

Kapitel I.

Die Sonne.

§. 1. (Masse der Sonne.) Nachdem wir im Vorhergehenden die Erscheinungen, welche die Bewegungen der Körper unseres Sonnensystems für uns hervorbringen, betrachtet haben, wollen wir nun zu der Erzählung desjenigen übergehen, was uns die Fernröhre über den Bau und die physische Beschaffenheit dieser Körper sowohl, als auch, so viel es uns bisher gegönnt ist, der außer unserm Planetensystem befindlichen Gestirne kennen gelehrt haben.

Wir beginnen unsere Wanderungen durch die Planetenwelt mit dem bei weitem wichtigsten, mit dem Centralkörper derselben, mit der Sonne, der alle übrige Körper unseres Systems Licht und Wärme und Wohlbaten ohne Zahl verdanken, daher sie auch von mehreren Völkern der Vorzeit als das würdigste Bild der Gottheit, ja als die Gottheit selbst verehrt wurde, wie denn Osiris in Aegypten, Baal in Chaldäa, Adonis in Phönicien, Mithra in Persien, und selbst Apollo in Griechenland nur eben so viele Embleme der Gottheit waren, welche jene Völker unter dem Sinariden des ewigen Feuers in ihren Tempeln anbeteten. Wenn sie aber durch diese Wohlbaten die Ehrfurcht der Menschen an sich gebunden hat, so ist es eine ganz andere Eigenschaft, durch welche sie sich

die Herrschaft über die ihr unterworfenen Planeten und Kometen erworben hat. Diese Herrschaft verdankt sie sich selbst, ihrer eigenen Kraft, d. h. ihrer Masse, die 355,000 mal größer als die Masse der Erde, und selbst noch über siebenhundertmal größer ist, als die aller übrigen Körper des Systems zusammen genommen. Wir werden weiter unten sehen, daß diese Masse es eigentlich ist, wodurch sie alle Planeten an sich fesselt und sie zwingt, die ihnen angewiesenen Bahnen in schweigendem Gehorsame um sie zu beschreiben. Dieses Uebergewicht der Masse macht sie nicht nur zu dem Haupt- und Centralkörper des ganzen Systems, sondern dasselbe begründet zugleich die streng monarchische Einrichtung dieses großen Staates, in welchem die Kraft des Herrschers die aller seiner Unterthanen so weit übertrifft, daß größere Unordnungen jeder Art völlig unmöglich sind.

§. 2. (Größe der Sonne.) Auch an Größe, an körperlichem Umfange kann kein Planet mit der Sonne verglichen werden. Der Durchmesser der Sonnenkugel beträgt 188,000 deutsche Meilen, also ihre Oberfläche 111,000 Millionen Quadratmeilen, und ihr Volum 3500 Billionen Kubikmeilen. Allein diese Zahlen sind zu groß, um uns einen deutlichen Begriff von dem wahren Umfange der Sonne zu geben. Suchen wir also, uns durch Vergleichen mit andern, bekannten Körpern die Sache gleichsam zu versinnlichen. Der kleinste aller unserer Planeten ist Vesta. Sein Durchmesser beträgt, nach Schröters Messungen, nicht einmal sechzig Meilen. Der Sonnendurchmesser ist also über 3100 mal größer, als jener der Vesta, also ist auch der körperliche Inhalt oder das Volum der Sonne gegen 30,000 Millionen mal größer als das Volum der Vesta, oder aus der Sonne lassen sich mehr als 30,000 Millionen der Vesta gleich große Kugeln machen. Solcher Kugeln aber, wie unsre Erde, würde man über 1,500,000 um einander legen müssen, um endlich einen Körper, der Sonne am Umfange gleich, zu erhalten. Ja selbst alle Planetenkugeln zusammengefügt, würden noch nicht den 560sten Theil der Sonnenkugel an Raum einnehmen. Da aber auch diese Zahlen noch immer zu groß sind, uns eine klare Vorstellung von der wahrhaft ungeheuern Ausdehnung des Sonnenkörpers zu geben, so wollen wir uns denselben um seinen

Mittelpunkt so weit ausgehöhlt denken, daß die Erde in diesem Mittelpunkte stehen, und um sie der Mond in seiner Entfernung von 50,000 Meilen sich frei in dieser Höhle bewegen könne. Da würde doch noch ein nicht ausgehöhlter Rand der Sonne, eine Kugelschale übrig bleiben, deren Dicke nahe eben so groß ist, als der Halbmesser dieser Höhle selbst. Zu einer sogenannten Reise um die Welt, d. h. um den Umkreis der Erde zurückzulegen, würde ein Wanderer, der täglich zehn deutsche Meilen macht, 540 Tage, zu einer Reise um die Sonne aber würde derselbe 59,160 Tage oder mehr als 160 Jahre brauchen.

§. 3. (Dichtigkeit ihrer Masse.) Wenn aber die Sonne an Größe und Masse alle anderen Planeten weit überwiegt, so steht sie ihnen im Gegentheil an der Dichtigkeit ihrer Masse weit nach. Der Stoff, aus dem dieser große Körper gewoben ist, ist viermal lockerer, als der Stoff der Erde. Die Leser werden fragen, woher wir dieß wissen, und wer die Materie, aus welcher die Sonne besteht, in dieser Beziehung untersucht hat? — Allein das hätten sie besser schon oben, als wir von der Masse der Sonne gesprochen haben, fragen können. Wenn man einmal die Masse und das Volum eines Körpers kennt, so ist es sehr leicht, auch die Dichtigkeit desselben zu finden, da diese immer gleich der Masse dividirt durch das Volum des Körpers ist. Es wurde aber oben gesagt, daß die Masse der Sonne 355,000, und das Volum derselben 1,300,000 mal größer ist, als das der Erde. Wenn man nun die erste dieser beiden Zahlen durch die zweite dividirt, so erhält man 0,27 oder nahe $\frac{1}{4}$, daher die Dichtigkeit der Sonne nur den vierten Theil der Dichtigkeit der Erde betragen kann. Wie man aber zu jener Kenntniß der Masse der Sonne gelangen kann, werden wir in der nächstfolgenden Abtheilung dieses Werkes sehen, wie wir denn überhaupt hier noch gar manches, von dem wir erst in der Folge eine, wie wir hoffen, völlig genügende Rechenschaft werden geben können, dem guten Glauben und dem Vertrauen der Leser zu unserer Redlichkeit überlassen müssen. Es mag ihnen immerhin etwas auffallend dünken, wenn sie die Astronomen behaupten hören, daß sie die Gestirne des Himmels wie auf einer Wage abgewogen und gefunden haben

sollen, daß sie, wenn sie die Sonne in die eine Waagschale legten, in die andere 555,000 solche Kügelchen, wie unsere Erde ist, legen müßten, um das Gleichgewicht der Wage zu erhalten. Aber da sie ihnen glauben, wenn sie die Finsternisse der Sonne und des Mondes ganze Jahre, ja Jahrhunderte voraus sagen, warum sollten sie eben hier mißtrauischer seyn und ihnen weniger Glauben schenken? Zwar sind von diesen Finsternissen schon so viele eingetroffen und genau so eingetroffen, wie sie von den Astronomen vorausgesagt worden sind. Aber auch jene Aussagen von der Masse und Dichtigkeit der Himmelskörper werden eintreffen, und, wie wir mit Zuversicht erwarten, selbst in einem Werke dieser Art, aus dem doch alle eigentliche Rechnung verwiesen seyn soll, eine Bestätigung finden, die jeden unsrer Leser vollkommen zufrieden stellen soll.

§. 4. (Fall der Körper auf der Oberfläche der Sonne.) Wir wollen daher, im Vertrauen auf den guten Glauben zu unserer Wahrheitsliebe, sogleich noch einen Schritt weiter gehen und hinzusetzen, daß die Astronomen nicht bloß die Masse der Sonne abgewogen, und die Dichtigkeit des Stoffes, aus dem sie besteht, bestimmt haben, sondern daß sie sogar dahin gekommen sind, zu erfahren, wie tief ein Stein oder sonst irgend ein schwerer Körper in der ersten Secunde fallen würde, wenn er auf der Oberfläche der Sonne seiner Unterstüzung beraubt und sich selbst überlassen würde. Auf unserer Erde beträgt dieser Fall der Körper in der ersten Secunde bekanntlich nahe 15 Par. Fuß, wie bereits Tausende von Beobachtungen gezeigt haben, und wie jeder, wenn er will, selbst versuchen kann. Auf der Sonne aber haben wir allerdings keine solchen Beobachtungen anstellen können, allein wir wissen demungeachtet nicht weniger gewiß, daß dieser Fall der Körper dort 450 Fuß beträgt, und daß daher die Körper auf der Sonne in dieser ersten Secunde nahe 29 mal tiefer fallen, als auf der Erde. Wir werden weiter unten Gelegenheit haben, auch von dieser Behauptung eine Jedermann zufrieden stellende Rechenschaft zu geben. Hier wollen wir uns begnügen, zu wissen, daß jeder Körper, der bei uns z. B. hundert Pfunde wiegt, dort 2900 Pfunde oder nahe 30 Centner wiegen würde. Dieß Experiment dürfte aber, selbst wenn wir zur Sonne gelangen könnten, nicht mit un-

seren gewöhnlichen Wagen angestellt werden, da das Gewicht in der andern Schaafe der Wage ebenfalls ein Körper, und daher ebenfalls 29 mal schwerer auf der Sonne seyn wird, als auf der Erde. Aber eine Maschine, z. B. eine elastische Feder, die den Druck der auf ihr liegenden Körper angäbe, würde hier schon bessere Dienste leisten, da der vorübergehende Ausdruck eigentlich nur sagen will, daß der Druck eines jeden Körpers auf seine Unterlage an der Oberfläche der Sonne 29 mal größer ist, als an der der Erde. Und doch würden wir uns vergebens bemühen, auch den Versuch mit einer solchen Maschine auf der Sonne anzustellen, selbst wenn wir Mittel hätten, bis zu ihr zu gelangen. Denn abgerechnet, daß wir, wenn wir auf unserer Reise von der Erde zur Sonne der letztern einmal nahe genug kämen, mit einer so großen Kraft von ihr angezogen, und mit einer so ungeheuern Geschwindigkeit auf ihr ankommen würden, daß wir entweder schon längst erstickt, oder bei unserem Auffalle zerschmettert werden müßten; angenommen selbst, daß wir ein Mittel hätten, uns vor der großen Hitze zu schützen, die wir wahrscheinlich in ihrer Nähe erleiden müßten, so würde schon jener größere Druck unsern Aufenthalt daselbst ganz unmöglich machen. Unser eigener Körper würde nämlich uns selbst ebenfalls mit einem 29 mal größeren Gewichte drücken, und die 150 Pfunde, die wir etwa hier mit uns selbst herumtragen, würden dort mit einer 29 mal größeren Kraft, d. b. mit einem Gewichte von 4350 Pfunden auf uns lasten, und wir würden, da wir unser eigenes Gewicht nicht mehr ertragen könnten, von uns selbst erdrückt werden.

§. 5. (Veränderliche Dichtigkeit der Sonnenmasse.) Uebrigens muß bemerkt werden, daß die oben erwähnte Dichtigkeit der Sonnenmasse nur die mittlere Dichtigkeit derselben ist, oder daß, wenn die Sonne in allen ihren Theilen eine durchaus homogene Masse hätte, die Dichtigkeit derselben dem vierten Theile der mittlern Dichtigkeit unsrer Erde gleich, also nahe so groß, wie die des Pechs oder der Steinkohle seyn würde. Allein diese Voraussetzung einer überall gleich dichten Masse der Sonne ist äußerst unwahrscheinlich, und wir werden später sehen, daß die Dichte dieses Himmelskörpers mit der Nähe zu seinem Mittelpunkte immer zunehmen, und in diesem Mittelpunkte selbst eine ganz

außerordentliche seyn müsse, weil hier die Masse der Sonne durch die Kraft ihrer eigenen Anziehung sehr stark zusammengedrückt wird. Es ist aber bekannt, daß die Temperatur aller Körper, wenn sie einer heftigen Compression ausgesetzt werden, sehr hoch ist, woraus folgt, daß im Innern der Sonne auch eine sehr große Hitze herrschen muß, und daß vielleicht nur die durch diese Hitze vermehrte Elasticität der Sonnenmasse hindert, daß sie nicht durch ihre eigene Attraktionskraft in einen sehr kleinen Körper zusammengedrückt werde.

§. 6. (Physische Beschaffenheit der Sonne.) Es würde ohne Zweifel sehr interessant seyn, die physische Beschaffenheit dieses Centralkörpers unseres Planetensystems, auch nur die seiner Oberfläche, näher zu kennen. Allein er ist zu Untersuchungen dieser Art, selbst für unsere besten Fernröhre, zu weit entfernt, als daß wir auf große Erfolge rechnen könnten. Nach den neuesten Untersuchungen beträgt die Horizontalparallaxe (I. S. 63.) derselben für die Bewohner unseres Äquators nur 8.578 Secunden, woraus die mittlere Entfernung derselben von der Erde gleich 20 665,800 deutschen Meilen abgeleitet wird, eine Distanz, welche eine Kanonenkugel, wenn sie auch in jeder Secunde 1500 Fuß durchlaufen würde, erst in zehn ganzen Jahren zurücklegen könnte. Welche Aussichten haben wir unter solchen Verhältnissen zu großen Entdeckungen über die Oberfläche der Sonne, wir, die wir selbst die Oberfläche der uns so nahen Erde noch immer so wenig kennen.

Demungeachtet werden wir durch die Wichtigkeit dieses größten aller Himmelskörper, den wir näher kennen, und noch mehr vielleicht durch die Wohlthaten, die wir ihm täglich und stündlich verdanken, gleichsam aufgefordert, ihn wenigstens so weit, als es unsere beschränkten Kräfte erlauben, zu untersuchen. Unter diesen Wohlthaten haben wir bereits oben als die zwei vorzüglichsten Licht und Wärme genannt. Es wird nicht unangemessen seyn, bei jedem dieser wahrhaft himmlischen Geschenke etwas länger zu verweilen, um so mehr, da verschiedene wesentliche Eigenschaften derselben erst in den neuesten Zeiten entdeckt, und daher vielleicht noch nicht allgemein genug bekannt sind.

L i c h t.

§. 7. (Dem Lichte verdanken wir die Farben in der Natur.) Ohne Sonnenlicht würde die Erde, würden alle Planeten von einer ewigen Nacht bedeckt, und das ganze Sonnensystem würde eine starre Wüste, ein weites, finsternes Grab seyn. Die Folgen eines solchen Zustandes, so wie die bloß allgemeinen Vortheile, deren wir uns jetzt durch Hilfe dieses Lichtes erfreuen, sind aber so bekannt, und auch so leicht zu finden, daß es überflüssig wäre, sie hier näher auseinander zu setzen.

