das eben Gesagte beweist, daß die Kometenschweife nicht, wie Einige gemeint haben, aus einer gasartigen Materie bestehen, denn jedes Gas lenkt die durchgehenden Lichtstrahlen mehr oder weniger von der geraden Richtung ab.

Die Form des Schweifes ist die eines hohlen Kegels, oder eines Kegelmantels, woraus sich leicht erklärt, warum wir die Seiten weit deutlicher als die Mitte sehen, und in der Mitte oft gar kein Licht wahrnehmen.

Der Dunst, der den Schweif bildet, entwickelt sich, der oben angenommenen Vorstellung zufolge, aus dem Kometenkern, und eilt von der Sonne weg in

den Weltraum hinaus. Um bis zum Ende des Schweifes hinauszukommen, muß er, wie Brandes mit großer Wahrscheinlichkeit dargethan hat, in manchen Fällen über 14 Tage brauchen. Nun aber behalten die Theilchen natürlich die Geschwindigkeit bei, die der Komet hatte in dem Augenblicke, als sie ihn verließen, und so kann es denn kommen, daß das Ende des Schweifes sich mit derjenigen Geschwindigkeit fortbewegt, die der Komet selbst 14 Tage vorher hatte. War also die Bewegung des Kometen vorher langsamer — (wie es der Fall ist, wenn er sich in a, b (Fig. 35) der Sonne nähert, — so bleibt das Ende des Schweifes zurück; bewegte sich der Komet vorher schneller, und ist es im Nachlassen begriffen, wie es nach dem Durchgange durch die Sonnennähe bei c, d geschieht, so eilt das Ende des Schweifes voraus. \*) Um einigermaßen einen Begriff von der Ausdehnung zu geben, welche die Kometenschweife erlangen können, bemerke ich, daß beim Kometen von 1811 am 10. September die Länge 12 Millionen Meilen und der Durchmesser am Ende weit über eine Million Meilen betrug.

Es ist, wie bereits oben angedeutet wurde, allgemeine Regel, daß die Kometenschweife in der Bahnebene liegen, und von der Sonne gerade abgewendet sind. Die einzige mir bekannte Ausnahme macht der Komet von 1824, der zwei Schweife zeigte, den einen auf der Sonnenseite, den andern von der Sonne abgewendet, jedoch so, daß sie nicht in gerader Linie waren, sondern einen stumpfen Winkel mit einander machten.\*\*) Ich glaube, daß es keineswegs unmöglich ist, auch diese Erscheinung mit den vorhergehenden Grundsätzen zu vereinbaren; jedenfalls gewährt aber ein isolirter Fall zu einem Erklärungsverfuche keine hinreichende Grundlage.

77. Das Licht der Kometen. Es ist noch eine Streitfrage unter den Astronomen, ob die Kometenkerne sowohl, als der Dunst, der sie begleitet, eigenes Licht haben, oder bloß von der Sonne erleuchtet werden. Im ersten Augenblicke könnte man glauben, daß es wenig Schwierigkeit hätte, die Quelle des Kometenlichtes zu entdecken: denn fürs Erste wird bei einem Körper, der nicht eigenes Licht hat, die von der Sonne abgewendete Seite im Schatten sein; fürs Zweite muß bei einem solchen Körper die Lichtstärke um so größer werden, je näher er der Sonne und der Erde kommt, während bei einem selbstleuchtenden Körper die Entfernung von der Erde allein die Lichtstärke bedingt. Nun aber treten hier die hinderlichen Umstände ein, daß der Kometen-

\*) Die hierauf bezüglichen Verhältnisse sind vorzüglich von Brandes entwickelt worden, unter der Voraussetzung, daß die Sonne den Kometendunst nach denselben Gesetzen abstoße, wie sie die materiellen Theile anziehe. Annehmbarer finde ich indessen Sir J. Herschel's Ansicht, wornach der Dunst, welcher den Kometen begleitet, sowohl, als die Sonne electricisch wären, und zwar die Sonne nur eine Electricität, der Dunst aber beide Electricitäten besitze. Ist dieß der Fall, so muß sich der Kometenschweif immer nach der Sonnenrichtung zu stellen suchen, was mit der Beobachtung übereinstimmt. Auch die Krümmung des Schweifes und die Excentricität des Kerns folgen aus dieser Hypothese, und zwar werden beide Erfolge um so größer sein, je schneller sich der Schweif drehen muß. Es ist dadurch ein Kriterium gegeben, die Richtigkeit dieser Hypothese durch künftige Beobachtung zu prüfen.

