

Ueber die physische

Beschaffenheit der Sonne.

Von

DR. THEODOR OPPOLZER.

Vortrag, gehalten am 3. December 1866.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass die meisten Resultate der astronomischen Forschung in Bezug auf Genauigkeit und Sicherheit wenig zu wünschen übrig lassen; das Gebiet der Astronomie, welches wir aber heute betreten, erfreuet sich keineswegs einer so festen Grundlage, dass die in demselben gewonnenen Resultate und Schlüsse unbedingtes Vertrauen verdienen; die Ansichten über die physische Beschaffenheit der Sonne bei verschiedenen Forschern sind sehr verschieden, manchmal sogar im directen Widerspruche mit einander, und es ist bis zur Stunde kaum möglich, das Richtige mit Bestimmtheit herauszufinden. Vor wenig Jahren bestand noch nicht dieser Widerstreit der Ansichten, man huldigte allgemein der Wilson'schen Photosphären -Hypothese, der Herschel's Autorität den Eingang verschaffte; diese Annahme über die physische Beschaffenheit der Sonne wurde mit einer solchen Sicherheit vorgebracht, dass jeder Unbefangene meinen musste, diese Lehre stehe auf so festen Grundlagen, wie die meisten übrigen Gebiete der Astronomie. Die Entdeckungen der Neuzeit haben neue Gesichtspunkte in fast allen Naturwissenschaften erschlossen, und gerade in dem heute

zu besprechenden Gegenstände haben diese Entdeckungen eine totale Revolution der Ansichten hervor gebracht. Die in dieser Richtung angestellten Forschungen sind zu neu, als dass alle fraglichen Punkte durch befriedigende Antworten gelöst werden könnten; ich werde mich bemühen, in Folgendem diese Resultate mitzutheilen, und so weit es nöthig scheint, zu begründen suchen.

Die Angabe über die Dimensionen, Masse und Dichte der Sonne sind für unsern Zweck von mehr untergeordnetem Interesse. Da man diese Grössen durch die Beobachtung mit Hilfe einiger mathematischer Schlüsse erhält, also als gesichertes Resultat betrachten kann, so will ich blos die wichtigsten numerischen Werthe der oben angeführten Grössen anführen.

Die Sonne ist eine Kugel, deren Durchmesser circa $18\frac{1}{2}$ tausend Meilen ist, also 107 mal grösser als der unserer Erde.

Um sich von der Grösse dieser Dimension einen beiläufigen Begriff zu machen, sei das häufig gebrauchte Bild erwähnt, dass nahezu die doppelte Entfernung des Mondes von der Erde dem Sonnenhalbmesser gleich kommt. Die Sonne hat daher circa einen $1\frac{1}{4}$ Millionenmal grösseren Cubikinhalte als die Erde; da dieselbe aber die 314.000fache Masse besitzt, so schliessen wir, dass die Sonne wesentlich weniger dicht gefügt als die Erde ist. Das durchschnittliche spezifische Gewicht der Erde ist 5.7mal grösser als das des Wassers; für die Sonne finden wir durch eine

einfache Rechnung blos das 1·4fache Gewicht des Wassers.

Diese Angaben mögen genügen, um sich beiläufig von der Dimension, Masse und Dichte der Sonne eine Vorstellung zu machen; ich führe nur noch an, dass die Anziehungskraft der Sonne auf ihrer Oberfläche 28mal grösser ist, als die der Erde; es drückt also ein Gewicht, welches auf der Erde die Unterlage mit einem Gewichte von 1 Ctnr. belastet, auf der Sonne mit einem Gewichte von 28 Ctrn. auf dieselbe; ein Mensch würde daher auf der Sonne bei einem Versuche sich aufzustellen sogleich die Beine brechen.

Die Sonne ist unsere ausgiebigste Wärme- und Lichtquelle; die genauere Analyse des Lichtes der Sonne hat uns in der Beurtheilung der physischen Beschaffenheit der Sonne um ein Wesentliches vorwärts gebracht. Verfolgen wir die hierbei angewandten Untersuchungsmethoden etwas näher.