Verweilen wir daher bloß einige Augenblicke bei einer der vielen besondern Eigenschaften, durch welche sich das Sonnenlicht vor jedem andern Lichte auszeichnet. Es ist bekannt, daß jeder einzelne Sonnenstrahl, wenn er durch ein Glasprisma geht, in eine große Anzahl von farbigen Strahlen getheilt wird, unter welchen man vorzüglich die sieben auf einander folgenden unterscheidet: roth, orange, gelb, grün, blau, indigo und violett. Diese gefärbten Strahlen haben alle eine andere Richtung, als der ursprüngliche weiße Strahl, und zwar liegt der rothe Strahl dem ursprünglichen am nächsten, während der violette am weitesten von ihm entfernt ist, so daß also das Prisma, wie man zu sagen pflegt, die rothen Strahlen am wenigsten, und die violetten am meisten bricht. Wird einer dieser gefärbten oder bereits gebrochenen Strahlen neuerdings durch ein Prisma geführt, so ändert er weder seine Brechung, noch seine Farbe, zum Beweise, daß diese Farbe dem Lichte selbst eigenthümlich angehört. Werden endlich alle sieben farbige Strahlen durch eine convexe Glaslinse wieder gesammelt, so erscheint der weiße Strahl wieder, zum Zeichen, daß der weiße Strahl in der That aus jenen gefärbten Strahlen zusammengesetzt ist.

Wenn nun, um nur bei dieser einzelnen Erscheinung stehen zu bleiben, wenn das Sonnenlicht ursprünglich weiß, und nicht aus farbigen Strahlen zusammengesetzt wäre, welche Folgen würden aus einer solchen Einrichtung entstehen? — Die ganze Natur würde farbenlos seyn; alle Körper würden ein bleifarbiges Ansehen haben; die Morgenröthe, und selbst das menschliche Antlitz, die Morgenröthe des Lebens auf den blühenden Wangen der Ju-

gend würde nur mehr unseren Zeichnungen mit Tusche, unseren grauen Kupferstichen gleichen. Der Regenbogen mit seinem schönen Farbenspiele würde in eine schmale Linie weißgrauen Lichtes übergehen; die Sterne würden matt an einem aschfarbnen Himmel scheinen, und der Vorbote des Morgens, so wie der Beschließer unserer Tage würde nicht mehr seinen Rosenmantel, sondern nur eine einfarbige graue Decke über den Himmel breiten, und selbst der schönste Mittag würde uns nur wie jezt ein trüber Wintertag erscheinen. Aber die Natur, die schon in die Formen der Körper, die sie gebildet hat, eine so ausgezeichnete Schönheit zu legen wußte, hat ihnen zugleich jene ätherische Anmuth hinzugefügt, die sie aus den Farben der Sonnenstrahlen schöpfte. Ohne dieses Geschenk könnte wohl das Laub der Pflanzenwelt den Knospen Nahrung, und der von ihnen bedeckten Frucht noch Schutz gewähren, aber das jugendliche Grün der Blätter, und der frische Schmelz unserer Wiesen im Frühling würde mit dem welken Gelb des Herbstes überzogen seyn. Ohne dieses Geschenk könnte der Diamant wohl noch seinen Glanz und seine Härte haben, aber er würde, seines lebhaften Farbenspieles beraubt, aufhören, in dem Kranze der Schönheit und in dem Diademe der Fürsten zu prangen. Ohne dieses köstliche Geschenk endlich könnte wohl das menschliche Angesicht noch immer dasselbe feine Gewebe, noch immer derselbe Verräther unserer verborgensten Gefühle seyn, aber das Rosenlicht der Liebe und die Purpurfarbe der Schaamröthe würde nicht mehr auf der jugendlichen Wange blühen, und selbst jene krankhaft fliegende Röthe des welkenden Gesichtes würde nicht mehr die herannahende, oft willkommene Befreiung von dem Lager der Schmerzen verkündigen.

S. 8. (Eigenschaften des Sonnenspectrums.) Der in seine Farben zerlegte Sonnenstrahl erscheint, wenn er von einer weißen Tafel aufgefangen wird, auf derselben unter der Gestalt eines an seinen beiden kürzeren Seiten abgerundeten Rechtecks, welches man das Farbenspectrum zu nennen pflegt. Nimmt man die Länge dieses Spectrums als Einheit an, so beträgt davon das rothe Licht $0,12$, das orangefarbne $0,07$, das gelbe $0,13$, grüne $0,17$, blaue $0,17$, das indigofarbne $0,11$, und endlich das violette $0,23$ Theile, so daß also das violette den größten und das oranges-

farbne den kleinsten Raum einnimmt. Im Jahre 1802 aber bemerkte Wollaston zuerst in diesem Spectrum zwei ganz schwarze gerade Linien, die senkrecht auf die zwei längsten Seiten des Rechtecks standen, und von welchen die eine in der grünen, und die andere in der blauen Farbe sich zeigte. Er verfolgte diese Entdeckung nicht weiter, bis sie, mehrere Jahre später, von Fraunhofer, dem Wollastons Beobachtung unbekannt war, dahin erweitert wurde, daß er eine große Anzahl, beinahe 600, solcher schwarzen Streifen in dem Sonnenspectrum fand, die alle unter sich parallel und von verschiedener Dicke und Schwärze waren. Man sieht die Linien, wenn man das Spectrum durch ein Fernrohr beobachtet, immer in denselben relativen Distanzen von einander sowohl, als auch von den Gränzen der einzelnen Farben. Wenn z. B. drei schwarze Linien bemerkt werden, von welchen die beiden ersten doppelt so weit von einander abstehen, als die beiden letzten, und von welchen die mittlere die größte ist, und genau in der Mitte der grünen Farbe liegt, so findet man alle diese Verhältnisse bei jedem andern Spectrum wieder, welcher Art auch das Prisma von Glas, Krystall, Wasser u. dgl. seyn mag, dessen man sich zur Spaltung des Sonnenstrahls bediente. Ihre Anzahl, die Ordnung ihrer Aufeinanderfolge, ihre Intensität ist immer dieselbe, wenn nur der Strahl entweder direct, oder auch indirect, z. B. durch Reflexion, von der Sonne kömmt. Das Licht des Mondes, der Planeten, der Fixsterne, ferner das unseres Lampen- oder Küchen-Feuers, oder das der electrischen Funken zeigt zwar auch jene schwarzen parallelen Linien, aber in ganz anderer Ordnung und Vertheilung, so daß jedes Licht sein eigenes System dieser Linien zu haben scheint. Das Licht des Sirius z. B. hat in der orangen und gelben Farbe gar keine schwarzen Streifen, dafür mehrere starke in der grünen und blauen, die das Sonnenspectrum nicht zeigt. Die Streifen in dem Lichte der Zwillinge sind wieder von denen des Sirius verschieden u. s. w., so daß vielleicht jeder Fixstern sein eigenes System hat. Da diese Linien in dem Spectrum eines jeden Orts immer eine feste, unveränderliche Stelle einnehmen, so geben sie ein viel sichereres Mittel, die Brechung der Lichtstrahlen und die einzelnen Farben zu messen, als man früher hatte, wo man nur diese immer sehr

schlecht begränzten Farbenstreifen selbst als die eigentlichen Beobachtungspunkte nehmen mußte.

§. 9. (Verschiedene Intensität des Spectrums.) Die Intensität oder die Stärke der Beleuchtung ist nicht in allen Theilen des Sonnenspectrums gleich groß. Fraunhofer fand durch sehr genaue Beobachtungen mit einem Photometer, daß die stärkste Beleuchtung sehr nahe bei der Gränze zwischen orange und gelb liegt. — Man hat früher geglaubt, daß die helleren Stellen des Spectrums auch zugleich die heißesten seyen, d. h. daß die größte Intensität des Lichts mit jener der Temperatur zusammenfalle, daher Landriani, Sennebier u. a. die gelben Strahlen für die heißesten hielten. Allein der ältere Herschel hat durch unmittelbare Thermometer-Beobachtungen gezeigt, daß erstens die Temperatur in dem Maaße zunehme, wie man von den violetten zu den rothen Strahlen fortgeht, und daß zweitens die höchste Temperatur noch etwas jenseits der rothen Farbe, also außerhalb des Spectrums liege. Daraus folgt, daß die Sonne nicht bloß sichtbare, Lichtstrahlen, sondern daß sie auch unsichtbare, Wärmestrahlen habe, und daß die Brechbarkeit der letzten kleiner sey, als die der ersten, weil, wie schon erwähnt, unter den sichtbaren Strahlen die rothen die kleinste, und die violetten die größte Brechung haben. Selbst in der Entfernung von zwei Zollen von den äußersten rothen Strahlen ist die Temperatur der Wärmestrahlen noch beträchtlich. Englefield fand die Temperatur der blauen Strahlen 15° Reaumur, der grünen 14° , der gelben 17° , der rothen 22° , und die höchste Temperatur jenseits der rothen Strahlen 26° . Seebuch, der diese Beobachtungen mit besonderem Fleiße wiederholte, fand den Ort der höchsten Temperatur verschieden je nach der Materie, aus welcher das Prisma gemacht wurde. Für das Glas gaben die rothen Strahlen die größte Wärme, für Ammoniacsalz und Schwefelsäure die orangefarbenen, für Wasser, Alcohol und mehrere Oehle die gelben u. s. w.

§. 10. (Chemische Wirkungen des Spectrums.) Die verschiedenen Stellen des Sonnenspectrums unterscheiden sich auch noch durch ihre chemischen Wirkungen. Schon Scheele hatte bemerkt, daß salzsaures Silber in der blauen Farbe des Spectrums viel eher und viel stärker schwarz werde, als in der rothen, und der

jüngere Herschel fand später, daß die größte Intensität dieser chemischen Kraft noch etwas jenseits der violetten Strahlen, also wieder außerhalb des Spectrums, liege, so daß also das unsichtbare Spectrum auf der einen Seite von den intensivsten wärmenden, und auf der andern von den intensivsten chemischen Strahlen begrenzt wird. Die ersten, auf der Seite der rothen Farbe, stellen sogar das in der blauen Farbe geschwärzte salzsaure Silber wenigstens größtentheils wieder her, so daß also die erste Gattung der unsichtbaren Strahlen, die neben der rothen Farbe, die Oxygenation, und die zweite Gattung, neben der violetten Farbe, die Desoxygenation der Körper befördern. Seebuch, der die Beobachtungen der chemischen Wirkungen der Farben mit besonderer Umsicht anstellte, fand, daß jede Farbe auf das salzsaure Silber eine besondere Wirkung äußere, da es in der violetten Farbe braunroth, in der blauen blaßgrau, in der gelben weißgelb, und in der rothen Farbe ebenfalls röthlich wurde.

§. 11. (Magnetische Wirkungen des Spectrums.) Endlich hat man in den letzten Zeiten auch noch verschiedene magnetische Kräfte in den einzelnen Theilen des Sonnenspectrums entdeckt. Schon Morichini fand, daß gewöhnliche Stahlnadeln in dem violetten Farbentheile von selbst magnetisch werden. Carpa, Rudolphi und Davy bestätigten diese Beobachtungen, und Sommerville fand überdies, daß auch die blaue und grüne Farbe der Nadel noch eine magnetische Kraft, obgleich eine schwächere, mittheile, während im Gegentheile die gelbe, orange und rothe Farbe gar keine solche Kraft zu besitzen scheint. Prof. Baumgartner in Wien fand, daß Stahldraht, dessen eine Hälfte polirt, die andere aber rauh ist, wenn er dem weißen Lichte der Sonne einige Zeit durch ausgesetzt ist, magnetisch wird, indem die beiden Ende des polirten Theils einen Nordpol, und die beiden Ende des andern Theils einen Südpol zeigten. Varlocci fand später, daß gewöhnliche Magnete, wenn sie dem Sonnenlichte ausgesetzt werden, ihre Kraft beinahe verdoppeln, wenn man den Nordpol derselben gegen die Sonne richtet, und daß sie im Gegentheile, wenn man den Südpol gegen die Sonne stellt, an Kraft verlieren. Ob schon Rieß und Moser sich gegen diese Experimente erklärten, da sie dieselben durch ihre eigenen Beobachtungen nicht bestätigt fanden,

so scheinen sie doch die Aufmerksamkeit der Naturforscher in hohem Grade zu verdienen.

§. 12. (Geschwindigkeit und Feinheit des Sonnenlichts.) Die Fortsetzung des Lichts scheint durch seine Expansivkraft, oder durch eine sehr starke und schnell wirkende Abstoßungskraft der leuchtenden Körper hervorgebracht zu werden. Diese Kraft muß ungemein groß seyn, da sich das Licht mit einer außerordentlichen Schnelligkeit fortpflanzt. Es legt in einer Secunde 41,900 d. Meilen, also in einem Tage über 3,620 Millionen, und in einem Jahre von 365 $\frac{1}{4}$ Tagen über 1,322,263 Millionen Meilen zurück, so daß es von der Sonne bis zur Erde, wenn diese in ihrer mittleren Entfernung von der Sonne ist, in 8 Min. 13,²² Secunden gelangt. Dieß ist die größte Geschwindigkeit, die wir bisher kennen gelernt haben. Nur die Fortpflanzung der Schwere scheint noch unvergleichbar geschwinder vor sich zu gehen, und die Zeit, welche z. B. die Attraction der Sonne braucht, bis zur Erde zu gelangen, muß, wie die Rechnung zeigt, noch viele Millionenmale kürzer seyn, als diejenige, die das Licht anwendet, denselben Weg zurückzulegen. — Da aber die Wirkung, welche ein Körper durch seine Bewegung auf andere Körper hervorbringt, das Product seiner Masse in seine Geschwindigkeit ist, so müßte das so ungemein schnell bewegte Licht einen sehr schmerzhaften Eindruck auf unser Auge machen, wenn die Masse, die Feinheit der einzelnen Lichttheilchen nicht noch viel erstaunenswürdiger wäre, als die Geschwindigkeit derselben. Wegen dieser außerordentlich geringen Masse hat man auch das Licht bisher zu den Imponderabilien (den unwägbaren Substanzen) gezählt. Wahrscheinlich sind die einzelnen Elemente, aus welchen jeder Lichtstrahl besteht, sehr weit von einander entfernt, weil es sonst nicht zu erklären wäre, wie man selbst durch die kleinste Oeffnung eines vor dem Auge gehaltenen Blattes eine ganze Gegend übersehen kann, da doch von jedem einzelnen Punkte der Gegend Strahlen durch diese Oeffnung gehen müssen, ohne sich zu fibren. Da der Eindruck des Lichtes im Auge, nach den darüber angestellten Beobachtungen, nicht unter ein und nicht über drei Zehntheile einer Secunde dauert, so kann ein Lichttheilchen von dem andern über 4000 Meilen entfernt seyn, ohne daß darum der soge-

nannte Lichtstrahl aufhören wird, uns als eine gerade Linie zu erscheinen.