\*\*) Harding gibt den Winkel, wie er ihn am kleinsten sah, zu 138° an: ich vermuthe aber, daß der gegen die Sonne gerichtete Schweif, (den ich nicht für einen eigentlichen Schweif, sondern für eine Ausströmung halte), oscillirt habe, wie es bei dem Halley'schen Kometen der Fall war, weßhalb der Winkel in der Wirklichkeit zu verschiedenen Zeiten verschieden gewesen sein wird. Bei der Erklärung wird man den wesentlichen Umstand nicht übersehen, daß, während der eigentliche Schweif immer in gleicher Deutlichkeit sich zeigte, der gegen die Sonne gerichtete Lichtschein bald stärker, bald schwächer, bald gar nicht wahrnehmbar gewesen ist.

nebel das Licht durchläßt, also gar kein Schatten sich bildet, ferner, daß in den Kometen selbst augenscheinlich große Veränderungen vor sich gehen, und nie erkannt werden kann, in wie weit diesen und in wie weit der Distanz die vorkommende Zu- oder Abnahme des Lichtes zuzuschreiben ist. Somit können wir weder auf dem einen, noch auf dem andern Wege zu einer Entscheidung gelangen.

Auf eigenthümliche Weise hat Arago mittelst der Polarisation des Lichtes das Problem zu lösen gesucht. Es ist nämlich ein Lehrsatz der Optik, daß directes Licht keine polarisirten Strahlen enthalte, im reflectirten Lichte dagegen solche vorhanden sind. Arago glaubt nun aus seinen am Kometen von 1819 gemachten Wahrnehmungen, so sehr die Schwäche des Lichtes für entscheidende Versuche ungünstig war, den Schluß folgern zu dürfen, daß die Kometen uns reflectirtes Licht zusenden. Es ist damit gleichwohl noch nicht ausgesprochen, ob alles Kometenlicht von der Sonne erborgt ist, und ob nicht ein Theil wenigstens auf den Kometen selbst sich entwickelt. In der That wird kein Beobachter, der die Phänomene aufmerksam betrachtet, der Vorstellung sich erwehren können, daß am Kometenkern ein Entzündungsproceß, oder eine Verflüchtigung durch Hitze (wobei eine Lichtentwicklung stattfinden muß), vor sich geht.

78. Verschiedenheit der scheinbaren Gestalt. Wenden wir uns von der gegebenen Vorstellung der Kometenformen zu der Erscheinung, so muß nicht vergessen werden fürs Erste, daß wir nur diejenigen Theile der Kometenform wahrnehmen, die hinreichendes Licht gewähren; fürs Zweite, daß wir die Kometen, je nach der Stellung der Erde, von verschiedenen Seiten sehen. Der schwächste Theil ist immer der Schweif; deßhalb sehen wir in der Regel, (wenn der Komet von der Seite sich zeigt), bloß die Seitentheile a und b (Fig. 36 [1]), wo der Nebel uns verdichtet erscheinen muß; nur in den seltensten Fällen ist es möglich, in der Mitte einiges Licht wahrzunehmen. Sehr häufig verschwindet der Schweif bis auf den Theil, der dem Kerne zunächst liegt (Fig. 36 [5]); bisweilen ist nur der Kern und etwa die Ausströmung des Lichtdunktes in einem oder zwei, wohl auch in mehreren Streifen zu sehen (Fig. 36 [6]), bisweilen kann man bloß den Kern und seine nächste Umgebung (Fig. 36 [7]) wahrnehmen. Es ist überall dieselbe Figur in der Wirklichkeit, und doch, wenn man die scheinbaren Gestalten betrachtet, eine große Verschiedenheit.

Die scheinbare Kometenform ist auch deßhalb verschieden, weil uns der Komet verschiedene Seiten zeigen kann. Der Komet (Fig. 36 [1]) von der Richtung A angesehen, nimmt die Form Fig. 36 [2]), und von der Richtung B angesehen, die Form (Fig. 36 [3]). an. Der Umstand, daß wir nur in bestimmten Stellungen gegen die Sonne einen Kometen in starkem Lichte sehen können, bewirkt, daß wir in der Regel nur die Seitenansicht (Fig. 36 [1]) erhalten.