Lässt man durch eine enge Spalte Sonnenlicht einfallen, welches man auf ein Glasprisma leitet und fängt das Licht, welches durch das Prisma hindurchging, auf einen weissen Schirm auf, so zeigt sich nicht mehr das weisse Licht der Sonne, es ist, wie man zu sagen pflegt, in die Regenbogenfarben zertheilt; das schön gefärbte Lichtbild, welches sich auf dem Schirme zeigt, nennt man das Spectrum.

Betrachtet man diese Farben mit freiem Auge, so wird man zu der Vermuthung geleitet, dass die Farbentöne successive in einander übergehen; stellt

man jedoch den Versuch höchst sorgfältig an und lässt anstatt das Spectrum auf einen Schirm aufzufangen, dasselbe direct auf das Objectiv eines Fernrohres fallen, so wird man sofort beim Durchsehen durch das Fernrohr bemerken, dass der mit dem unbewaffneten Auge wahrgenommene successive Uebergang der Farbentöne in einander nicht stattfindet; wir finden das Spectrum in der auf seiner Ausdehnung senkrechten Richtung mit zahlreichen theils breiten, theils zarten schwarzen Linien durchsetzt; die Linien sind in den verschiedenen Theilen des Spectrums verschieden angeordnet, aber bei der Analyse des Sonnenlichtes mag man dieselbe mit was immer für einem Prisma anstellen, wird man stets an den identischen Stellen des Spectrums dieselben Linien antreffen. Fraunhofer hat diese Linien zuerst einer etwas eingehenderen Prüfung unterworfen, und man nennt daher diese dunklen Streifen die Fraunhofer'schen Linien.

Da es eine bekannte Thatsache ist, dass die Wellenlänge des rothen Lichtes, die dem einen Ende des Sonnenspectrums entspricht, länger ist, als die des violetten Lichtes, welches das entgegengesetzte Ende des Sonnenspectrums einnimmt, und dass die zwischenliegenden Farbentöne diese Wellenlänge-Unterschiede vermitteln: so kann man daraus schliessen, dass dem Sonnenlichte an der Stelle eines dunklen Streifens das Licht einer dem Punkte des Spectrums entsprechenden Wellenlänge fehlt. Es könnte sich die Frage aufwerfen, ob diese im Sonnenspectrum sich

vorfindenden Linien wirklich dem Sonnenlichte eigenthümlich sind, ob das Vorhandensein dieser bestimmten Linien nicht eine allgemeine Eigenschaft des Lichtes ist, oder ob nicht vielleicht die Entstehung dieser Linien in die Erdatmosphäre oder gar in die Substanz des Prisma's zu versetzen ist. Diese Bedenken sind in der That geäußert worden, lassen sich aber ohne Schwierigkeit zurückweisen. Beantworten wir diese Fragen einzeln; betrachten wir das Licht einer Weingeistflamme mit einem Prisma, so erhalten wir ein continuirliches Spectrum, das keine Streifen enthält; ein ähnliches Resultat wird erhalten, wenn man eine weisssglühende Eisenkugel untersucht. Mit diesem Experiment ist sowohl der Einwurf zurückgewiesen, dass die Fraunhofer'schen Linien eine allgemeine Eigenschaft des Lichtes sind, als auch der Einwurf die Streifen hätten ihre Entstehungsursache im Prisma.

Betrachten wir das Spectrum des Mondes oder eines der Planeten, so werden wir finden, dass dasselbe identisch ist, mit dem der Sonne; dies darf uns aber nicht Wunder nehmen, im Gegentheile, es ist dies ein neuer Beweis, dass die Fraunhofer'schen Linien dem Sonnenlichte eigenthümlich sind, da bekanntlich der Mond und die Planeten wenigstens der Hauptsache *) nach mit reflektirtem Lichte leuchten. Wir begegnen aber auch immer dem Einwurfe, dass

*) Zöllner nimmt für Jupiter und Saturn eine sehr schwache Lichtentwicklung an.

die Entstehungsursache der Linien in dem Medium, in dem sich die Erde befindet, zu suchen ist; betrachten wir das Spectrum der übrigen Fixsterne, so müssten wir, wenn letzterer Einwand gerechtfertigt wäre, in demselben die Spectrallinie der Sonne wiederfinden, doch dies ist durchaus nicht der Fall; im Gegentheil, das Licht eines jeden Fixsternes hat in der Regel seine ihm eigenthümliche Gruppierung der Linien. Die Fraunhofer'schen Linien sind also bestimmt eine charakteristische Eigenschaft des Sonnenlichtes.