§. 13. (Vibrations- und Emanations-Hypothese.) Es kann aber auch seyn, daß das Licht nicht in einer Emanation der Leuchtenden Körper, sondern daß es in den Schwingungen eines diese Körper umgebenden elastischen Mittels besteht, so wie der Ton durch die Schwingungen entsteht, welche tönende Körper in unserer Atmosphäre hervorbringen, wenn sie die Vibrationen, die sie durch eine äußere Kraft erhalten haben, der sie umgebenden elastischen Luft mittheilen. Diese letzte Hypothese, die zuerst Huygens und Euler aufstellten, scheint in der That mehrere Erscheinungen des Lichts vollkommen zu erklären, die nach der von Newton angenommenen Voraussetzung einer Emanation nicht, oder doch nicht so gut dargestellt werden können.

Zu den schönsten Entdeckungen der Optik in den neuesten Zeiten gehören ohne Zweifel diejenigen Erscheinungen des Lichts, die man unter der Benennung der Polarisation und Interferenz desselben zu begreifen pflegt. Da sie, als neue Gegenstände, ihres hohen Interesses ungeachtet, nur noch einem kleinen Kreise von Lesern bekannt seyn mögen, so wird es nicht unangemessen erscheinen, einige Augenblicke bei ihnen zu verweilen, wobei wir die schöne Darstellung, die Arago in dem *Annuaire* für das Jahr 1831 von diesem Phänomen gegeben hat, zu Grunde legen wollen.

§. 14. (Allgemeine Erscheinung des polarisirten Lichts.) Wenn ein Sonnenstrahl auf einen gewöhnlichen durchsichtigen Körper, z. B. auf Glas fällt, so kann er wohl in demselben von seiner frühern Richtung abgelenkt werden, aber immer sieht man ihn wieder auf der andern Seite des Glases als einen einzigen Strahl heraustreten. Allein unter diesen durchsichtigen Körpern gibt es einige, welche von der erwähnten Erscheinung eine merkwürdige Ausnahme machen. Dabin gehört vorzüglich der sogenannte isländische Krystall, der Kalkspath u. s. Wenn ein Lichtstrahl auf die Oberfläche eines solchen Körpers, selbst in senkrechter Richtung fällt, so theilt er sich daselbst sogleich in zwei Strahlen. Der eine geht, ohne eine Biegung zu erfahren, durch den Krystall durch, während der andere von seiner ersten Richtung sehr stark abgelenkt wird. Man nennt jenen den gewöhnlichen,

und diesen den ungewöhnlichen oder außerordentlichen Strahl. Beide liegen immer in einer auf die brechende Fläche des Krystalls senkrechten Ebene, und diese Ebene wird der Hauptschnitt des Krystalls genannt.

Legt man nun einen Krystall so, daß sein Hauptschnitt z. B. in der Ebene des Meridians in der Richtung von Süd nach Nord gehe, und stellt man in einiger Entfernung unter ihm einen andern solchen Krystall, dessen Hauptschnitt ebenfalls im Meridian, also dem vorigen parallel liegt, und läßt man auf die obere Fläche des ersten Krystalls einen Lichtstrahl fallen, so wird derselbe durch den ersten Krystall, wie gesagt, in zwei Strahlen gebrochen werden, also als ein doppelter Strahl aus ihm hervor-, und bald darauf in den zweiten Krystall eintreten. Wird nun auch jeder dieser zwei auf den zweiten Krystall auffallenden Strahlen von demselben wieder in zwei andere gespalten werden? Wird man also jetzt vier Strahlen aus dem zweiten Krystall heraustreten sehen? — Keineswegs. Der gewöhnliche Strahl wird auch in dem zweiten Krystall der gewöhnliche bleiben, aber der außerordentliche wird sehr stark von seiner frühern Richtung abgelenkt werden, und keiner von diesen beiden Strahlen wird weiter gespalten, so daß man aus dem zweiten, wie vorhin aus dem ersten Krystall nur zwei Strahlen austreten sieht.

Um dieß durch Zeichnungen zu versinnlichen, sey ARMN (Fig. I.) ein solches Stück Isländischen Krystalls, und Rr der auf die obere Fläche desselben einfallende Strahl. Derselbe wird bei r in den gewöhnlichen Strahl rO und in den außerordentlichen rE gespalten, wo dann beide an der untern Seite des Krystalls in den Richtungen Oo und Ee wieder aus demselben heraustreten. Wird diese untere Seite auf ein Blatt weißen Papiers gestellt, auf welchem man eine schwarze Linie MN verzeichnet hat, so sieht ein Auge bei R diese Linie doppelt, nämlich MN und mn. Wenn man aber das Auge immer in derselben Richtung hält, den Krystall auf seiner Unterlage von Papier gleichsam um die Ase Or dreht, so treten diese beiden Linien MN und mn näher an, oder weiter von einander, und es gibt in der ganzen Peripherie dieser Drehung zwei einander gegenüberstehende Punkte, wo diese beiden Linien zusammen fallen, und nur eine einzige bilden,

und wieder zwei andere, nahe 90 Grade von jenen entfernte Punkte, wo diese beiden Linien ihren größten Abstand von einander haben.

Wenn der ursprüngliche Lichtstrahl Rr senkrecht auf die Fläche des Krystalls fällt, so geht er ganz ohne Biegung durch, und wenn er unter irgend einem schiefen Winkel auf diese Fläche fällt, so wird er zwar an dieser obern sowohl, als auch an der untern Fläche, bei r und bei O , gebogen, aber ganz nach dem bekannten Gesetze der Refraction, daß nämlich die Sinus des Einfall- und des Brechungs-Winkels immer dasselbe Verhältniß unter sich beibehalten. Da dieß bei allen durchsichtigen Körpern im Allgemeinen beobachtet wird, so heißt eben aus dieser Ursache rO der gewöhnliche Strahl. Dieses Gesetz der allgemeinen Refraction wird nun von dem andern Strahl rE nicht befolgt, und deswegen wird er auch der außerordentliche Strahl genannt.

In Fig. 2. werden zwei solcher Krystalle in geringer Entfernung von einander und so vorgestellt, daß ihre Hauptschnitte einander parallel liegen. Der Lichtstrahl Rr soll, der größeren Einfachheit wegen, senkrecht auf die Oberfläche des ersten Krystalls einfallen, und also bei r in zwei Strahlen gespalten werden. Der gewöhnliche Strahl rD geht ungebogen durch beide Krystalle und verfolgt den Weg $rDCKOo$; der außerordentliche Strahl aber wird in r sowohl, als auch in C , und dann in F sowohl, als auch in H gebrochen, so daß sein Weg $rCFHEe$ ist.

Wenn aber der untere Krystall um seine Ase so lange gedreht wird, bis sein Hauptschnitt auf dem Hauptschnitte des obern Krystalls senkrecht steht, oder mit ihnen einen rechten Winkel bildet, so verhält sich die Sache so, wie sie in Fig. 3. dargestellt wird. Dann wird nämlich der gewöhnliche Strahl $rODC$ des ersten Krystalls in dem zweiten auf die außerordentliche Weise, und der außerordentliche Strahl $rECF$ des ersten Krystalls wird von dem zweiten auf die gewöhnliche Weise gebrochen. Es ist nämlich (in Fig. 2.) Oo der durch beide Krystalle gewöhnlich, und Ee der durch beide außerordentlich gebrochene Strahl, und eben so ist (Fig. 3.) Oe der im ersten Krystall gewöhnlich und im zweiten außerordentlich, so wie endlich Eo der im ersten Krystalle außerordentlich und im zweiten gewöhnlich gebrochene Strahl.

In jeder von diesen beiden Lagen der zwei Krystalle, wo die Hauptschnitte derselben entweder parallel oder auf einander senkrecht sind, wird weder der gewöhnliche, noch der außerordentliche Strahl von dem zweiten Krystall mehr gespalten, und man sieht immer nur zwei Strahlen. Aber in den Zwischenpositionen dieser beiden Lagen, wenn nämlich der Winkel der beiden Hauptschnitte weder 0 noch 90 Grade beträgt, hat allerdings eine solche Spaltung statt, so daß man dann mehr als zwei Lichtstrahlen bemerkt.

§. 15. (Erklärung dieser Erscheinungen des polarisirten Lichts.) Was ist nun die Ursache dieser sonderbaren Erscheinungen? — Auf den ersten Blick könnte man glauben, daß jeder Lichtstrahl aus zwei verschiedenen Strahlen, aus zwei verschiedenen Reihen von Elementen besteht, von welchen die erste die Eigenschaft hat, auf die gewöhnliche, und die andere auf die außerordentliche Weise, von diaphanen Körpern gewisser Art, gebrochen zu werden. Aber die so eben angeführte Beobachtung steht mit dieser Annahme im Widerspruch, daß nämlich, wenn die Hauptschnitte auf einander senkrecht stehen, der gewöhnliche Strahl des ersten Krystalls der ungewöhnliche im zweiten wird und umgekehrt.

Der ganze Unterschied zwischen den in Fig. 2 und 3 vorgestellten Erscheinungen rührt offenbar nur daher, daß man in Fig. 2 die beiden Hauptschnitte parallel, also z. B. beide von Süd gen Nord gestellt hat, während man in Fig. 3 den einen nach Süd nord und den andern nach Ost west gerichtet hat. Die von dem ersten Krystalle kommenden Strahlen würden also von dem Hauptschnitte des zweiten Krystalls in Fig. 2 in der Richtung Süd nord, und in Fig. 3 in der Richtung Ost west geschnitten. Es muß also auch in jedem Lichtstrahle etwas seyn, das seine Süd nordseite von seiner Ost westseite verschieden macht, und diese zwei oder eigentlich diese vier Hauptseiten müssen noch das Eigenthümliche haben, daß die Nord südseite des gewöhnlichen Strahls mit der Ost westseite des außerordentlichen Strahls als identisch angesehen werden kann, so zwar, daß der letzte, wenn er um 90 Grade um sich selbst gedreht wird, von dem ersten nicht mehr unterschieden werden kann. Wir werden daher künftig bei jedem Lichtstrahl, so fein er auch übrigens seyn mag, vier Seiten

zu unterscheiden haben, deren jede 90 Grade von ihren beiden nächsten absteht, etwa so wie wir bei einem Dolche drei Schneiden, und bei jeder viereckigen Stange vier Ecken oder Flächen unterscheiden, und diese vier Seiten werden so wesentlich verschieden seyn, wie es z. B. die Schneide oder der Rücken oder die beiden Seiten eines jeden Messers sind.

Da man bei dem Magnet bekanntlich ebenfalls zwei Seiten oder zwei Punkte bemerkt, die man die Pole des Magnets nennt, und deren Eigenschaften in mehreren Stücken mit den eben erwähnten der Lichtstrahlen ähnlich sind, so hat man analog die auf die vorübergehende Weise erhaltenen Strahlen Oo und Ee (Fig. 1.) polarisirtes Licht genannt. Denkt man sich einen solchen gleichsam cylindrischen Lichtstrahl, senkrecht auf seine Länge, durchschnitten, so wird dieser Schnitt die Gestalt eines Kreises haben. Ziehen wir in diesem Kreise einen Durchmesser AB und einen darauf senkrechten CD ; dieß vorausgesetzt, wird also jeder polarisirte Lichtstrahl in den beiden einander gegenüberstehenden Punkten A und B gleiche, und in den beiden Punkten C und D zwar wieder gleiche, aber jenen entgegengesetzte Eigenschaften haben, und überdieß wird der Strahl Oo (Fig. 1.) dieselben Eigenschaften in den beiden Punkten A und B haben, die der Strahl Ee in den beiden anderen Punkten C und D hat, oder mit anderen Worten, die Diameter der gleichartigen Eigenschaften werden, bei den polarisirten Strahlen, auf einander senkrecht stehen.

Die Lage dieser Diameter ist in der Lehre von der Polarisation des Lichtes von der größten Wichtigkeit. Sind bei zwei Lichtstrahlen diese Diameter AB , $A'B'$ also auch CD , $C'D'$ parallel, so sagt man, diese Strahlen sind in derselben Ebene polarisirt. Sind aber die Diameter AB , $C'D'$ und $A'B'$, CD mit einander parallel, so heißen die Strahlen unter rechten Winkeln polarisirt. Die zwei Strahlen Oo und Ee , die man durch den isländischen Kry stall erhält, sind daher immer unter rechten Winkeln polarisirt.

§. 16. (Polarisation des Lichts durch andere Mittel.) Auch in Beziehung auf die Reflexion von Spiegeln sind die natürlichen Strahlen von den polarisirten wesentlich verschieden. Von den natürlichen Strahlen, die auf einen Spiegel fallen, wird immer ein großer Theil in der That zurückgeworfen; bei polarisirten

Strahlen aber gibt es eine bestimmte Lage des Spiegels, wo er das meiste, und eine andere Lage, wo er ganz und gar kein Licht zurückwirft. Dieß gab uns daher ein leichtes Mittel, das polarisirte Licht von dem natürlichen zu unterscheiden; aber erzeugen konnte man das letzte doch nur durch die oben erwähnten Versuche mit dem isländischen Krystall.

Allein dabei blieb es nicht lange, und Malus, der die Entdeckung, daß polarisirtes Licht nicht in allen Lagen des Spiegels reflectirt wird, gemacht hatte, machte bald darauf noch eine zweite, und in ihren Folgen viel wichtigere. Er fand nämlich, daß man durch bloße Reflexion der Strahlen von durchsichtigen Spiegeln jeder Art auf eine sehr einfache Weise polarisirtes Licht erzeugen kann. Wenn die Lichtstrahlen von einem gewöhnlichen Glasspiegel unter einem Winkel von 35° , oder von der Oberfläche des Wassers unter einem Winkel von 57° , zurückgeworfen werden, so ist dasselbe ganz eben so vollkommen polarisirt, als das durch den isländischen Krystall gehende Licht nur immer seyn kann. — Seit der Zeit der Griechen, seit mehr als 2000 Jahren kennt man die Reflexion des Lichts durch die Spiegel, aber nie ist es weder einem Künstler, noch einem Theoretiker der alten und neuen Zeiten eingefallen, in dieser Reflexion etwas anderes, als ein Mittel zu suchen, die Strahlen der Sonne entweder zu vereinigen oder zu zerstreuen, also überhaupt nur ihre gegenseitige Lage zu ändern, und Niemand hat es auch nur von ferne geahnet, daß man dadurch zugleich eine völlige Aenderung der Natur des Lichtes selbst hervorbringen könne.