Im Alterthume glaubte man, daß es Kometen von verschiedener Natur und Gestalt gebe, und Seneca zählt nicht weniger als 12 Klassen derselben auf. Daß keine wesentlichen Unterschiede bestehen, ist gegenwärtig wohl von allen Astronomen anerkannt: ob dieselben Stoffe, dieselben Kräfte, dieselben Bedingungen ihres Wirkens in allen Fällen stattfinden, möchte zwar nicht als entschieden, aber doch als wahrscheinlich anzunehmen sein. Ich meines Theiles schließe mich dieser Ansicht unbedenklich an und halte dafür, daß nur in der Größe bei den Kometen ein wesentlicher Unterschied bestehe.

Aus dem Obigen läßt sich schließen, daß man bei verschiedenem Zustande der Luft die Kometen in verschiedener Gestalt sehen müsse. Die Erfahrung hat dieß besonders hinsichtlich der Ausdehnung des Schweifes bestätigt, wie folgende Beobachtungen des großen Kometen von 1769 zeigen:

## Länge des Schweifes beobachtet in

	London (Maskelyne)	Paris (Messier)	Insel Bourbon (La Rux)
28. Aug.	7°	15°	20°
9. Sept.	43	55	60

In gleicher Weise müssen verschiedene Personen, je nach der Schärfe des Gesichtes, die Ausdehnung verschieden sehen; so hat bei dem eben erwähnten Kometen am 9. Sept. Pingré in Paris die Schweiflänge zu 75° bestimmt, während Messier in derselben Stadt nur 55° fand. Aus demselben Grunde erklärt sich die in manchen Fällen beobachtete plötzliche Verlängerung und Verkürzung der Kometenschweife, sowie das sogenannte Strahlenschießen, wobei einzelne Theile oder Striche des Schweifes plötzlich verschwinden und wieder zum Vorschein kommen.\*)

**79.** Größe der Kometen. Die Kometen sind nicht etwa Körper von bestimmter und durchgängig gleicher Größe, sondern es gibt große und kleine Kometen, wie es Planeten von sehr verschiedener Größe gibt. Bei gleicher Annäherung an die Erde und die Sonne, also bei gleich vortheilhafter Stellung zeigt der eine Komet einen nur in Fernröhren wahrnehmbaren Nebel, während ein anderer eine gewaltige Lichtmasse entwickelt und dem freien Auge den schönsten Anblick darbietet.

Die Größe der Planeten bestimmen wir nach Gewicht (Masse) und Durchmesser (oder auch Volumen). Ähnliche Maßbestimmungen lassen sich bei den Kometen nicht anwenden, denn ihre Masse ist zu klein, um nach den gegenwärtigen Methoden ermittelt zu werden, und das Volumen ändert sich nicht bloß von Tag zu Tag, sondern von Stunde zu Stunde nach Gesetzen, die wir jetzt noch nicht kennen. In so ferne wir die Kometen classificiren wollen, bleibt uns nichts übrig, als ihre scheinbare Helligkeit, die theils von der Größe, theils von der Entfernung abhängt, zu berücksichtigen. Hiernach unterscheiden wir Kometen, die mit freiem Auge sichtbar sind, und telescopische Kometen, die nur mit dem Fernrohre wahrgenommen werden können.

Die Kometen können unter besonders günstigen Umständen einen so großen Glanz erlangen, daß sie alle übrigen Himmelskörper, die Sonne ausgenommen, übertreffen: in solchen Fällen sind sie sogar am hellen Tage mit freiem Auge sichtbar.\*\*)

Beispiele solcher Lichtstärke haben folgende Kometen dargeboten:

großer Komet von	363	nach	Chr.
"	"	"	1106
"	"	"	1402

\*) Fast beständig und sogar in den heitersten Nächten ziehen ganz dünne kleine Wolken oder Dunstmassen durch die Luft, deren Dasein man gar nicht wahrnimmt, bis man seine Gegenstände zu beobachten anfängt, die dann abwechselnd verschwinden und wieder zum Vorschein kommen. Bei ganz schwachen Sternen, Kometen, Nebelflecken hat man fast immer Gelegenheit, dieß zu beobachten.