Diese lang bekannte Thatsache hat eine wesentlich andere Bedeutung gewonnen, seitdem es geglückt ist, wenigstens theilweise das Sonnenspectrum nachzunehmen; wir haben schon oben bemerkt, dass glühende Körper, selbst wenn sie so weit erhitzt werden, bis dieselben in feurigen Fluss gerathen, ein continuirliches Spectrum liefern; anders jedoch wird das Bild, wenn sich die Hitze so weit steigert, dass der Körper in den dampfförmigen Aggregationszustand übergeht; es zeigt sich dann das Spectrum nicht mehr continuirlich, sondern es treten an bestimmten Stellen helle Linien auf; um das Experiment möglichst einfach einzuleiten, nehmen wir eine Weingeistflamme her, bringen aber in dieselbe etwa auf den Docht ein Körnchen Kochsalz. Im Momente, wo das Kochsalz der Flamme zugeführt wird, zeigt sich im gelben Theile des Spectrums eine scharf abgegränzte intensiv gefärbte gelb leuchtende Linie. Machen wir den-

selben Versuch mit einem Lithiumsalz, so zeigt sich sofort im rothen Theile des Spectrums ein purpurrother breiter Streifen. Die Wichtigkeit dieser Entdeckung für die Chemie ist sogleich einleuchtend, wiewohl erst in neuerer Zeit durch die epochemachenden Arbeiten von Kirchoff und Bunsen in Heidelberg diese Methoden in der Chemie eingeführt wurden; es muss erwähnt werden, dass schon im Jahre 1822 John Herschel auf Verwerthung dieser Beobachtung in der Chemie aufmerksam gemacht hatte, ohne dass jedoch diese Bemerkung Beachtung gefunden hätte. Die Erscheinung eines charakteristischen Farbenstreifens für ein bestimmtes Metall ist jedoch für verschiedene Metalle nicht so einfach, wie dies der Fall ist für das Natrium und Lithium; so entstehen z. B. bei Anstellung des Experimentes mit einem Eisensalze etwa 60 Linien u. s. w. Kirchoff hat die Bemerkung gemacht, dass die helle Natriumlinie genau einer Stelle einer Frauenhofer'schen (Doppel-) Linie entspricht, und dass sich die 60 hellen Linien des Eisens genau als ebensoviel dunkle Linien im Sonnenspectrum finden, und macht auf mehrere dergleichen Analogien aufmerksam; findet jedoch, um bei den einmal drei gewählten Beispielen zu bleiben, für die Lithiumlinien keine entsprechende Linie im Sonnenspectrum. Für die Natriumlinie könnte man allenfalls anführen, dass das Zusammenfallen mit einer Frauenhofer'schen Linie zufällig sei, nicht so bei den Eisenlinien, wo das Zusammentreffen von circa

60 Linien auf einen Causalnexus nothwendig hindrängt; Kirchoff und Bunsen haben uns gelehrt diesen Causalnexus aufzufinden. Sie stellen nämlich folgendes Experiment an. Nehmen wir wieder die Weingeistflamme vor, an deren Docht ein Kochsalzkörnchen befestigt ist. Man stellt diese Weingeistflamme so, dass dieselbe zwischen das Spectroskop (ein Instrument, welches sich zur Untersuchung des Spectrums eignet) und einer hellen Lichtquelle, die ein continuirliches Spectrum liefert, zu stehen kommt. Zu diesem Experiment ist ein sehr helles Licht erforderlich, damit die Wirkung der leuchtenden Kraft der Weingeistlampe überstrahlt wird. Beobachtet man nun mittelst des Spectroskops die Weingeistlampe, so zeigt sich anstatt der hellen gelben Natriumlinie, an deren Stelle eine dunkle Doppellinie. Bringt man zwischen Weingeistflamme und Kalklicht einen Schirm dazwischen, damit das helle Licht abgeblendet wird, so erscheint wieder die helle Natriumlinie u. s. w.; ganz denselben Erfolg hatte das Experiment, wenn der Versuch mit andern Körpern ausgeführt wurde. Daraus schliessen Kirchoff und Bunsen, „dass ein Gas aus dem durchfallenden weissen Lichte dieselbe Farbe aufsaugt, mit der dasselbe sonst leuchtet.“ Diese Erscheinung war schon dem Engländer Belfour Stewart und dem Schweden Angström bekannt, ohne dass dieselben jedoch eine Schlussfolgerung aus dieser Erscheinung gezogen hätten. Es geht überhaupt so mit den meisten naturwissenschaftlichen Entdeckungen. Die