Seitdem hat Arago noch eine andere Art, polarisirtes Licht zu erhalten, entdeckt. Die auf diese Art polarisirten Strahlen geben, wenn sie durch einen isländischen Krystall gehen, zwei verschiedene Bilder, deren jedes in einer bestimmten, sehr lebhaften Farbe erscheint. Wenn auch z. B. der einfallende Strahl ganz weiß ist, so ist doch der gewöhnliche Strahl vollkommen roth, oder gelb, oder grün u. s., je nach der Seite, welche dieser Strahl dem Krystalle bei seinem Eintritt in dasselbe zuwendet. Der außerordentliche Strahl aber ist nicht nur immer von einer ganz andern Farbe, als der gewöhnliche, sondern die Farben der beiden Strahlen sind zugleich die verschiedensten, die man finden

kann, z. B. stark roth und hellgrün, orange und violett u. s. w. Wenn dieses auf eine neue Art polarisirte Licht von einem diaphanen Spiegel zurückgeworfen wird, zeigen sich ebenfalls neue und sehr merkwürdige Erscheinungen. Ist z. B. einer dieser anfänglich weißen Strahlen vertical, und begegnet er einem Glas-Spiegel unter einem Winkel von 35 Graden, so kann der Spiegel um den Strahl willkürlich gedreht werden, wenn er nur immer dieselbe Neigung gegen den Strahl beibehält, ohne daß je wieder weißes Licht von ihm zurückgeworfen wird. Das reflectirte Licht wird nach der Ordnung, wie man den Spiegel wendet, von der rothen bis zur violetten alle Farben des Spectrum wieder geben, aber nie die weiße, so daß man also, um diese Versuche zu erklären, nicht bloß vier, sondern eigentlich unzählige Pole eines jeden einzelnen Lichtstrahls annehmen muß, und daß jede einzelne Seitenlinie des Strahlencylinders seine eigene Farbe, seine eigene Natur zu haben scheint. Durch dieses Verfahren kann man also zugleich das weiße Sonnenlicht, bloß mit Hülfe der Reflexion, ganz eben so gut in seine einfachen Farben zerlegen, wie man es, seit Newton, bisher bloß mit Hülfe des Prisma's gethan hat. Zwar sind die Farben, welche man auf diese Art erhält, weniger lebhaft, aber die Bilder der Gegenstände, welche man dadurch darstellen will, sind auch in ihren Umrissen nicht mehr verzerrt, wie dieß bei dem Prisma der Fall ist.

§. 17. (Interferenz des Lichtes.) Noch interessanter und wunderbarer zugleich sind diejenigen erst seit Kurzem bekannten Erscheinungen des Lichtes, die man unter der Benennung der Interferenz desselben zu bezeichnen pflegt. — Wenn man durch eine kleine runde Oeffnung Lichtstrahlen in ein verfinstertes Zimmer läßt, so bilden dieselben auf einer der Oeffnung gegenüber stehenden Wand einen runden beleuchteten Kreis. Wenn man in diesen Lichtkegel, in irgend einer Distanz, zwischen der Oeffnung und der Wand einen opaken Körper, z. B. eine Kugel hält, so wird er seinen Schatten auf jenen beleuchteten Kreis der Wand werfen, und dieser Schatten wird, das ist hier das Wesentliche, von drei verschiedenfarbigen, feinsigen Ringen umgeben seyn. Wenn man endlich auch nur einen kleinen Theil des Randes dieser Kugel mit einem größeren, undurchsichtigen Schirm bedeckt, so ver-

schwinden sofort diese gefärbten Ringe ganz und gar, obschon sie vorhin den Schatten in allen seinen Gränzen umgaben, und obschon noch immer bei weitem der größte Theil der Kugel von dem Lichte beschienen wird. Es scheint daraus nothwendig zu folgen, daß jene fransigen Ringe von demjenigen Lichte entstanden sind, das zu beiden Seiten der Kugel nahe bei derselben vorbei ging. Der berühmte englische Naturforscher Young, der dieses Phänomen zuerst beobachtete, war der Ansicht, daß die jene Kugel an zwei entgegensehenden Seiten nahe vorbeigehenden Strahlen auf einander wirken, und dadurch jene farbigen Ringe hervorbringen. Er nannte diese Wirkung die Interferenz der Strahlen. Fresnel, dem wir überhaupt die meisten und schönsten Aufschlüsse in diesem interessanten Theile der Optik verdanken, zeigte, daß diese Interferenz eine Einwirkung der directen, von der kleinen Oeffnung unmittelbar kommenden Strahlen auf diejenigen sey, welche die Kugel sehr nahe vorbei gehen, und durch dieselbe gebogen oder inflectirt werden.

Wenn ein Sonnenstrahl in einem verfinsterten Zimmer auf eine Tafel, z. B. auf ein Blatt weißen Papiers fällt, so malt er sich auf demselben, wie bereits gesagt, als ein hellglänzender Punkt ab. Allein diesen hellen Punkt kann man auf eine sehr einfache Weise sofort zu einem ganz finstern machen, ohne übrigens den Lichtstrahl, noch das Papier zu berühren. Und worin soll dieser sonderbare Prozeß bestehen, durch den man in einem Augenblicke Tag in Nacht und umgekehrt verwandeln kann? — Die Auflösung dieses Räthsels wird den Lesern ohne Zweifel noch sonderbarer erscheinen, als das Räthsel selbst. — Man darf nur auf diesen hellen Punkt noch einen zweiten Sonnenstrahl leiten, der denselben ganz eben so, wie der erste bescheint, und der, wenn er allein da wäre, den Punkt eben so hell, wie der erste, gemacht haben würde. Beide zusammen aber machen ihn, nicht, wie man glauben sollte, noch heller, sondern sie machen ihn ganz dunkel und schwarz! — Also, wenn man, unter gewissen Verhältnissen nämlich, Licht zu Licht gießt, so wird es finster: die beiden Lichtstrahlen zerstören sich gegenseitig, sie heben sich auf. Und auch das ist eine Wirkung der Interferenz des Lichts.

§. 18. (Erläuterung dieser Erscheinungen der Interferenz des Lichts.) Und welches sind diese Verhältnisse, die so wunderbare Folgen nach sich ziehen? — Die einfachsten von der Welt. Alles kommt nur darauf an, daß die beiden Strahlen von demselben Punkte des leuchtenden Object's ausgehen, und daß die beiden kleinen Oeffnungen, durch welche die zwei Strahlen in das verfinsterte Zimmer gelangen, von dem Papier eine bestimmte und unter einander verschiedene Entfernung haben. Die Strahlen, die von dem östlichen Rande der Sonne kommen, interferiren, d. h. zerstören sich nie durch die Strahlen des westlichen Randes und umgekehrt. Von all denen unzähligen Strahlen, aus denen jeder einzelne Sonnenstrahl besteht, interferiren immer nur diejenigen, die gleiche Brechung, also auch gleiche Farbe haben, daher z. B. der rothe und der grüne Strahl sich nie gegenseitig aufheben. Aber auch die gleichartigen Strahlen, z. B. weiß und weiß, oder roth und roth, interferiren nie, wenn der Punkt des Papiere's, in welchem sie sich begegnen und schneiden, gleichweit von beiden Oeffnungen des Fensterladens entfernt ist, sondern in diesem Falle wird der leuchtende Punkt durch das Hinzukommen des zweiten Strahls in der That noch heller.

Aber nicht jede Differenz dieser beiden Entfernungen bringt eine Interferenz des Lichts hervor. Nehmen wir an, a sey die kleinste Differenz dieser Entfernungen, für welche der leuchtende Punkt durch beide Strahlen erhellt, also mit der Summe ihres Lichtes beleuchtet wird, so wird dieselbe stärkste Beleuchtung des Punktes auch dann noch statthaben, wenn jene Differenz der Distanzen des Punktes von den beiden Oeffnungen a oder $2a$ oder $3a$ oder $4a$ u. s. ist. Dieß ist bereits sonderbar genug, höre ich meine Leser sagen. Sehr wohl, aber, was ihnen wohl noch mehr auffallen wird, wenn diese Differenz der Distanzen gerade mitten zwischen die jetzt aufgezählten fällt, so interferiren die beiden Strahlen, oder die Beleuchtung des Punktes ist dann die kleinste, oder vielmehr, der Punkt erhält ganz und gar keine Beleuchtung mehr und erscheint ganz schwarz. Der Punkt ist also am hellsten, wenn diese Differenz a , $2a$, $3a$, $4a$, und er ist ganz dunkel, wenn diese Differenz $\frac{1}{2}a$, $\frac{3}{2}a$, $\frac{5}{2}a$, $\frac{7}{2}a$ ist.

§. 19. (Erklärung der Interferenz des Lichts im Vibrations-systeme.) Es würde uns viel zu weit führen, wenn wir alle die Erscheinungen jener gefärbten Ringe, die den Schatten umgeben, oder die Farbenspiele der dünnen Platten, selbst die der Seifenblasen, hier näher angeben wollten, die sich durch diese Interferenz des Lichtes auf das schönste und überzeugendste geben lassen. Wir bemerken nur noch, daß sich die ganze Theorie der Interferenz viel besser und genügender durch die oben erwähnte Undulationslehre, als durch das Emanationssystem erklären läßt. Durch die Bewegung der Lichtelemente wird jenes äußerst feine, durchsichtige und elastische Medium, welches wir der Kürze wegen den Aether nennen wollen, in eine wellenartige Bewegung gesetzt. Wenn diese Wellen bis zu unserm Sehorgan vordringen, so wird dasselbe dadurch auf eine ähnliche Weise afficirt, wie unser Ohr durch die Wellen der Luft. Und wie die Differenz der Töne in der größeren oder kleineren Anzahl der Luftschwingungen während einer Secunde besteht, eben so besteht auch die Differenz der Farben in den verschiedenen Geschwindigkeiten, mit welchen die Wellen des Aethers fortgepflanzt werden. Und wie endlich die kreisförmigen Wellen, die sich bei zwei in ein ruhiges Wasser geworfenen Steinen um jeden derselben bilden, wenn sie sich auf der Oberfläche des Wassers begegnen, einander öfter aufheben, und die Ebene des Wasserspiegels nicht stören, und oft wieder, wenn sie sich in correspondirenden Richtungen treffen, sich gegenseitig zu einer doppelten Höhe erheben, so werden auch die Aetherwellen sich bald gegenseitig unterstützen, und das Licht ihrer Durchschnittspunkte erhöhen, bald wieder einander aufheben und alles Licht zerstören, d. h. sich interferiren.

Sagen wir nur noch hinzu, daß diese ganze Theorie der Interferenz nicht bloß ein Aggregat von vagen Hypothesen, sondern daß sie ein Resultat der strengsten Analyse ist, und daher jenes hohen Grades der Wahrheit sich erfreut, die jeder Theorie nur dann zu Theil wird, wenn sie, wie die Astronomie, eine rein mathematische Basis hat, und daß endlich die Resultate dieser Berechnungen bereits durch zahllose Beobachtungen auf das vollkommenste bestätigt worden sind. Obschon es unmöglich ist, von solchen Berechnungen in einem Werke dieser Art eine nähere

Anzeige zu geben, und obschon es uns ohne große Umständlichkeit und selbst vielleicht ohne Unverständlichkeit nicht möglich ist, auch nur die Art anzuzeigen, wie man zu den folgenden Zahlen gekommen ist, von welchen die einen durch ihre Kleinheit, und die andern durch ihre eben so gewaltige Größe an das Wunderbare, beinahe an das Unglaubliche gränzen, so hoffen wir doch, daß unsere Leser bereits so viel Vertrauen zu uns gewonnen haben, die Richtigkeit dieser Zahlen auf Treu und Glauben wenigstens so lange anzunehmen, bis sie sich in den Stand gesetzt haben, die Wahrheit derselben durch eigene Nachrechnung selbst zu prüfen, und wie wir mit Gewißheit hinzusetzen können, sie auch vollkommen bestätigt zu finden.

Wir haben oben gesagt, daß der Durchschnittspunkt zweier Lichtstrahlen mit doppeltem Lichte leuchte, wenn die Differenz der Abstände dieses Punktes von den beiden Oeffnungen im Fenster-

laden a , $2a$, $3a$ ist, und daß im Gegentheile dieser Durchschnittspunkt ganz finster und schwarz erscheint, wenn jene Differenz

$$\frac{1}{2}a, \frac{3}{2}a, \frac{5}{2}a \text{ ist. Allein wie groß ist denn diese Zahl } a \text{ selbst?}$$

Sie ist für die farbigen Strahlen, aus denen jeder weiße Sonnenstrahl besteht, verschieden. Drückt man sie in englischen Zollen aus, von welchen jeder $0,9385$ Pariser, oder $0,9642$ Wiener Zolle enthält, so findet man diesen Werth von a bei den

rothen Strahlen gleich $0,000026$ engl. Zolle,

orangen „ „ $0,000024$ „ „

gelben „ „ $0,000023$ „ „

grünen „ „ $0,000021$ „ „

blauen „ „ $0,000020$ „ „

indigo „ „ $0,000018$ „ „

violetten „ „ $0,000017$ „ „

Diese Größen sind also sämmtlich ungemein klein, und nur durch unsere stärksten Mikroskope noch merkbar. Sie drücken zugleich die Breiten der Aetherwellen aus, welche von den genannten sieben Farben erregt werden.

Dividirt man die Einheit durch diese Zahlen, so erhält man die Anzahl der Wellen, welche in der Breite eines Zolles enthalten sind. Diese Anzahl beträgt daher bei dem

rothen Lichte	38460	Wellen,
orangen „	41600	„
gelben „	44000	„
grünen „	47500	„
blauen „	51100	„
indigo „	54100	„
violetten „	57500	„

so daß also die von dem rothen Lichte erregten Wellen die breitesten, und die von dem violetten erzeugten die schmalsten unter allen sind.

Noch könnte man fragen, wie viele solcher Wellen bei jeder Farbe in einer bestimmten Zeit entstehen, oder mit welcher Geschwindigkeit sie auf einander folgen. Auch darauf hat die mathematische Analyse bereits geantwortet, aber die hieher gehörenden Zahlen sind so groß, daß wir sie der Kürze wegen in ganzen Billionen angeben wollen. Nach jenen Berechnungen wird also während einer Secunde folgende Anzahl von Wellen erzeugt:

Von dem rothen Lichte	478	Billionen
„ „ orangen „	506	„
„ „ gelben „	535	„
„ „ grünen „	577	„
„ „ blauen „	622	„
„ „ indigo „	658	„
„ „ violetten „	700	„

Demnach ist also die Geschwindigkeit der Wellenerzeugung bei den rothen oder den breitesten die kleinste, und bei den violetten oder den schmalsten die größte, wie dieß der Natur der Sache angemessen ist. Zugleich zeigt diese letzte Tafel, daß die Sensibilität unseres Auges in Beziehung auf die Farben in viel engere Gränzen eingeschlossen ist, als die unseres Ohres in Beziehung auf die Töne. Das Verhältniß der beiden äußersten Zahlen der letzten Tafel ist nur 700 zu 478 oder $1,46$ zu 1, also noch beträchtlich kleiner, als das einer Octave, während wir doch mit

unserem Gehöre noch mehrere Octaven umfassen. Welche Farben oder welche Empfindungen für höhere Gesichtsborgane mögen jenseits dieser beiden Gränzen liegen?