\*\*) Es gibt nur einen Körper in unserm Planetensysteme, der zu allen Tageszeiten sichtbar wäre, nämlich der Mond, wenn er der Sonne nicht zu nahe ist (etwa 50° bis 60° Entfernung): auch Venus, wenn sie eine günstige Stellung hat, kann noch drei bis vier Stunden vor Sonnenuntergang oder nach Sonnenaufgang wahrgenommen werden, besonders in südlicheren Ländern, wo man eine durchsichtigerere Atmosphäre hat. Nach dem Berichte Herschel's ist dieß namentlich am Cap d. g. H. der Fall. Wenn demnach ein Komet an Lichtstärke die Venus übertrifft, oder wohl gar der Helligkeit der Mondoberfläche nahe kommt, so kann er am hellen Tage gesehen werden.

großer Komet von	1532
" "	1577
" "	1744
" "	1843

Besonders merkwürdig ist der Komet von 1843, der am 28. Febr. (jedoch nur an diesem, nicht an den folgenden Tagen) so großen Glanz entwickelte, daß er neben der Sonne gesehen werden konnte: in solcher Stellung ist er sowohl in Europa, als auch in Amerika entdeckt worden. Kennt man den Ort eines Kometen so genau, daß man ein Fernrohr darauf richten kann, so ist es ebenfalls möglich, ihn bei Tage zu beobachten, aber nur wenn er sehr große Lichtstärke hat. So wurde der Hind'sche Komet am 30. März 1847 von drei Beobachtern in London, in Truro und auf der Insel Anglesey zu Mittag nur 2° von der Sonne entfernt, wahrgenommen: er erschien im Fernrohre sehr blaß mit rundem Kerne und der Schweif einer dünnen Rauchsäule ähnlich. Hind, der voraus auf diese Erscheinung aufmerksam gemacht und den Ort des Kometen berechnet hatte, gab die Lichtstärke 100mal größer, als die eines Sterns erster Größe an.

So zahlreich die Kometenerscheinungen überhaupt sind, so gehören doch die großen Kometen zu den Seltenheiten. Man kann nur einen mit freiem Auge sichtbaren Kometen auf je fünf Jahre rechnen, und alle 150 Jahre kommt einmal der Fall vor, daß man einen Kometen bei Tag sieht.

80. Der Halley'sche Komet im Jahre 1835—36. Die letzte Erscheinung des Halley'schen Kometen bildet eine Epoche in der Kometenforschung und hat uns der Erkenntniß dieser eigenthümlichen Körper näher gebracht, als die sämtlichen Kometenerscheinungen, die vorausgegangen sind, nicht als wenn darauf eine Theorie schon jetzt begründet werden könnte, sondern weil bestimmte Thatsachen sich dabei herausgestellt haben und bestimmte Fragen angeregt worden sind, so daß jetzt bloß eine aufmerksame Beobachtung künftig erscheinender Kometen erforderlich ist, um darüber in's Klare zu kommen. — Es wäre rein unmöglich, alle Gegenstände, welche der Himmel uns darbietet, zu berücksichtigen, weil ihrer unendlich viele sind; deßhalb wählen die Beobachter einzelne Phänomene, und wenden in der Regel ihre Aufmerksamkeit nur denjenigen Phänomenen zu, welche eine Bedeutung haben. So kann es denn geschehen, daß auch die gewöhnlichsten Erscheinungen unbeachtet bleiben, bis ein glücklicher Zufall, oder der durchdringende Geist eines gewandten Forschers ihre Bedeutung hervorhebt; sind sie einmal auf solche Weise in den Kreis astronomischer Untersuchungsgegenstände eingeführt worden, so hängt ihre Ergründung nur mehr von dem Verlaufe der Zeit ab. So wußte man schon ein paar Jahrhunderte vor W. Herschel's Zeit, daß es viele Sternenpaare am Himmel gibt, die einander sehr nahe stehen, aber sie wurden von Niemanden beachtet, bis Herschel die wichtige Entdeckung machte, daß zwischen solchen Sternen ein physischer Zusammenhang bestehe, und daß ihre Beobachtung uns zu einer nähern Kenntniß der Sternenwelt führe.

Die vorhergehenden Betrachtungen glaubte ich anführen zu müssen, weil sie den Entwicklungsgang der Astronomie überhaupt charakteristisch bezeichnen, und insbesondere im Auge behalten werden müssen, wenn man die Bedeutung folgender Thatsachen gehörig würdigen will.