Phänomene sind meistens lang bekannt; die richtige Deutung und Verwerthung derselben ist jedoch das Maassgebende; und Kirchoff hat in der That wichtige Schlüsse aus dieser Erscheinung gezogen.

So weit war es nothwendig, die Grundzüge der Spectralanalyse auszuführen, um die Schlüsse, die aus den beobachteten Phänomenen über die physische Beschaffenheit der Sonne abgeleitet wurden, zu verstehen. Kirchoff stellt die Hypothese auf, dass die dunklen Linien im Sonnenspectrum *) auf dieselbe Weise entstehen, wie dieselben künstlich, durch das früher beschriebene Experiment hergestellt werden können, und glaubt sich daher berechtigt, die Annahme zu machen, dass das Licht, welches der Sonnenkörper ausstrahlt, eine Atmosphäre durchheilen muss, in der die Dämpfe derjenigen Körper schweben, welche die dunklen Linien veranlassen. Diese Atmosphäre muss im Vergleiche zum Sonnenkörper schwach leuchtend sein; würden wir diese erschlossene Atmosphäre für sich allein mit dem Spectroskop untersuchen können, so müsste dieselbe das inverse Spectrum geben, d. h. an der Stelle der dunklen Linien müssten helleuchtende auftreten. Wir hatten schon oben erwähnt, dass ein derartiges Zusammenfallen der Linien für Natrium und Eisen stattfindet, d. h. die durch's Experiment erzeugten Linien nehmen Stellen ein, an denen sich im Sonnenspectrum ebenfalls dieselben Linien zeigen. Daraus

*) Es liegt nahe, diesen Schluss auf den grössten Theil der Fixsterne auszudehnen.

folgt, Eisen und Natrium sind in der Sonnenatmosphäre in gasförmigem Zustand. Ebenso sind jetzt mit Sicherheit nachgewiesen die Linien für Calcium und Magnesium.

Von vielen Körpern kann man mit Sicherheit angeben, dass dieselben sich in der Sonnenatmosphäre nicht befinden; so z. B. das erwähnte Lithium, Silber und Gold fehlt ebenfalls der Sonne; vielleicht dürfte dieses letztere Resultat der neuesten Forschung uns Menschenkinder mehr veranlassen, von einer Reise nach der Sonne abzustehen, als die andern kleinen Hindernisse, die diese Pläne vereiteln.

Wir haben also als erstes Resultat, das uns der heutige Vortrag gibt, anzunehmen, die Sonne ist mit einer relativ schwach leuchtenden Atmosphäre umgeben, in der sich die oben genannten Körper in gasförmigen Zustand befinden. Gegen den Schluss könnte man einwenden, dass wohl durch diese Annahme die Entstehung der Spectrallinien erklärt ist, doch wäre noch immerhin die Möglichkeit vorhanden, dass die Entstehungsursache eine total verschiedene sei, nur das Endresultat sei das gleiche. Diese Einwendung ist nur insoweit richtig, wenn wir die eben vorgetragene Lehre als unumstössliche Wahrheit ausgeben würden; das thun wir aber nicht, sondern stellen nur dieselbe als höchst wahrscheinliche Hypothese hin und messen derselben überhaupt nur den Werth bei, den man einer wohlbegründeten Hypothese gibt. Andererseits müssen wir aber hervorheben, dass jeder