W ä r m e.

§. 20. (Wichtigkeit und wohlthätige Folgen der Wärme.) Man sieht schon aus den vorübergehenden kurzen Zusammenstellungen der vorzüglichsten Eigenschaften des Lichtes, wie wichtig die Lehre von den mannigfaltigen Erscheinungen desselben für Jeden seyn muß, der die ihn umgebende Natur von einer ihrer schönsten und interessantesten Seiten näher kennen lernen will. So groß aber auch das Geschenk seyn mag, welches wir dadurch der Sonne, dieser wahren Quelle alles Lichtes verdanken, so scheint doch ihr zweites, mit jenem nahe verwandtes Geschenk, das der Wärme, für uns noch viel größer und wichtiger zu seyn. Aus dieser zweiten Quelle fließt eine unabsehbare Reihe von Wohlthaten, die nicht bloß, wie jene, unser Leben verschönern und unsere Genüsse erhöhen, sondern die unser Daseyn erst möglich machen, da ohne sie die Existenz aller organischen Wesen ganz unmöglich seyn würde. Da es uns aber zu weit von unserem Gegenstande abführen würde, die Eigenschaften der Wärme, auch nur in der Kürze, mit welcher wir jene des Lichtes betrachtet haben, aufzuzählen, so wird eine bloße gedrängte historische Anzeige derselben genügen, diese Wohlthat, welche wir der Sonne verdanken, wenigstens einigermaßen nach ihrem wahren Werthe zu erkennen. Bei dieser Darstellung glaubten wir besonders der schönen Einleitung folgen zu müssen, die Lardner seinem vortrefflichen Treatise on Heat, London 1833, gegeben hat.

Die meisten organischen Wesen können, wenigstens einige Zeit durch, auch ohne Licht leben. Unzählige Operationen der Natur gehen eben so gut und thätig in dem Lichte, als in der Abwesenheit desselben vor sich. Der Mangel desselben, wo er z. B. bei der Blindheit der Thiere als Krankheit eintritt, hindert die andern Functionen ihres Körpers keineswegs an ihrer Thätigkeit, und selbst die geistige Kraft des Menschen wird dadurch zuweilen sogar erhöht, wie wir bereits mehrere glänzende Beispiele von blinden Dichtern, wie Homer und Milton, und selbst von blinden

Mathematikern, wie Saunderson und Euler, anführen könnten, bei welchen der Verlust ihres Augenlichtes den Verstand und die Einbildungskraft noch zu schärfen schien. Das Licht ist demnach gleichsam nur ein Gegenstand des Lurus der Natur, und wenigstens für viele Dinge und auf längere Zeit entbehrlich. Daher spendet es auch die Natur nicht mit jener unbegrenzten Freigebigkeit aus, sondern sie beobachtet dabei jene zurückhaltende Deconomie, die sie sich bei allen den Gaben vorzuschreiben pflegt, die bloß das Vergnügen ihrer Geschöpfe, nicht aber die unentbehrlichen Bedürfnisse derselben zum Zwecke haben.

Die Wärme aber hat sie überall und für alle mit der freigebigsten Hand ausgetheilt. Dieses Geschenk findet sich zu allen Zeiten und an allen Orten. Jeder Körper, selbst der unorganische, selbst der luftförmige enthält sie in reichlichem Maaße. Die todte Masse des Wassers, der Erde, der Steine, und was wir sehen, was wir nur durch irgend einen unserer Sinne erkennen, ist damit angefüllt. Dem Einflusse der Wärme ist jene endlose Verschiedenheit der Gestalten zuzuschreiben, die über die Erde verbreitet sind. Unser Festland, unsere Meere und Flüsse, unsere Atmosphäre selbst könnten nicht einen Augenblick so bleiben, wie sie sind, wenn ihnen die Wärme entzogen würde, und alles würde, ohne sie, in eine rohe, starre, formlose Masse zusammen fallen. Die Luft, die uns umgibt, müßte, sobald ihr die Wärme entzogen würde, in eine dicke, harte Rinde zusammen schrumpfen, welche die Erde rings umschließen, und alle ihre Geschöpfe in ein einziges, großes, undurchdringliches Grab stürzen würde. Die Wärme ist die Mutter und die Amme aller organischen Wesen, und selbst die unorganischen entspringen nur aus ihrem Schooße. Jeder Körper der Natur, wie grob seine Masse, oder wie fein auch sein Gewebe seyn mag, verdankt seine Entstehung und seine Erhaltung nur der Wärme. Nehmt die Wärme weg aus der Natur, und sofort verschwindet auch alle Bewegung, alle Formgebung und alles Leben aus derselben, und das alte Chaos tritt wieder in seine Rechte ein.

§. 21. (Wärme, in Beziehung auf Kunst und Wissenschaft.) Auch unsere Künste und Manufacturen können sie so wenig, als die Natur selbst, entbehren. Welche Veränderungen wir auch mit

den Körpern, wie sie uns die Natur gegeben hat, vornehmen mögen, sie bestehen alle nur in der Trennung oder Zusammenfügung ihrer Theile, und in einer unseren Zwecken gemäßen Verwandlung ihrer Gestalt. Wir schmelzen sie, um ihnen eine andere Gestalt zu geben, wir trennen die zusammengesetzten, um ihre uns nutzlosen oder schädlichen Theile zu entfernen, und wir verbinden die getrennten wieder, um sie auch dadurch unsern Absichten dienstbar zu machen. In allen diesen Operationen ist die Wärme das wichtigste, oft das einzige Instrument. Auf ihren Wink erweichen die härtesten Körper, das Gold wird Wachs, das Eisen Wasser, und die ganze Natur wird verändert, um unseren Bedürfnissen, um unserem Vergnügen, oft selbst um unseren Einfällen zu gehorchen.

Aber nicht bloß in unseren technischen, auch in unseren wissenschaftlichen Arbeiten spielt dieses Agens eine große, wichtige Rolle. Wer in einer hellen Nacht den gestirnten Himmel betrachtet, glaubt schon alles gesehen zu haben, wenn er die Größe und die gegenseitige Lage dieser Gestirne kennen gelernt hat. Der Astronom aber weiß, daß er diesen Himmel keineswegs so sieht, wie er in der That ist, daß er ihn vielmehr durch eine große täuschende Linse, durch eine Kugelschaale von Luft sieht, die alle Gegenstände gleich einem Hohlspiegel verzerrt, und keinen derselben an seinem wahren Orte erscheinen läßt. Er weiß, daß diese optischen Täuschungen mit der Entfernung der Gestirne von dem Horizonte, daß sie von Nacht zu Nacht, ja von Stunde zu Stunde wechseln, und daß dieser Wechsel bloß von der ebenfalls wechselnden Wärme der Atmosphäre kommt. Selbst das Instrument, mit welchem er diese Veränderungen beobachtet, ist wieder ähnlichen Aenderungen unterworfen, und wie die Temperatur seiner Umgegend anders wird, ziehen sich auch seine Theile zusammen oder auseinander. Ein einziger Sonnenstrahl, der auf sein Instrument fällt, ein einziger Hauch von einem kühlen Zugwinde, ja die den Beobachter selbst umgebende Atmosphäre seines eigenen Körpers ist schon im Stande, den metallenen Bogen seines Kreisseß zu verziehen und Aenderungen hervorzubringen, die man lange genug an dem Himmel gesucht hat, während sie ihre wahre Ursache in dem Instrumente oder in dem Beobachter selbst hatten.

Unsere solidesten Gebäude aus den alten Zeiten, die sprichwörtlich als Symbole, als Beispiele einer unwandelbaren Festigkeit gelten, werden täglich, ja stündlich von der Wärme in immerwährende Bewegung gesetzt. Seit den Versuchen, die man mit den höchst empfindlichen Libellen Reichenbachs an der Sternwarte Brera zu Mailand angestellt hat, ist es bekannt, daß jeder Thurm und jedes Haus, wenn es auf seiner Ost- oder Westseite von der Sonne beschienen wird, gleich einem Pendel hin und wieder geht, ohne auch nur zwei Augenblicke dieselbe Lage beizubehalten.

Aber welche noch viel größere Rolle ist dieser unsichtbaren Macht in unserer Chemie angewiesen worden. Unauflöslich scheinende Körper trennt sie in ihre Elemente; die heterogensten Massen schmilzt sie zu einem gemeinsamen, einförmigen Körper; sie weckt seit Jahrtausenden schlafende Affinitäten aus ihrem Schlummer zu neuer Thätigkeit, und sie zerreißt selbst die Bande der chemischen Attraction, die jeder andern uns bekannten Kraft spottend widerstehen. Durch Bindung und Freiwerden der Wärme entstehen alle unsere Compositionen und Decompositionen der natürlichen Körper, und diese zwei Prozesse sind es, durch die wir mit der einen Hand fürchterliche Detonationen mit einer alles schnell verzehrenden Hitze, und mit der andern eine Kälte erzeugen können, gegen welche die unserer Pole noch Wärme heißen kann.

§. 22. (Wärme in Beziehung auf das gemeine Leben.) Aber wozu erst Sternwarten oder Laboratorien aufsuchen, um Beispiele für die Thätigkeit einer Kraft zu finden, die uns überall und zu allen Seiten in der Nähe umgibt. Im Schlafe und im Wachen, zu Hause oder auf dem Felde, bei Tag und Nacht, in der heißen und in der kalten Zone — überall ist sie, überall wirkt sie und überall sind wir ihre Sklaven zugleich und ihre Meister.

Wir sind ihre Sklaven. — Denn ohne sie vermögen wir nicht einen Augenblick zu leben, und ohne ein genau bestimmtes Maas derselben können wir dieses Leben eben so wenig in Frieden genießen. Sie herrscht gebieterisch über unsere Freuden und über unsere Leiden. Sie legt uns auf das Siechenbette hin, und hilft uns wieder von demselben auf. Sie ist unsere Krankheit und

unser Arzt zugleich. In der brennenden Hitze des Sommers leiden wir unter ihrem Drucke, und in der starren Kälte des Winters schauern wir ob ihrem Mangel. Wenn sie sich in unserem eigenen Körper anhäuft, so vertrocknet unsere Zunge, und wir brennen im Fieber, — und wenn sie uns zu schnell verläßt, so ächzen wir unter Erkältungen und Rheumatismen und allen den zahllosen Leiden, die mit dem Gefolge dieser beiden Anführer aufzutreten pflegen.

Wir sind aber auch ihre Meister. — Denn wir zwingen sie, unserem Willen zu gehorchen und unsere Zwecke zu befördern. Mitten unter den Schnee- und Eis-Bergen der Pole muß sie mit uns in unserer Stube wohnen, und selbst außer derselben darf sie, in undurchdringliche Kleider eingeschlossen, unsere Körper nicht verlassen. Und dieselben Kleider brauchen wir auch in der heißen Zone, um ihren Andrang von uns abzuhalten. Wir entfernen sie aus dem Wasser, um uns während der heißen Jahreszeit mit Eis zu fühlen; und wir bringen sie wieder in größerem Maaße in das Wasser zurück, um im Winter (durch in Röhren geleitetes heißes Wasser) unsere Wohnungen zu erwärmen. Auf unseren Reisen zur See ist sie es, die unserem Schiffe (dem Dampfschiffe) Flügel gibt, und dadurch den Winden und den Wogen troht. Auf unseren Landfahrten aber spannen wir sie statt der Pferde vor unsere (Dampf-) Wagen, und eilen damit dem schnellsten Vogel und selbst den Furien der Stürme vor *).

*) Zur Vergleichung verschiedener Geschwindigkeiten mögen folgende Angaben der in einer Stunde zurückgelegten Wege, in deutschen Meilen ausgedrückt, dienen.

Schnellsegelnde Schiffe	4,0	Meilen.
Die schnellsten Brieftauben	5,7	„
Hefstige Stürme	7,0	„
Schnelle Dampfwagen	8,0	„
Der Schall	163	„
Aequator der Erde in seiner täglichen Bewegung	227	„
Mittelpunkt der Erde in seiner jährlichen Bewegung	14,800	„
Das Licht	151,000,000	„

Wenn wir schlafen, so ist unser Zimmer und unser Bette mit den Mitteln versehen, die Wärme in ihrem gebührenden Zustande zu erhalten. Wenn wir zu Tische sitzen, so ist wieder sie es, die unseren Speisen ihre Genießbarkeit, ihren Nutzen und ihre Würze gibt. Sie bereitet unsere Gerichte in der Küche, wie sie die Früchte in unseren Gärten kocht und zur Reife bringt. Die angenehmen Gäfte, die das Blatt des Theebaums, oder die Beere der Kaffeestaude, oder die Cacaobohne in sich schließt, würden uns immer verborgen geblieben seyn, wenn sie uns die Wärme nicht aufgeschlossen hätte, und selbst die Bereitung aller anderen künstlichen Getränke, die uns erquicken und erwärmen, und die unsere durch Arbeit und Anstrengung ermatteten Glieder stärken, würden uns noch ein Geheimniß seyn, wenn wir, gleich dem blödsinnigen Feuerländer, mit der Erhaltung und Anwendung der Wärme auf die Körper der Natur noch unbekannt wären.

§. 23. (Verbindung des Lichts mit der Wärme.) Selbst das Licht, jene an sich so köstliche Gabe des Himmels, wie oft würden wir uns vergebens darnach sehnen, wenn dieselbe allgütige Hand, die uns dasselbe gegeben, jenes andere noch köstlichere Geschenk zurückgehalten hätte. Wenn die Sonne ihr Antlitz von uns wendet, und die Erde in Finsterniß einhüllt, wenn sie, wie in den Polargegenden, sechs volle Monate nicht wiederkehrt — woher sollen wir dann Licht nehmen? — Dann ist es die Wärme, die unsere Luft in Flammen setzt *); dann zünden wir, mit ihrer Hilfe, unsere Kerzen, unsere Lampen an, und schaffen uns künstliche Tage mitten in der tiefsten Nacht; dann lassen wir unsere Sonnen leuchten zu unseren Geschäften, zu unseren geselligen Vergnügungen, und vermehren so die Summe der Genüsse und die Länge unseres Lebens durch nützlich oder angenehm verbrachte Stunden, die wir, ohne jenes Geschenk, in dumpfer Unthätigkeit verloren oder im trägen Schlafe verträumt hätten.