Als der Halley'sche Komet am 2. Okt. 1835 sich der Erde bis ungefähr auf  $\frac{1}{2}$  Sonnenweite genähert hatte, bemerkte Bessel, daß vom Kerne, der nicht über 30 Meilen im Durchmesser haben konnte, eine fächerförmige

Ausströmung von Lichtmaterie (Fig. 37) ungefähr in der Richtung nach der Sonne statt fand; diese Ausströmung konnte auf eine Ausdehnung von mehr als 600 Meilen deutlich erkannt werden. Am 8. Okt. dauerte die Ausströmung in etwas veränderter Gestalt fort, jedoch war es bereits augenfällig, daß sie nicht mehr genau nach der Sonne gerichtet war, und daß ihre Lage seit dem 2. Okt. sich wesentlich geändert habe. Durch diese Wahrnehmung fand sich Bessel bewogen, an allen folgenden Beobachtungstagen auf die Richtung der Ausströmung besondere Aufmerksamkeit zu wenden. Der merkwürdigste Tag war der 12. Okt.; von 6 Uhr Abends bis 2 Uhr in der Nacht konnte ununterbrochen der Komet beobachtet und die Aenderung der Ausströmungsrichtung in ihrem Fortschreiten wahrgenommen werden: die Aenderung betrug nicht weniger als  $48^\circ$  in 8 Stunden. Wünschenswerth wäre es gewesen, daß alle Tage der Komet hätte beobachtet werden können, es würde alsdann der Uebergang von einer Richtung zur andern mit Bestimmtheit sich haben nachweisen lassen. So wie aber das Mißgeschick es haben wollte, sind von der Periode von 23 Tagen, auf welche die Beobachtungen sich ausdehnen, nicht weniger als 15 Tage wegen bedeckten Himmels ausgefallen. Die Messungen der übrigen 8 Tage hat Bessel zusammengestellt und durch eine einfache Hypothese zu vereinigen gesucht. Als Ergebnis macht er es durch verschiedene Gründe sehr wahrscheinlich, daß die Ausströmung in der Ebene der Bahn wie ein Pendel oder Magnet regelmäßige Schwingungen von  $e a$  bis  $e d$  beiderseits von der Mittelrichtung (oder Sonnenrichtung)  $e b$  gemacht habe. Die Dauer einer Schwingung setzt er auf 2 Tage 7 Stunden fest und die größte Ausweichung auf 60 Grade, so daß der ganze Bogen ad 120 Grade beträgt, und in 2 Tagen 7 Stunden durchlaufen wird. Wäre der Kern des Kometen länglich, so würde in der That durch die gewöhnliche Anziehung der Sonne eine schwingende Bewegung sich erklären lassen: jedoch müßte sie viel langsamer sein, als oben gefunden worden ist. Bessel schließt, daß demnach eine von der gewöhnlichen Attraction verschiedene Kraft auf die Kometen wirke, und daß sie eine Polar Kraft, der magnetischen und electrischen analog, sei, wodurch die eine Hälfte des Körpers eben so stark abgestoßen, als die andere angezogen wird. Ohne diese Annahme würde auch der Lauf der Kometen um die Sonne ein anderer sein, als er zufolge des gewöhnlichen Gravitationsgesetzes sein müßte: die Beobachtung aber zeigt, daß der Lauf genügend durch das Gravitationsgesetz allein dargestellt wird.

Die von Bessel beobachtete Erscheinung ist in zweifacher Hinsicht merkwürdig: einmal als eine neue Eigenthümlichkeit, wodurch das Wesen der Kometen näher bezeichnet wird, dann auch als ein Beweis von dem Vorhandensein einer neuen Kraft, die zwar bereits, um die Entstehung der Schweife zu erklären, vermuthet worden war, hier aber näher characterisirt wird. — Bessel hat übrigens vorausgesetzt, daß die Ausströmung stets von demselben Punkte des Kometenkerns ausgegangen ist: ich brauche kaum zu bemerken, daß, wenn man annehmen wollte, es gehe der Strom abwechselnd von dem einen oder andern Punkte mit hervortretender Intensität aus, die Schlüsse sich ganz anders gestalten müßten. Die sorgfältigen von Schwabe entworfenen Zeichnungen des Halley'schen Kometen scheinen fast die letztere Hypothese mehr zu begünstigen.