geordnete Verstand nur eine solche Erklärung für eine Erscheinung geben kann, die in Bezug auf Vorgang übereinstimmt, oder mindestens ähnelt mit schon bekannten, beobachteten Thatsachen; völlig aus der Luft gegriffene Erklärungsgründe, Herbeiziehung neuer noch unbekannter Kräfte und Körper u. s. w. sind nur Gegenstände der Speculation und sind nicht zu beachten. Wir sind bis jetzt nicht in der Lage, einen andern wissenschaftlichen Erklärungsgrund für die Frauenhofer'schen Linien zu geben, als den von Kirchoff beigebrachten und müssen denselben als richtig aufrechterhalten, so lange diese Erklärung nicht mit andern an der Sonne beobachteten Erscheinungen in Widerspruch geräth. Tritt dieser Fall ein, so müssen wir die eben aufgestellten Hypothesen verlassen, aber zugleich gestehen, dass wir keine genügende Erklärung für die Frauenhofer'schen Linien besitzen. Wir werden im Verlaufe des Vortrages sehen, dass wir keineswegs nach den bis jetzt beobachteten Thatsachen gezwungen sind, die Kirchoff'schen Hypothesen zu verlassen, wir werden im Gegentheil meistens Gelegenheit haben zu finden, dass diese Annahme die Erscheinungen ungezwungen erklärt. Ehe wir eingehen auf die Untersuchung des Sonnenkörpers mit Hilfe des Fernrohrs, wollen wir noch die Beobachtungen betrachten, die ausschliesslich die Hülle der Sonne zum Gegenstande haben, und für unsere weitem Betrachtungen von grosser Wichtigkeit sind; durch das Eintreten der totalen Sonnenfinsternisse sind wir in

der glücklichen Lage, die Hüllen der Sonne sehen zu können, ohne dass uns das übermächtige Licht des Sonnenkörpers stört; allerdings ist dies oben angeführte Phänomen nicht geeignet, andauernde Beobachtungen anstellen zu können, denn alle Beobachtungen müssen hierbei in Eile erhascht werden; denn im günstigsten Falle dürfte die Dauer einer totalen Verfinsterung kaum die Zeit von 7 Minuten wesentlich überschreiten, und meistens ist die Dauer viel kürzer, oft nur auf einige Secunden beschränkt*).

Eine Verfinsterung der Sonne tritt bekanntlich dann ein, wenn der Mond zwischen Erde und Sonne tritt, welcher Fall nur zur Zeit des Neumondes stattfinden kann. Die Grade der Verfinsterung können sehr verschieden sein; der günstigste Fall tritt ein, wenn der Beobachter, der Mond- und Sonnenmittelpunkt in einer Linie liegen, dann bedeckt die Mondscheibe central die Sonnenscheibe, doch auch in diesem Falle ist der Grad der Verfinsterung verschieden; oft bemerkt man, dass die Sonne nur auf einen Moment oder auf den Zeitraum von wenigen Minuten vom Monde bedeckt wird; es tritt eine totale Verfinsterung ein, oder es tritt der Fall ein, dass die Mondscheibe die Sonnenscheibe nicht zu verdecken mag, indem

*) Bei der ringförmigen Sonnenfinsterniss vom 6. März 1867 hat Hr. Schiffsfähnrich Rýha die interessante Thatsache constatirt, dass Protuberanzen lange vor Eintritt der Totalität gesehen werden können, und demgemäss ist die oben aufgestellte Behauptung zu modificiren.

uns erstere kleiner erscheint; wir sehen dann im Moment, wo der Beobachter der Sonnen- und Mondmittelpunkt in einer geraden Linie liegen, um den Mond noch einen schmalen leuchtenden Reifen der Sonnenscheibe; es tritt eine ringförmige Verfinsterung ein. Die Erklärung dieser Thatsachen ist kurz und einfach. Der vielmal kleinere Mond kann die Sonnenscheibe verdecken, weil derselbe uns vielmal näher ist; nehmen wir z. B. eine Scheibe aus Kartenpapier zur Hand von $2\frac{1}{2}$ Linien im Durchmesser und halten dieselbe etwa in der Entfernung von 2 Fuss von uns vor das Bild des Vollmondes, so wird diese Scheibe den Mond gerade bedecken, entfernen wir dieselbe von uns, so erscheint uns dieselbe kleiner als der Mond und wir sehen um dieselbe einen Ring der Mondscheibe; nähern wir dagegen die Scheibe, so verdeckt sie uns völlig den Mond; dasselbe Verhältniss tritt mit dem Monde ein. Der Mond umläuft die Erde in einer Ellipse, die allerdings nicht bedeutend vom Kreise abweicht, vermöge dieser Bahn ist er bald näher, bald weiter von der Erde, und erscheint dadurch bald grösser, bald kleiner. Dasselbe Verhältniss, wenn auch im geringen Maasse, findet für die Sonne statt. Nun ist zufällig das Verhältniss der Durchmesser der Sonne zum Monde gerade so, dass bei den möglichen Verhältnissen der Distanzen dieser Körper von der Erde bald die Mondscheibe, bald die Sonnenscheibe grösser erscheint, und so kann es zu totalen oder ringförmigen Sonnenfinsternissen