§. 24. (Oberfläche oder Photosphäre der Sonne.) Indem wir nun, nach dieser Digression über die zwei wichtigsten Geschenke,

*) Bekanntlich sind unsere Flammen nichts als brennende Luft, als Theile unserer Atmosphäre, die durch die Hitze weißglühend gemacht werden.

welche wir der Sonne verdanken, wieder zu unserm Gegenstande, zu der physischen Beschaffenheit dieses Centralkörpers selbst zurückkehren, müssen wir uns vorerst auf das Wenige beschränken, was wir von der Oberfläche desselben durch Hülfe unserer Fernröhre kennen gelernt haben. Diese Oberfläche scheint ein ungeheueres, den eigentlichen Körper der Sonne umgebendes Lichtmeer zu seyn. Diese Photosphäre der Sonne ist aber, wie die Beobachtungen zeigen, in ununterwährender bestiger Bewegung, und in ihr gehen Revolutionen vor, mit welchen die unserer Stürme und Ungewitter nicht weiter verglichen werden können. Man sieht auf diesem Feuermeere öfter sehr große, schwarze Flecken entstehen, und nach wenig Tagen oder Wochen wieder verschwinden, Flecken, die unsere Erde im Durchmesser vier-, fünf- und mehrmal übertreffen. In der Nähe dieser schwarzen Flecken bemerkt man im Gegentheile häufig andere große Stellen der Sonne, die sich durch ihr stärkeres, helleres Licht auszeichnen, und daher Sonnenfackeln genannt werden. Aber auch der übrige Theil der Sonne, der weder Flecken noch Fackeln zeigt, ist beinahe nirgends gleich licht, sondern durchaus mit kleinen Schuppen oder Punkten besät, die ihren Ort immer ändern, wie man sehen kann, wenn man die Sonne mit sehr guten Fernröhren beobachtet. Dadurch gewinnt die Oberfläche der Sonne das Ansehen des Bodensapfes einer flockigen Substanz, die in einer durchsichtigen Flüssigkeit aufgelöst ist. Das Ganze leitet auf die Vermuthung, daß die Oberfläche dieses Körpers aus einem Lichtmedium besteht, mit welchem eine wohl durchsichtige, aber an sich selbst nicht leuchtende Flüssigkeit vermischt, jedoch nicht völlig durchdrungen ist, wo dann diese Flüssigkeit in dem Lichtmeere schwimmt, wie unsere Wolken in der Luft, oder wo sie dieses Lichtmeer in mächtigen Streifen durchzieht, wie das Nordlicht unsere Atmosphäre.

§. 25. (Ist die Oberfläche der Sonne ein Feuer?) Wenn aber diese Photosphäre der Sonne in der That ein Feuer seyn soll, so ist es gewiß von unserem irdischen Feuer sehr verschieden. Wie ließe sich sonst das Eis auf den höchsten Gipfeln unserer Berge, selbst in den Tropenländern, erklären? Oder wie sollte unser Feuer, auch in noch so großen Massen angehäuft, in einer

Entfernung von mehr als zwanzig Millionen Meilen noch Kraft genug besitzen, die Haut des Negers schwarz zu färben, und den Saft des Zuckerrohrs zu kochen? — Es ist sehr wahrscheinlich, daß Licht und Wärme, wenn wir sie gleich sehr oft beisammen finden, doch wesentlich zwei sehr verschiedene Dinge sind. Auch ist es bekannt, daß alle Körper unserer Erde eine eigenthümliche Wärme enthalten, die durch verschiedene Mittel aus ihnen hervorgezogen oder entbunden werden kann. Ein solches ist z. B. die Reibung. Wir erwärmen unsere Hände, wenn wir sie gegen einander reiben, und mehrere wilde Völkerschaften verschaffen sich ihr Feuer bloß durch die Reibung zweier trockenen Holzstücke. Seile und Schnüre an unseren Maschinen entzündeten sich zuweilen durch heftige Reibung, so wie die Achsen unserer Räder durch schnelles Fahren. Unsere Bohrer, besonders die zum Durchbohren der Steine und Metalle bestimmten, werden durch anhaltende Reibung oft bis zum Glühen heiß, und müssen darum durch stets zufließendes Wasser immerwährend abgekühlt werden.

Hierher gehört auch zum Theil das Erhitzen der Körper durch schnell wiederholte, starke Schläge. Ein Stück Metall wird, wenn es auf den Amboss gelegt und eine Zeit durch kalt geschmiedet wird, sehr oft bis zum Glühen erhitzt. Unser gewöhnliches Feueranschlagen durch Stahl und Stein ist eine ähnliche Erwärmung durch Reibung, die durch das Zusammenschlagen beider Körper verursacht wird, wo dann kleine Stückchen Stahl durch den Stein abgeschlagen und in der Luft geschmolzen werden. Ein anderes Mittel, die Körper zu erwärmen, oder eigentlich die in ihnen latente Wärme zu entwickeln, ist das Zusammenpressen derselben in einen kleineren Raum. Unsere Luftfeuerzeuge, die Mallet erfunden hat, geben davon ein allgemein bekanntes Beispiel. Wenn der Stempel in den Röhrchen dieser Maschinen die unter ihm befindliche atmosphärische Luft, durch das Herabdrücken desselben, auf einen zwölftel kleinern Raum verdichtet, so entsteht dadurch schon eine Wärme von 123 Grad R., die hinlänglich ist, Zunder in Brand zu setzen, und selbst leichtflüssige Metallgemische zu schmelzen.

Eben so kann man durch chemische Einwirkung der Körper auf einander oft eine sehr große Hitze erzeugen. Wasser auf

ungelöschten Kalk gegossen, erhitzt sich bis zum Kochen. Vitriolöl oder Scheidewasser auf Eisenfeile gegossen, und noch mehr eine Mischung von Terpentinöl mit Scheidewasser, worauf Vitriolöl gegossen wird, gibt eine sehr hohe Temperatur, und selbst eine sehr heftige Flamme, die schon manchem unvorsichtigen Experimentator gefährlich geworden ist.

Aber das stärkste bekannte Entbindungsmittel der Wärme ist immer das Sonnenlicht, besonders wenn es senkrecht auf die Oberfläche der Körper wirkt, und die lezten demselben eine längere Zeit durch ausgesetzt bleiben. In den Tropenländern ist es so heiß, weil die Sonne zur Zeit des Mittags immer nahe in dem Zenithe dieser Länder steht, so wie es selbst näher bei den Polen wenigstens einige Wochen durch oft noch heißer ist, weil dann die Tage für diese Gegenden so lang sind. Wenn die Strahlen der Sonne in unsern Brenngläsern oder in Hohlspiegeln gesammelt werden, so erzeugen sie eine so große Hitze, daß die diesen Strahlen ausgesetzten Körper oft schon in wenig Augenblicken verbrennen oder sich verglasen, obschon sie sonst, wie z. B. unser Diamant, dem größten gewöhnlichen Feuer unbeschadet ausgesetzt werden können.

Es ist sehr möglich, daß die Strahlen der Sonne an sich selbst ganz kalt sind, daß sie aber die Eigenschaft haben, den Wärmestoff aus den Körpern in hohem Grade zu entwickeln, was vielleicht durch die große Geschwindigkeit bewirkt wird, mit welcher diese Strahlen an die Elemente der Körper stoßen, und dadurch entweder diese Elemente augenblicklich in einen kleineren Raum zusammendrücken, oder doch eine heftige Reibung an denselben verursachen. So kann es seyn, daß der entfernteste unserer Planeten, daß Uranus sich noch einer sehr hohen Temperatur erfreut, wenn die Körper seiner Oberfläche die Eigenschaft haben, die ihnen inwohnende Wärme schon durch wenige Sonnenstrahlen frei zu machen. Auch ist es nicht unwahrscheinlich, daß wir die Wirkungen des Lichts auf die Körper besser kennen lernen werden, wenn wir unsere Aufmerksamkeit nicht immer bloß auf die Attraction, sondern auch auf die chemischen Verwandtschaften der Körper zu dem Lichte anhaltend richten werden.

§. 26. (Temperatur auf der Oberfläche der Sonne.) Indes scheinen doch mehrere Gründe dafür zu sprechen, daß die Temperatur auf der Oberfläche der Sonne selbst ungemein groß seyn müsse.

I. Das Licht sowohl als die radiirende Wärme nimmt, unseren Beobachtungen zufolge, in demselben Maaße ab, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, so daß es z. B. in der Entfernung von 2, 3, 4.. Meilen nur mehr $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$.. von dem ist, was es in der Entfernung von einer Meile beträgt. Wenn nun die durch die Sonnenstrahlen auf unserer Erde erregte Hitze so bedeutend ist, wie stark muß sie auf der Oberfläche der Sonne selbst auf für sie gleich empfängliche Körper wirken. Man kann durch Rechnung zeigen, daß die Hitze, welche die Sonne z. B. auf eine Quadratmeile ihrer eigenen Oberfläche ausübt, über 300,000 mal größer ist, als diejenige, welche sie auf eine eben so große Stelle der Oberfläche unserer Erde äußert. Unsere Brenngläser sind weit entfernt, eine so große Hitze zu erzeugen, oder die Strahlen der Sonne 300,000 mal zu verdichten, und doch kann man in den Brennpunkten dieser Gläser Gold, Platina und selbst Diamanten schmelzen und zerstören.

II. Unsere künstlichen oder irdischen Feuer senden bekanntlich ihre Strahlen desto leichter durch das Glas, je größer, je intensiver diese Feuer sind. Ein zweimal so starkes Feuer schießt auch zweimal so viele Strahlen durch dasselbe Glas. Nun geben aber die Strahlen der Sonne mit einer ganz besondern Leichtigkeit durch das Glas. Mit dem sogenannten Actinometer, einem unserer verlässigsten physischen Instrumente, fand der jüngere Herschel, daß von je 1000 Wärmestrahlen der Sonne 816 durch eine Glasplatte von $1\frac{1}{2}$ Linie Dicke gehen, und daß von 1000 bereits durch eine solche Platte gegangenen Strahlen wieder 860 noch stark genug sind, durch eine zweite, eben so dicke Glasplatte zu gehen. Unsere irdischen Feuer sind sämmtlich weit entfernt, solche Leichtigkeit des Durchgangs zu zeigen, sie stehen daher auch wahrscheinlich dem Feuer der Sonne an Intensität eben so weit nach.

III. Wenn man eine Lichtkerze, eine brennende Fackel, ja selbst das lebhafteste irdische Feuer zwischen das Auge und die Sonne hält, so verschwinden sie gleichsam für unsern Blick, weil

ste von dem viel intensiveren Sonnenlichte absorbiert werden. Das Licht des sogenannten indischen Weißfeuers oder das des ungelöschten Kalkes blendet unsere Augen und gehört zu dem lebhaftesten Feuer, das wir hervorbringen können, und doch bemerken wir es kaum auf dem noch viel hellern Hintergrunde der Sonne.

§. 27. (Resultate der vorübergehenden Betrachtungen.) Es ist also möglich, daß der eigentliche Sonnenkörper, so dunkel er auch in den oben erwähnten schwarzen Flecken aussehn mag, in einem Zustande der heftigsten Conflagration sich befindet, doch sind dieß nur Vermuthungen, und es ist ganz eben so möglich, daß die Sonnenstrahlen ganz und gar keine eigene Wärme haben, sondern nur die in andern Körpern gebundene Wärme entwickeln, oder auch, daß der eigentliche Kern der Sonne zunächst an seiner Oberfläche mit einer das Licht vollkommen reflectirenden Decke überzogen sey, wodurch er denn von der Irradiation des obern Lichtmeeres völlig geschützt werden, und in dem Zustande einer sehr niedern Temperatur sich befinden könnte. Wenn die Dichtigkeit der Sonnenmasse mit ihrer Entfernung von dem Mittelpunkte sehr schnell abnimmt, oder wenn dieß auch nur von ihrer Atmosphäre statt hat, so würde ebenfalls keine oder doch nur wenig Hitze abwärts geleitet werden. Vielleicht ist jene graue Wolkenschichte, mit welcher die schwarzen Flecken der Sonne immer umgeben sind, eine solche vollkommen spiegelnde Fläche. Wenn aber auf der Oberfläche dieser Himmelskörper in der That immer so viel Hitze durch Radiation ausgeschieden wird, so würde dadurch allein schon der Zustand der heftigen Agitation zu erklären seyn, welche die Oberfläche der Sonne immerwährend, wie ein vom Sturme gepeitschtes Meer, bewegen, ohne daß man deswegen, wie andere gethan haben, zu chemischen Kräften seine Zuflucht zu nehmen braucht.

§. 28. (Erhaltung dieses Zustandes der Sonne.) Wodurch erhält sich aber diese immerwährende Verbrennung, wenn sie anders in der That statt hat, auf der Oberfläche der Sonne? — Wir wissen es nicht und es ist hier, wie in so vielen andern Fällen, am besten, seine Unkenntniß der Sache offen zu gestehen. Wird diese nie aufhörende Entwicklung von Licht und Wärme durch eine stetige Reibung oder durch immerdauernde electrische

Entladungen bewirkt? Wie man immer diese Erscheinungen zu erklären versucht, so sollte man doch die etwas zu krasse Vorstellung eines eigentlichen ponderablen Futters zu vermeiden suchen, da wir selbst auf der Erde viele Feuer ohne diese Nahrung kennen. Unser Küchenfeuer mag immerhin ausgehen, wenn nicht immer frisches Holz zugelegt wird. Auf eine ähnliche Art läßt Newton der Sonne durch die in sie stürzenden Kometen von Zeit zu Zeit neue Nahrung zuführen. Allein wie viele Mittel mag die Natur besitzen, Licht und Wärme auch ohne solche äußere Hülfe zu entwickeln und selbst sehr lange zu erhalten. Es ist bekannt, daß die Electricität, wenn sie eine sehr verdünnte Lust durchzieht, Licht, also wohl auch Wärme gibt. Warum sollte nicht ein solcher electricischer Strom auch die Sonne umgeben? Warum sollte unser Nordlicht nicht vielleicht etwas Aehnliches für unsere Erde seyn können?