Eine kaum minder merkwürdige Erscheinung ist von Herschel am Cap d. g. H. beobachtet worden, nachdem der Komet durch die Sonnennähe gegangen war. Am 25. Jan. 1836 bestimmte Herschel den Durchmesser des Kometenkopfes, und als er zwei Stunden später die Messung wiederholte, fand er zu seinem Erstaunen, daß der Durchmesser bedeutend zugenommen habe. Die Beob-

achtung der folgenden Tage zeigte ein immerwährendes Zunehmen, und bis zum 11. Febr., also in 17 Tagen, war die Größe des Kopfes auf das 74fache angewachsen. Als Herschel seine Messungen verglich, fand er, daß die Zunahme gleichmäßig, d. h. der Zeit vollkommen proportional gewesen war, woraus er dann rückwärts schloß, es müsse am 22. Jan. der Komet gar keine Dunsthülle, sondern bloß einen Kern gehabt haben. Wirklich war der Komet an diesem Tage von Boguslawsky in Breslau ähnlich einem Fixsterne gesehen worden. \*) Sind diese Bestimmungen gleich nicht hinreichend, um uns über die Ursache aufzuklären, so setzen sie wenigstens außer Zweifel, daß ein einfaches Gesetz hier zu Grunde liegt: die sorgfältige Beobachtung der Dimensionen künftiger Kometen muß uns umständlichere Belehrung und die nöthigen Anhaltspunkte weiterer Untersuchung gewähren.

81. Theilung der Kometen. Kepler erwähnt in seinem Buche über die Kometen von 1607 und 1618 ein paar ältere Angaben, wo Kometen sich getheilt haben sollen; indessen kann man mit aller Wahrscheinlichkeit annehmen, daß die Angaben als unzuverlässig zu betrachten, oder anders auszulegen sind. Die ersten umständlich erzählten Nachrichten über vorgekommene Theilung der Kometen finden sich in Hevel's Kometographie, wo die Kometen von 1618, 1652, 1661, 1664 als bestehend aus mehr als einem Kern angegeben werden. Hevel betrachtet dieß sogar als Regel, und sieht die Kometen von 1672 und 1682, wo er nur einen Kern wahrgenommen hatte, als Ausnahme an. Da später von keinem Astronomen eine solche Theilung gesehen worden war, so schien man geneigt, den Beobachtungen Hevel's weniger Zutrauen zu schenken, \*\*) bis die Erscheinung des Biela'schen Kometen im Jahre 1846 allem Zweifel ein Ende machte.

Schon in der Mitte Januars bemerkte man neben dem Hauptkopfe einen kleinen hellen Flecken, — gleichweit von der Sonne entfernt und etwas nördlich

\*) Ich habe mit dem großen Refractor der Münchener Sternwarte den Kometen schon am 14. Jan. nach seinem Durchgang durch die Sonnennähe aufgefunden, und ihn am 19., 20. und 21. Jan. beobachtet. Er hatte damals das Ansehen, welches die Kometenkerne gewöhnlich haben: eine ausgedehntere Nebelhülle um den Kern habe ich nicht bemerkt; ich darf aber nicht unerwähnt lassen, daß ich eine solche, wenn sie auch vorhanden gewesen wäre, kaum wahrgenommen haben würde, theils wegen der Morgendämmerung, theils wegen des niedrigen Standes des Kometen. Nach dem 21. Jan. trübte sich der Himmel; am 27. Jan. aber sah ich den Kometen wieder: er bot einen glänzenden Anblick dar, ganz wie ihn die von Herschel am Cap d. g. S. entworfene Zeichnung darstellt, mit dem einzigen Unterschiede, daß der schwache unförmliche Nebel oder das Haar, welches einen Theil des Kopfes umgab, von mir nicht wahrgenommen wurde. Dieser Nebel hatte sich nach Herschel's Angabe in bedeutender Masse am 25. Jan. gezeigt, und obwohl er an den folgenden Tagen beständig abnahm, so war noch ein beträchtlicher Theil am 27. übrig; selbst am 28. Jan. konnte eine schwache Spur wahrgenommen werden. Am 28. Jan. sah Herschel den Kern des Kometen vollkommen rund und begrenzt, nur etwas undeutlich wegen der umgebenden dichten Nebelhülle: der Durchmesser des Kerns betrug nach seiner Schätzung 230 Meilen. Vergleicht man diese Bestimmung mit der Bessel'schen (Anfang dieses S.), so muß man nothwendig annehmen, daß sowohl der Kern, als die Hülle einer gewaltigen Aenderung des Volumens unterliegt.