kommen. Für unsere Zwecke eignen sich hauptsächlich die totalen Sonnenfinsternisse, da bei ringförmigen Finsternissen das Licht dieses Sonnenringes überaus störend wirkt, manche Untersuchungen völlig vereitelt. Man könnte geneigt sein zu glauben, dass man künstlich im Stande wäre, eine totale Sonnenfinsterniss in Scene zu setzen, indem man eine geeignete Scheibe so vor die Sonnenscheibe schiebt, dass der Sonnenball verdeckt wird, und dann seine Umgebung ungestört beobachten kann. Dies Experiment könnten wir ausführen, wenn wir am Monde wären, der keine, oder mindestens eine überaus dünne gasförmige Umhüllung hat; auf der Erde jedoch, wo das Licht, ehe es zu uns gelangt, die Atmosphäre zu passiren hat, erleidet dasselbe vielfache Brechungen und Reflexionen, und wenn wir auch mit Hilfe der Scheibe, die direct einfallenden Sonnenstrahlen auffangen können, so ist das zerstreute Licht, welches durch unsere Atmosphäre zu Stande kommt, hinreichend mächtig, dass jeder derartige Versuch scheitert. Jedermann kann sich leicht von der Wahrheit dieser Behauptung überzeugen, wenn derselbe mit der oben erwähnten Scheibe aus Kartenpapier das Sonnenbild eben bedeckt. Es ist fast unmöglich, das diffuse Licht, welches glorienartig die Scheibe umgibt, mit freiem Auge zu ertragen.

Bei totalen Sonnenfinsternissen sehen wir ebenfalls den Mond von einer Glorie umsäumt, die aber ein bedeutend milderer Licht hat, als dies zerstreute

Licht, welches bei dem eben erwähnten Versuche hervortrat; man kann dieses Licht mit dem Fernrohre betrachten, ohne dass uns dasselbe blenden würde. Diese Glorie, die den Mond umgibt, heisst Corona; die Corona ist am lichtesten unmittelbar beim Mondrande und verliert sich gegen die Peripherie hin, allmählig schwächer und schwächer werdend.

Betrachtet man die Corona mit einem Fernrohr so sieht man, dass diese nicht überall den Mondrand zu erreichen scheint, sondern hie und da zeigen sich rosenrothe spitzenartige Hervorragungen, Protuberanzen genannt, dieselben zeigen sich jedoch bisweilen schwebend, wolkenartig, meistens scheinen sie aber unmittelbar bis zur Sonnenoberfläche zu reichen; an den Stellen, wo der Mond gerade die Sonnenscheibe bedeckt, zeigt sich ein ganz schmaler rosenrother gezackter Saum, aus dem die Protuberanzen hervorrageu, so dass es den Anschein hat, die Protuberanzen seien nur stärkere Unebenheiten dieses rothen Saumes, welcher die gesammte Oberfläche der Sonne umgibt; es muss hervorgehoben werden, dass die Protuberanzen keine constanten Gebilde sind, sondern mit der Zeit veränderlich sind. Die Protuberanzen sind Gebilde, die zweifelsohne der Sonne angehören, wie dies schon die Messungen im Jahre 1860 bei der totalen Sonnenfinsterniss gezeigt haben; würden dieselben dem Monde angehören, so müssten dieselben die Bewegungen zeigen, die der Mond zeigt, wenn er vor der Sonnenscheibe

vorbeigeht, doch dieselben behalten stets dieselbe Lage gegen das Sonnencentrum bei.