§. 29. (Abnahme des Sonnen-durchmessers.) Wer bürgt uns übrigens dafür, daß die Größe der Sonne durch ihr immerwährendes Ausscheiden der Lichtmaterie in der That in steter Abnahme begriffen ist? Wir haben diese Abnahme noch nicht beobachtet, allein wie lange ist es denn, daß wir den Durchmesser der Sonne so genau kennen? — Seit der Erfindung der Fernröhre, oder eigentlich, seit der Anbringung der Mikrometer an diese Fernröhre, d. h. seit dem Jahre 1640, von welcher Epoche sich unsere bessern Beobachtungen datiren. Ja selbst jezt noch kennen wir diesen Durchmesser der Sonne nicht bis auf eine Secunde, d. h. wir sind in dem wahren Werthe desselben wenigstens noch auf 100 deutsche Meilen ungewiß. Wenn daher der wahre Durchmesser seit den lezten zwei Jahrhunderten auch um 2,280,000 Fuß abgenommen hätte, so würden wir jezt den scheinbaren Durchmesser nur um eine Secunde, d. h. um eine Größe kleiner sehen, über die unsere besten Beobachter noch ganz in Zweifel sind. Ja wenn der wahre Durchmesser der Sonne selbst täglich um einen Fuß kleiner würde, so würde dieß in dem scheinbaren Durchmesser erst nach 12,000 Jahren eine Verminderung von zwei Secunden erzeugen. Demungeachtet kann man nicht läugnen, daß diese Abnahme, so klein sie auch an sich selbst seyn mag, in der Folge von vielen Jahrtausenden endlich beträchtlich werden muß, selbst

wenn man annimmt, daß die einzelnen Elemente eines jeden Sonnenstrahls vielleicht durch tausende von Meilen von einander getrennt seyn mögen. Daß Sonnenlicht ist über 300,000 mal stärker, als das des Vollmonds, und nahe 800 Millionenmal so stark, als das des Sirius. Auch scheidet die mit ihrem Lichte wenigstens scheinbar sehr verschwenderische Sonne viel mehr Licht aus, als zur bloßen Beleuchtung und Erwärmung der Planeten nöthig ist, so daß man versucht wird, zu glauben, daß diese Erleuchtung wenigstens nicht der einzige Zweck dieses Lichtes seyn kann, ebenso wie die Erleuchtung der Erde zur Nachtzeit gewiß nicht der Zweck des Mondes ist, was wir an einem andern Orte gezeigt haben. Auf der Peripherie der Erdbahn würden über 70,000 Erden, jede der unsern an Größe gleich, Raum haben, und alle von der Sonne gleich stark erleuchtet und erwärmt werden können, während diese Wohlthat jetzt nur dieser einzigen Erde zu gut kommt. Allein selbst bei dieser anscheinenden Verschwendung, die ohne Zweifel nur in unserer Unkenntniß des Gegenstandes gegründet ist, wird es der Natur nicht an Wegen fehlen, auf welchen sie diesen Verlust des Lichtes, wenn es überhaupt noch ein Verlust ist, wieder ersetzen kann: das Zurückwerfen des erhaltenen Sonnenlichts von den Planeten, das eigene Licht der unzähligen Fixsterne, die Annäherung der Kometen, von denen viele nur aus Lichtstoff gewebt zu seyn scheinen u. dgl., so daß unter allen diesen Körpern des Himmels nicht sowohl der Gewinn und Verlust des Einzelnen, als vielmehr nur der gegenseitige Austausch des Lichtes in Betrachtung kommen soll. Endlich, wenn das Licht nicht in der Emanation eines eigentlichen Körpers, sondern nur in der Vibration eines die Sonne umgebenden Mediums bestehen sollte, so fällt ohnedieß jede Abnahme der Sonne durch Ausscheidung ihrer Lichtmasse von selbst weg.

§. 30. (Beschreibung der Sonnenflecken.) Nach diesen allgemeinen Betrachtungen wollen wir nun zu einer nähern Beschreibung der bereits oben erwähnten Sonnenflecken übergehen.

Wenn man die Oberfläche der Sonne durch ein Fernrohr betrachtet, daß zur Schützung des Auges mit einem gefärbten Vanglase versehen ist, so bemerkt man auf ihr häufig größere oder kleinere, meistens sehr unregelmäßige dunkelschwarze Flecken,

mit einem aschfarbenen, gewöhnlich überall gleich breiten Rand eingefasst. Diese Flecken verändern meistens ihre Gestalt und selbst zuweilen ihren Ort auf der Sonne. Wenn man sie von Stunde zu Stunde verfolgt, so sieht man sie an Umfang wachsen oder kleiner werden, verschiedene Gestalten annehmen, aus einander brechen und gleichsam zerreißen und wieder zusammen fließen und oft selbst gänzlich verschwinden. In dem letzten Falle, wenn der Flecken sich unserm Auge ganz entzieht, wird immer zuerst der schwarze Centralpunkt allmählig kleiner und verschwindet lange vor dem aschgrauen Rande. Der ganze Anblick dieser Erscheinung scheint auf einen flüssigen Zustand der Oberfläche der Sonne und auf sehr heftige Bewegungen zu deuten, die auf ihr vorgehen.

Diejenigen unter ihnen, welche längere Zeit ohne beträchtliche Veränderungen ihrer Form dauern, — und man sieht zuweilen solche, die man nach vier und sechs Wochen wieder deutlich als dieselben erkennen kann, — zeigen im Allgemeinen folgende Erscheinungen. Man sieht die eigentlichen schwarzen Flecken in einer meistens länglichen Gestalt an den linken oder östlichen Rand der Sonne eintreten und sich von da langsam gegen den westlichen Rand bewegen, den sie gewöhnlich am dreizehnten Tage nach ihrer ersten Erscheinung erreichen, und dann eben so lange unsichtbar werden, bis sie am Ende dieser Periode wieder an der frühern Stelle des östlichen Randes hervortreten. Je näher sie dem Mittelpunkte der Sonne kommen, desto breiter scheinen sie zu werden, während sie an den beiden Rändern der Sonne sehr schmal sind.

§. 31. (Was diese Sonnenflecken seyn mögen?) Da sie sich alle mit nahe derselben Geschwindigkeit von Ost gen West auf der Sonnenscheibe bewegen, so können sie nicht solche Körper seyn, wie unsere Wolken, die von den Winden nach allen Seiten und mit verschiedener Geschwindigkeit bewegt werden. Sie können auch keine eigenen Himmelskörper seyn, die die Sonne umkreisen, wie etwa der Mond die Erde, weil sie am Rande der Sonne immer schmaler, als in dem Mittelpunkte derselben erscheinen. Sie müssen also der Oberfläche der Sonne selbst angehören und in derselben sich aufhalten und die bemerkte Bewegung derselben von Ost gen West kann nur von einer Bewegung der Sonne

selbst kommen, die auf der uns abgewendeten Seite von West gen Ost vor sich geht und die daher diese Körper auf ihrem Wege um den Mittelpunkt der Sonne mit sich führt.

§. 32. (Größe der Sonnenflecken.) Diese Flecken sind zuweilen ungemein groß. Es ist schon oben gesagt worden, daß auf der Oberfläche der Sonne eine gerade auf unsern Gesichtsstrahl senkrechte Linie von hundert deutschen Meilen in der Länge, uns unter dem Winkel von einer Secunde erscheint. Ein Kreis von diesem Durchmesser auf der Oberfläche der Sonne würde also ~~51,416~~²³⁸⁰ deutsche Quadratmeilen enthalten. Tobias Mayer sah am 15. März 1758 einen solchen Flecken, der nach seinen Beobachtungen den zwanzigsten Theil des Sonnendurchmessers, also 90 Secunden betrug. Der wahre Durchmesser desselben hatte also 9000 deutsche Meilen, war demnach fünfmal größer als der Durchmesser unserer Erde. Der ältere Herschel sah im Jahre 1779 einen schon mit bloßen Augen bemerkbaren Flecken, von dem das größere Stück, denn er bestand aus mehreren hart an einander liegenden Theilen, 70 Secunden, und das Ganze 270 Secunden im Durchmesser betrug. Der wahre Durchmesser dieses Fleckens hatte also 27,000 deutsche Meilen, oder er war 15 mal größer, als der Durchmesser der Erde, und seine Oberfläche betrug über 730 Millionen Quadratmeilen. Wenn ein solcher Flecken in der Zeit von drei Wochen verschwinden soll, so müssen die Ränder desselben täglich einen Weg von 1400, und in jeder Stunde einen Weg von 58 Meilen zurücklegen, also die Geschwindigkeit unserer heftigsten Stürme mehr als achtmal übertreffen. Man sieht schon daraus, welche Revolutionen auf der Oberfläche der Sonne vorgehen mögen. Es scheint aber, daß diese Flecken zuweilen noch viel größer sind, als die erwähnten. So erzählt Albusaradge in s. Historia Dynast., daß i. J. 535 das Licht der Sonne durch 14 Tage verdunkelt war, und daß i. J. 626 die Hälfte der Sonnenscheibe durch längere Zeit ganz schwarz erschien.

Bemerken wir noch, daß man die oben erwähnten Fackeln, oder die hellstreifigen Stellen der Sonne immer nur in der Nähe der Flecken sieht, und daß oft mitten aus diesen Fackeln sehr dunkle Flecken hervorbrechen, so wie im Gegentheile wieder an

denselben Stellen, auf welchen frühere Flecken verschwunden sind, häufig Faceln zu erscheinen pflegen.

§. 35. (Hypothesen über die Sonnenflecken.) Allein was sind diese Flecken? — Die Meinungen der Astronomen waren lange darüber getheilt. Zuerst glaubte man, daß es opake Auswürfe, gleichsam Schlacke oder Sonnenvulkane wären. Andere, wie Scheiner, hielten sie für dunkle Planeten oder Satelliten der Sonne, die sich, so wie Merkur und Venus, nur in geringeren Entfernungen um die Sonne bewegen. Man wollte daher diesen Planeten auch besondere Namen geben. So nannte sie der Astronom Tarde die *lunas Borbonicas*, und Maupertuis die *sidera austriaca*, weil sie Scheiner, ein österreichischer Jesuit, entdeckt haben sollte. Galilei, dem vorzüglich ihre Veränderlichkeit auffiel, hielt sie für Wolken, die in der Sonnenatmosphäre schwimmen. Andere endlich waren der Ansicht, daß das die Sonne bedeckende Lichtmeer einer Art von Ebbe und Fluth unterworfen sey, durch welche zuweilen die unteren Gegenden, Theile jenes Meeresbodens, oder auch früher bedeckte Berge, bloß gelegt werden. Man sieht, daß diese Meinungen keiner umständlichen Widerlegung bedürfen.

Die letzte Ansicht besonders schien demungeachtet selbst Lalande sehr annehmbar, obschon er einige Modificationen an dieselbe angebracht hatte. Er hält diese Flecken für Bergspitzen, die über die Lichtsphäre der Sonne sich zu erheben scheinen, wenn die letzte sich zuweilen gegen den Mittelpunkt herabzieht. Die oben erwähnte graue Einfassung erklärt er dadurch, daß dieses Lichtmeer, wo es den Berg berührt, in größeren Entfernungen von dem Gipfel, allmählig tiefer wird, und immer weniger von dem an sich dunkeln Berge durchschimmern läßt. Allein dagegen spricht die ganz gleichförmige Schattirung des oft sehr breiten Randes, die doch, wenn jene Erklärung richtig wäre, nur allmählig lichter werden müßte, so wie auch die scharfe Begrenzung der beiden Seiten dieser Ränder.

Der ältere Herschel suchte diese Erscheinungen durch eine dreifache Kugelschale zu erklären, die den ebenfalls kugelförmigen, aber an sich dunklen Körper der Sonne umgeben soll. Nach seiner Darstellung (*Philos. Transact.* 1801) besteht die erste oder äußerste sphärische Umgebung der Sonne aus einem Lichtmeer

(Photosphäre), welche durch eine zweite, unter ihr liegende, äußerst elastische und transparente Umgebung immer in einer großen Höhe über der Sonne erhalten wird. Unter dieser zweiten liegt endlich eine wolkenartige, dunkle Schichte. Durch die Revolutionen, welche auf der obersten Lichtsphäre vor sich gehen, und die sich auch den beiden andern, tiefer liegenden Einbüllungen der Sonne mittheilen, durch die heftigen Schwankungen, denen dieses Lichtmeer ausgesetzt ist, trennt es sich zuweilen an einzelnen Stellen, wo es gleichsam Risse bekömmt. Durch die Höhlen, die auf diese Weise in der höchsten Sonnenschichte entstehen, und um welche sich die Lichtmaterie dieser Schichte gleichsam in Wänden aufthürmt, durch diese Höhlen dringen nun die Strahlen der leuchtenden Wände, erbellen dadurch, nachdem sie durch die transparente zweite Hülle ungehindert durchgedrungen sind, die unterste, dunkle Wolkenchichte, und bilden auf diese Weise jenen aschgrauen Rand. Da diese Spalten oder Risse, wie gesagt, meistens allen drei Umgebungen der Sonne gemeinschaftlich sind, so wird dadurch auch der unterste Körper, der eigentliche Kern der Sonne, unsern Augen bloßgelegt, aber dieser kann von den erwähnten lichten Wänden der obersten Lichtsphäre nicht mehr beleuchtet werden, weil er von den ihm zunächst liegenden Wolken der dritten oder untersten, dunklen Schichte beschattet wird, wodurch also die eigentliche schwarze Stelle des Fleckens erzeugt wird. — Diese Erklärung thut den Erscheinungen, so weit wir sie kennen, allerdings genug, und sie wird daher auch als die beste und sinnreichste von allen, die man bisher aufgestellt hat, angesehen.

J. 34. (Entdeckung der Sonnenflecken.) Die Ehre der ersten Entdeckung der Sonnenflecken, die bald nach der Erfindung der Fernröhre statt hatte, scheint dem Engländer Harriot zu gehören. Baron Zach sah in den hinterlassenen Papieren dieses Astronomen Beobachtungen von Sonnenflecken, die mit dem 8. Dezember 1610 angingen. (Verl. Ephem 1788 p. 154). Allein diese Beobachtungen blieben, wenigstens auf dem Festlande Europas, sehr lange unbekannt. Der berühmte Arzt Averroes von Cordova, der im zwölften Jahrhunderte lebte, hat wohl der erste einen großen Sonnenfleck mit freyen Augen gesehen, aber die Sache erregte keine Aufmerksamkeit und hatte um so weniger Folge, als

er, ob schon mit Unrecht, diesen Flecken für den Planeten Merkur hielt.