\*\*) Die grünlischen Kometengestalten, die man in Hevel's Comographia dargestellt findet, sind größtentheils bloße Phantasieprodukte; sogar bei den Kometen, die er selbst beobachtet hat, kann man seine Abbildungen unmöglich für naturgetreue halten. Es ist aber auch die Frage, wie die Zeichnungen Hevel's zu deuten sind. Bei dem, was im Texte gesagt ist, bin ich mehr der Ansicht anderer Astronomen, als meiner eigenen gefolgt, denn, wenn ich die Zeichnungen genauer betrachte, so scheint mir, als wenn Hevel in dem einen oder andern Kometen die oben erwähnten Ausströmungen, die er für helle Flecken — für Kometenkerne — ansah, bemerkt hätte und dann auf die Idee gekommen wäre, es seien solche Kometenkerne in größerer oder kleinerer Anzahl allen Kometen eigen. Zwei Köpfe oder zwei Schweife bemerkte ich bei Hevel nirgends.

dem Hauptkopfe folgend, — der allmählig an Licht zunahm und einen Schweif parallel mit dem Schweife des Hauptkopfes ausgesendet hat. Die Lichtzunahme des zweiten Kopfes war am stärksten vom 11. bis 12. Febr. Bis zum 14ten Febr. hatte der Nebenkopf zugenommen, der Hauptkopf war dagegen so schwach geworden, daß er kaum mehr zu erkennen war; am 18. Febr. hatte der Hauptkopf wieder seinen Glanz gewonnen; am 21. waren beide Köpfe gleich, dann nahm der nördliche Kopf wieder ab, so lange der Komet verfolgt werden konnte.

Plantamour leitete aus den Beobachtungen ab, daß sich die wahre Entfernung, die etwa 38 Erdhalbmesser betrug, während der ganzen Sichtbarkeit so ziemlich gleich blieb; indessen ist das Resultat nicht von Voraussetzungen frei, deren Stattfinden sich nicht erweisen läßt. Jedenfalls hat uns die letzte Erscheinung des Biela'schen Kometen eine neue und wichtige Thatsache geoffenbaret, und die Astronomen sehen mit Interesse der künftigen Erscheinung entgegen.

Ich erinnere hier noch an den großen Kometen von 1807, der zwei Schweife fast in gleicher Richtung ausgesendet hat. Zwar erwähnen die damaligen Beobachter nichts, was uns berechtigte, zwei Köpfe, (die jedenfalls einander fast bedeckt haben müßten) anzunehmen; dennoch scheint es mir keineswegs unwahrscheinlich, daß die zwei Schweife von zwei Köpfen ausgegangen seien. Ähnliches gilt vom Kometen von 1577.

82. Stoffe der Kometen und wirkende Kräfte. Ich habe im Vorhergehenden die Form der Kometen und die darauf vorkommenden Aenderungen zu bestimmen gesucht, und glaube, daß alle beobachteten Erscheinungen sich mit der hier gegebenen Vorstellung leicht vereinbaren lassen. Will man aber dann in den sonstigen Vorgängen der Planetenwelt Analogien suchen, — Fälle, wo ähnliche Kräfte und ähnliche Substanzen einen ähnlichen Erfolg hervorbringen — so möchte kaum ein befriedigendes Resultat erlangt werden. Einen Dunst, der Licht genug aussendet oder reflectirt, um aus so ungeheurer Entfernung\*) noch wahrgenommen zu werden, einen Dunst, der bis auf 12 Millionen Meilen, und zwar in regelmäßiger Form sich ausbreitet, kennen wir im Planetensysteme sonst nicht. Ferner fliegt dieser Dunst von der Sonne weg: wir müssen also eine abstoßende Kraft hier annehmen, während im ganzen übrigen Weltgebäude nur Anziehung wahrgenommen wird. Endlich ist nicht leicht zu sagen, wie die enorme Dunstmasse, die vom Kometen ausgesendet wird, wieder zurückkommt, oder wie es geschieht, daß der ausgesendete Dunst nicht eine Aenderung des Schwerpunktes und damit eine Aenderung des Laufes (wovon keine Spur bisher bemerkt worden ist) herbeiführt. Gegenwärtig nehmen die meisten Astronomen, wie schon oben angedeutet wurde, eine Polarkraft an,\*\*) die man als gleichbedeutend mit unserer Electricität betrachten kann, so zwar,

\*) Der Halleys'sche Komet hat am Ende Jan. 1836 aus einer Entfernung von 30 Millionen Meilen eine große Lichtstärke gezeigt, und der Komet von 1811 war noch bemerklich, als er 70 Millionen Meilen von der Erde und 90 Millionen Meilen von der Sonne entfernt war.

\*\*\*) Faßt man bloß den Umstand ins Auge, daß die Theilchen des Kometenschweifes von der Sonne sich entfernen, so würde die Annahme einer Atmosphäre um die Sonne, wo die Theilchen aufsteigen wie der Rauch in unserer Luft, eine genügende Erklärung geben. Schon Kepler hat diese Hypothese aufgestellt. Noch zweckmäßiger wäre es, anzunehmen, daß die Aethertheilchen an der Vorderseite des Kometenkerns entzündet oder electricirt werden und dann in den Weltraum hinausfliegen: in diesem Falle würde der Schweif den Kometen nur begleiten, nicht dazu gehören. — Vielleicht dürfte das Zodiacallicht mit den Kometenschweiften in einer Entstehung Ähnlichkeit haben.

daß die Sonne nur eine Electricität (positive oder negative), die Kometen dagegen beide Electricitäten zugleich haben. Setzt man voraus, daß der Dunst, der die Kometen begleitet, electricisch ist, und zugleich vom Kerne angezogen wird, so läßt sich die Gestalt des Kopfes und Schweifes, desgleichen auch die Lage des Schweifes sehr befriedigend erklären; auch die Abnahme der Umlaufzeit, die Encke dem Widerstande des Aethers zuschreibt, würde, wie Herschel bemerkt hat, als Folge der allmäligen Abnahme der electricischen Spannung betrachtet werden können. Auf solche Weise wären schon sehr merkwürdige Andeutungen gewonnen; vergessen dürfen wir übrigens nicht, daß die Erweiterung unserer Kenntnisse in diesem interessanten Felde nicht im jetzigen Augenblicke durch Speculation zu bewerkstelligen ist, sondern der Zukunft gehört, und auf fleißige Beobachtung und sorgfältige Aufzeichnung aller wahrzunehmenden Umstände begründet werden muß.

Außer der gewöhnlichen Beobachtung können auch besondere Gelegenheiten vorkommen, die uns dazu verhelfen dürften, manche der wichtigsten Fragen unmittelbar und mit Bestimmtheit zu lösen. So ist z. B. durch spätere Berechnung mit großer Wahrscheinlichkeit ermittelt worden, daß die Erde am 26. Juni 1819 durch den Schweif eines Kometen gegangen ist; und wenn ein ähnlicher Fall, durch Berechnung vorausverkündigt, wieder eintreten sollte, so wäre es keineswegs unmöglich, daß wir dadurch eine nähere Kenntniß der Materie, aus welcher der Schweif besteht, erhielten.

**83.** Mögliche Auflösung der Kometen oder künftige Verwandlung in Planeten. Wir haben schon oben den Umstand berührt, daß die Theilchen, die den Schweif bilden, bis auf mehr als 12 Millionen Meilen von den Kometen bisweilen sich entfernen, und daß man Mühe hat, sich zu erklären, wie sie wieder zurückgezogen werden sollen. Es ist von Einigen angenommen worden, daß sie gar nicht mehr zurückgehen, sondern im Raume sich zerstreuen, woraus dann eine allmälige Auflösung der Kometen folgen würde. Schon Kepler hat diese Hypothese ausgesprochen, die in neuerer Zeit wiederholt vorgebracht worden ist; einen geschichtlichen Grund hat sie übrigens nicht, im Gegentheile scheinen die wenigen geschichtlichen Angaben, die wir haben, eher zu ihrer Widerlegung geeignet; so finden wir z. B. aus dem Kometenverzeichnisse (S. 43), daß der Halley'sche Komet schon ein paar Jahrtausende in seiner Bahn herumgeht, ohne daß man Grund hätte, eine Abnahme seiner Materie anzunehmen.

Eine andere Meinung ist ebenfalls häufig geltend gemacht worden, wonach die Kometen allmälig sich verdichten und zuletzt in Planeten übergehen sollen. Die Verdichtung wäre an und für sich nicht unmöglich; ferner würde, wenn man einen widerstehenden Aether annimmt, die allmälige Annäherung an die Form der Planetenbahnen eine nothwendige Folge sein; woher aber die Masse kommen soll, die zu einem Planeten gehört, dafür gibt die Hypothese keine Erklärung; jedenfalls kann keiner unserer jetzigen Planeten aus einem Kometen entstanden sein.