Das erste Werk, welches über diesen Gegenstand erschien, ist das des Joh. Fabricius Phrysius (eines Friesländers) unter dem Titel: *De maculis in sole observatis*. Wittemberg. 1611. Er erzählt, daß er eines Morgens einen schwarzen, auf der einen Seite grauen Flecken in der Sonne bemerkt, und denselben anfangs für eine Wolke gehalten habe. Nachdem er ihn aber wiederholt an demselben Tage, und mit verschiedenen Fernröhren, immer an derselben Stelle gefunden hatte, fing er an, an der wolkenartigen Natur dieser Erscheinung zu zweifeln. Bald darauf erhob sich die Sonne schon zu sehr über den Horizont, und man konnte sie, ohne Besorgniß für seine Augen, nicht mehr ansehen^{*)}. Nicht ohne Furcht brachte er die folgende Nacht zu, da ihn der Argwohn, daß es nur eine vorübergehende Wolke seyn könnte, noch immer nicht ganz verlassen hatte. Desto größer war seine Freude, als er am folgenden Morgen seinen Gast wieder, und beinahe an derselben Stelle der Sonnenscheibe erblickte. Jetzt ließ er die Sonnenstrahlen durch eine kleine Oeffnung seines Fensterladens, in einem verfinsterten Zimmer, auf eine weiße Tafel fallen, und konnte auf diese Weise das Bild der Sonne und des Fleckens auf dieser Tafel den ganzen Tag durch beobachten. Er bemerkte bald, daß der Flecken sich von Ost gen West langsam

^{*)} Man kannte damals noch nicht die gefärbten Plangläser, die man jetzt vor die Oculare der Fernröhre stellt, um das Licht der Sonne zu dämpfen. Scheiner bediente sich um dieselbe Zeit zu seinen Sonnenbeobachtungen eines eigenen Fernrohrs, dessen Objectiv und Ocular aus gefärbtem Glase gemacht war. Andere schlugen mehrfach über einander gelegte Spinnengewebe vor, die man nach Art eines Schleiers über das Objectiv breitete. Auf jene gefärbten Plangläser scheint man erst spät gekommen zu seyn, da man sie nicht satt genug zu färben verstand, da man nicht darauf dachte, mehrere derselben über einander zu legen, und da man auch fürchtete, daß dadurch die Bilder der Gegenstände verzogen werden. Huyghens schlug einfache Spiegelgläser dazu vor, die man auf der einen Seite mit Lampenruß ungleich beräucherte, und dann mit einem zweiten ähnlichen Glase bedeckte, um die berußte Seite des andern ungefürt zu erhalten.

fortbewege. Auch kamen in den nächsten Tagen noch mehrere andere Flecken zu dem ersten, die alle dieselben Erscheinungen zeigten. Etwas später verschwand der erste Flecken an dem westlichen Rande der Sonne, und nach etwa zwei Wochen sah er ihn an dem östlichen Rande wieder eintreten. Er schloß daraus mit Recht, daß diese Flecken sich um der Sonne Mittelpunkt bewegen. Seine Freude über diese Entdeckung wurde dadurch etwas vermindert, daß er die Veränderlichkeit der Gestalt dieser Flecken, ja sogar ihr völliges Verschwinden in der Mitte der Sonnenscheibe bemerkte, und daß also diese Flecken keine permanenten Körper sind. Demungeachtet zieht er aus seinen Beobachtungen mit Recht den Schluß, daß die Sonne sich um sich selbst drehen müsse, wie dieß schon Jordan Bruno (der i. J. 1600 wegen seiner zu liberalen religiösen Gesinnungen lebendig verbrannt wurde), und später auch Kepler behauptet hatte.

Der bereits erwähnte Jesuit, Christoph Scheiner aus Schwaben, suchte die Entdeckung der Sonnenflecken für sich zu vindiciren. Sein Werk, *Rosa Ursina*, welches die Beobachtungen dieser Flecken enthielt, erschien aber erst i. J. 1630 zu Bracciano in Italien. Er soll den ersten Flecken zu Ingolstadt, wo er Professor war, im März 1611 gesehen und ihn seinen Zuhörern gezeigt haben. Die Nachricht davon verbreitete sich, wie er sagt, sehr schnell, und er wurde von mehreren Freunden dringend ersucht, seine Entdeckungen bekannt zu machen, allein er wurde daran durch die Betrachtung gehindert, daß die Sache zu neu und mit den Grundsätzen der Philosophie seiner Zeit nicht im Einklange erscheinen müßte. Flecken oder Fehler in der Sonne zu sehen, schien allen bisher gehegten Ideen von diesem Gestirne, dem Sinnbilde der höchsten Reinheit, zu widersprechen. Demungeachtet wollte er es endlich wagen, seine Beobachtungen öffentlich mitzutheilen, aber sein Provinzial, Theodor Busäus, ein peripatetischer Zelot, hielt ihn davon zurück, indem er ihm sagte: „Von solchen Dingen habe ich nichts in meinem Aristoteles gelesen: „das sind bloße Einbildungen oder Fehler deines Auges, oder „endlich deiner Gläser, mein Sohn, und du wirst besser thun, „diese Sache bei dir zu behalten.“ — Demungeachtet konnte Scheiner nicht ganz schweigen, und gab daher seinem Freunde

Welfer, Bürgermeister von Augsburg, im Dezember 1611 in drei Briefen, von seiner Entdeckung Nachricht, welche Briefe denn der letzte im Januar 1612 unter dem angenommenen Titel: *Apelles post tabulam* drucken ließ.

Auch Galilei hatte diese Flecken schon im Anfange des Jahres 1611, also nahe gleichzeitig mit Fabricius gesehen, und darüber sogleich sehr richtige Ansichten aufgestellt. Später entwickelte sich ein heftiger Streit zwischen Galilei und Scheiner, indem der erste den andern des Plagiats beschuldigte, und behauptete, die Sonnenflecken vor allen zuerst gesehen zu haben. Wie dieß auch seyn mag, Scheiner hat wenigstens die Sonnenflecken mit fortgesetztem Fleiße beobachtet. Sein Werk enthielt 774 Foliosseiten, die ganz diesen Beobachtungen gewidmet sind, und man sieht, daß er auch die Theorie dieser Flecken, und ihre Bewegungen richtig aufgefaßt hatte. Galilei lobte ihn früher selbst wegen seines hohen und seltenen Talents, und Hevel, dem in dieser Sache wohl ein Urtheil zustand, nennt ihn einen Mann *incomparabilis et omnigenae eruditionis, qui hac in re omnibus palmam praeripuit*. Scheiner beobachtete die Sonnenflecken unausgesetzt, von dem Jahre 1618 bis 1627, durch neun Jahre, und reduzirte alle seine Beobachtungen auf die Ecliptik. Wir werden bald sehen, zu welchem Zwecke diese Beobachtungen eigentlich angestellt worden, und daß eben diesem Zwecke die bereits erwähnte Veränderlichkeit dieser Flecken sehr hinderlich ist. Es wäre sehr zu wünschen, daß man unter den vielen, die oft in kurzer Zeit erscheinen, nur wenigstens einen herausfinden könnte, der weder seine Gestalt, noch seinen Ort auf der Sonnenscheibe beträchtlich änderte, und den man durch mehrere Revolutionen mit Genauigkeit verfolgen könnte. Aber Flecken dieser Art scheinen sehr selten zu seyn. Derjenige, den man unter allen bisher gesehenen noch am längsten beobachten konnte, war der vom Ende des Jahres 1676, welchen Cassini durch volle 70 Tage, also durch nahe drei volle Revolutionen verfolgte.

§. 32. (Sonnenflecken, als Mittel, die Rotation der Sonne zu bestimmen.) Wenn diese Flecken in der That mit der Oberfläche der Sonne, auf irgend eine Weise, wenigstens auf einige Zeit, in fester Verbindung stehen, so kann man sich ihrer als

eines Mittels bedienen, die Umdrehung der Sonne um ihre Achse, und zugleich die Lage dieser Achse im Weltraume, zu bestimmen. Auch hat man diesen Versuch sehr bald nach der Entdeckung der Sonnenflecken gemacht, und die Sonne war auch unter allen Himmelskörpern der erste, dessen Rotation man auf diese Weise erkannt und bestimmt hat.

Man bemerkte bald, daß die Wege, welche diese Flecken auf der Sonnenscheibe beschreiben, in verschiedenen Jahreszeiten auch eine verschiedene Gestalt und Krümmung haben. Am Ende des ersten Dritttheils des Junius und des Decembers, erscheinen sie als gerade Linien; in allen andern Jahreszeiten sind sie krumme Linien, und zwar wenden sie ihre erhabene oder convexe Seite ein halbes Jahr gegen Nord oder aufwärts, und die folgenden sechs Monate gegen Süd oder abwärts. Ihre stärkste Krümmung nach oben haben sie im August, und nach unten im Februar. Endlich bemerkte man noch, daß die Zeit zwischen zwei nächsten Durchgängen der Flecken durch denselben östlichen oder westlichen Rand der Sonne nahe 27 Tage betrage. Diese Beobachtungen reichen schon hin, uns mit den Umständen der Rotation der Sonne um ihre Ase wenigstens im Allgemeinen bekannt zu machen.

Wenn die Sonne sich um eine Ase dreht, so müssen alle Punkte ihrer Oberfläche, also auch die Sonnenflecken, Kreise beschreiben, deren Ebenen auf dieser Ase senkrecht stehen, und deren Mittelpunkte alle in dieser Ase liegen müssen. Von diesen Kreisen wird derjenige, der durch den Mittelpunkt der Sonnenkugel geht, oder der gleichweit von den beiden Polen der Ase entfernt ist, der größte seyn, und wir werden ihn daher, analog mit der Erde, den Sonnenäquator nennen können. Dieser größte Kreis der Sonne, und somit auch alle andern, mit ihm parallelen Kreise der Sonnenflecken, wird nun den Beobachtern auf der Erde unter verschiedenen Gestalten erscheinen können, I. als eine gerade Linie, wenn wir nur seine Kante sehen, oder wenn die Ebene des Sonnenäquators mit der Ecliptik zusammenfällt. II. Als ein eigentlicher Kreis, wenn unsere Gesichtslinie auf dem Sonnenäquator senkrecht steht, oder wenn der Sonnenäquator gegen die Ecliptik, unter einen Winkel von 90 Graden geneigt ist, und endlich III. als eine Ellipse, wenn wir den Sonnenäquator nur

schief stehen, oder wenn er eine Neigung gegen die Ecliptik hat, die größer als Null und kleiner als 90° ist.

§. 36. (Wie uns die Bahnen der Sonnenflecken erscheinen.) Der letzte dieser drei Fälle ist der, in welchem sich die Erde in Beziehung gegen die Sonne befindet. Wir sehen die an sich kreisförmigen Bahnen der Sonnenflecken im Allgemeinen als Ellipsen, also müssen sie, und daher auch der, ihnen allen parallele Aequator, in einer, gegen unser Auge, schiefen Lage stehen. Da aber unser Auge selbst sich, sammt der Erde, um die Sonne bewegt, so kann jene Lage gegen uns eine veränderliche seyn, selbst wenn, wie es sehr wahrscheinlich ist, die Lage des Sonnenäquators gegen die feste Ecliptik, ebenfalls fest und unveränderlich wäre.

Da dieser Aequator, dessen Ebene man sich, wie eine endlose Tafel, nach allen Seiten unbegrenzt verlängert denken kann, mit der Ebene der Ecliptik, in welcher sich die Erde bewegt, nicht zusammenfällt, so wird die Erde, während ihrer Bewegung um die Sonne, ein halbes Jahr über, und eben so lange unter diesen Aequator, und nur zwei Augenblicke im Jahre wird sie in der Ebene dieses Aequators selbst sich aufhalten müssen. In diesen beiden letzten Momenten werden uns demnach die Bahnen der Flecken als gerade Linien erscheinen müssen, und da dieß, wie gesagt, am 10 Junius und am 10 Dezember geschieht, wo die Länge der Erde, von der Sonne gesehen, 258 und 78 Grade beträgt, so muß die durch die Sonne gehende Knotenlinie des Sonnenäquators mit der Ecliptik auch dieselbe Länge haben. Kennt man aber einmal diese Durchschnittslinie beider Bahnen, so wird man durch einige leichte geometrische Betrachtungen auch bald den Winkel finden, unter welchem diese Bahnen gegen einander geneigt sind. Man sieht, daß die Beobachtung der größten Krümmungen jener Curven, im Februar und August, dazu vorzüglich geschickt seyn wird. Auf diese Weise hat man gefunden, daß die Länge des aufsteigenden Knotens des Sonnenäquators (§. I.) mit der Ecliptik 258 Grade, und daß die Neigung dieser beiden Ebenen etwas über 8 Grade beträgt, wodurch nun die Lage des Sonnenäquators im Weltraume vollkommen bestimmt ist.

§. 37. (Rotationszeit der Sonne.) Noch ist die Beantwortung der Frage übrig, in welcher Zeit sich die Sonne um ihre Axe

bewegt. — Wir haben bereits gesehen, daß die Zeit zwischen den zwei nächsten Erscheinungen oder Verschwindungen eines Fleckens an dem Sonnenrande 27 Tage beträgt. Dieß ist aber noch nicht die wahre Rotationszeit der Sonne, denn da die Erde in ihrer jährlichen Bewegung in 27 Tagen auch nahe 27 Grade zurücklegt, so muß der Flecken in 27 Tagen nicht bloß den ganzen Umfang der Sonnenkugel, nämlich nicht bloß 360 Grade, sondern noch 27 Grade mehr zurückgelegt haben, um das zweitemal am östlichen Rande der Sonne zu erscheinen, so daß man daher die Proportion hat

$387^{\circ} : 360^{\circ} = 27\text{T.} : x\text{T.}$
 oder, da x gleich 25,12 Tage ist, so beträgt auch die Umlaufszeit der Sonne um ihre Ase 25 Tage und nahe 3 Stunden.

Uebrigens müssen wir bemerken, daß die Astronomen noch immer weder jene Lage des Sonnenäquators, noch auch diese Rotationszeit derselben genau kennen, weil diese Beobachtungen der Sonnenflecken, wegen der bereits erwähnten Veränderlichkeit derselben, sehr schwer mit der hier nöthigen Genauigkeit aufzustellen sind, aus welcher Ursache auch nur wenige Astronomen der neuern Zeit dem Gegenstande die Aufmerksamkeit gewidmet haben, deren er sonst in einem so hohen Grade würdig ist, da es in vielen andern, sehr wichtigen Beziehungen von dem größten Interesse seyn würde, die Position dieses Äquators sowohl, als auch die Veränderungen, welchen dieselbe ohne Zweifel unterworfen ist, näher kennen zu lernen.

§. 38. (Einfluß der Sonnenflecken auf unsere Witterung.) Noch dürfen wir hier der sehr verbreiteten Meinung Erwähnung thun, daß die Sonnenflecken einen bedeutenden Einfluß auf unsere Witterung haben sollen. Allein es fehlt uns noch an lange genug fortgesetzten Beobachtungen, um diesen Einfluß verbürgen zu können. Wenn dieser Flecken so viele erscheinen, daß sie, wie vielleicht in den bereits oben erwähnten zwei Jahren des sechsten und siebenten Jahrhunderts, große Theile der Sonne bedecken, so kann dann eine Wirkung derselben auf unsere Witterung wohl nicht bezweifelt werden. Uebrigens hat man in der Erscheinung dieser Flecken bisher nichts Regelmäßiges entdeckt. Nur selten findet man die Sonne ganz frei von ihnen, aber auch eine große

Anzahl gleichzeitiger Flecken gehört zu den seltenen Erscheinungen. Scheiner hat einmal über fünfzig an einem Tage bemerkt, obschon er zu einer andern Zeit oft wieder Monate durch kaum einen einzigen etwas beträchtlicheren sehen konnte. Lalande war der Meinung, daß es besondere Stellen der Sonne gebe, die für die Bildung der Flecken vorzüglich günstig sind, allein auch diese Bemerkung hat sich nicht bestätigt, obschon es übrigens bekannt ist, daß man diese Flecken gewöhnlich nur in der Nähe des Aequators der Sonne, bis nahe dreißig Grade zu beiden Seiten desselben, sieht, so, daß sie also gleichsam ihren eigenen Zodiacus zu haben, und daß ihre Entstehung mit der Rotation der Sonne, die in der Nähe des Aequators am schnellsten ist, in irgend einer Verbindung zu stehen scheint.