Dass die Corona dem Monde nicht angehört, erschliesst man sofort daraus, dass anderweitige Beobachtungen, deren Auseinandersetzungen jedoch hier zu weit führen würden, zeigen, dass der Mond keine, oder für unsere Sinne fast unmerkliche Atmosphäre hat.

Die Beobachtung der Hüllen der Sonne ergibt also als Resultat, dass der Sonnenkörper von zwei mehr weniger scharf gesonderten Schichten umgeben ist, nämlich einer untern dichtern rosenrothen Schichte, welche mit den Protuberanzen in innigem Zusammenhange steht und einer äussern, die an Dichte gegen die Peripherie langsam abnimmt, die zur Bildung der Corona Veranlassung gibt; letztere Schichte leuchtet entweder gar nicht oder schwach.

Man hat die Behauptung aufgestellt und angenommen, dass, wenn Kirchoff's Hypothese über die Natur der Sonne richtig ist, die Corona das umgekehrte Spectrum der Sonne liefern muss, nämlich an der Stelle der dunklen Frauenhofer'schen Linien, lichte Linien, analog, wie wir dies bei dem früher beschriebenen Experiment mit der Weingeistflamme gesehen haben, die für sich die Natriumlinie hell zeigt, aber beim Durchfall eines intensiven Lichtes, tritt anstatt der hellen Natronlinie, ein dunkler Streifen auf.

Es hat sich bislang keine Gelegenheit gefunden, die Richtigkeit dieser Annahme zu prüfen, denn

der Versuch, welcher im Jahre 1861 von den Gebrüdern Dr. Edmund und Prof. Adolf Weiss in dieser Richtung gemacht wurde, scheiterte an der Ungunst der Witterung. Ich für meine Person möchte jedoch die Behauptung aufstellen, dass mir keineswegs das inverse Verhalten des Coronaspectrums als eine nothwendige Folge der Kirchhoff'schen Hypothese erscheint, im Gegentheil, ich möchte fast die Behauptung aufstellen, dass die Corona höchst wahrscheinlich dasselbe Spectrum wie die Sonne zeigt; die Sonne ist, wie ich Ihnen mitgetheilt habe, von einer rosenrothen Schichte umgeben, die hie und da sich zu Protuberanzen emporhebt, und mir scheint, dass nur diese Schichte und die zugehörigen Protuberanzen das inverse Spectrum liefern werden, wie dies Kirchhoff's Hypothese voraussetzt. — Ich kann diese Behauptung nicht als unumstössliche Wahrheit hinstellen; doch kann ich dieselbe mit Wahrscheinlichkeitsgründen befestigen.

Arago hat gezeigt, dass feste und flüssige, weissglühende Körper theilweise polarisirtes Licht aussenden, glühende Gase aber unpolarisirtes Licht. Kirchhoff's Hypothese fordert, dass die Metalle im gasförmigen Zustande sich in der Umhüllungsschichte befinden, das Licht dieser Schicht muss daher unpolarisirt sein. Prazmowsky hat im Jahre 1860 beobachtet, dass die Protuberanzen unpolarisirtes Licht aussenden, während derselbe Beobachter und Edlund im Jahre 1851 beobachtet haben, dass das Licht der

Corona polarisirt sei, in der Richtung des Sonnenradius; wie man sieht, entspricht die Bedingung, welche die von Kirchhoff supponirte Schichte haben muss, vollkommen der rosenrothen Schichte und den Protuberanzen.

Die Corona sendet polarisirtes Licht aus, wir können dieselbe aber nicht wohl als festen oder flüssigen Körper betrachten, weil dagegen das allmähige Schwächerwerden gegen die Peripherie spricht; dieselbe als glühend gasförmigen, selbstleuchtenden Körper zu betrachten, widerspricht Arago's Beobachtung über glühende Gase. — Es ist daher die Schlussfolgerung erlaubt, dass die Corona der Hauptsache nach, in Folge des reflektirten Sonnenlichtes leuchtet, wobei jedoch nicht ausgeschlossen, dass dieselbe trotzdem eine relativ schwache Lichtentwicklung hat; ob nun die Corona durchaus gasförmig ist, oder ob in derselben feste und flüssige Körperchen suspendirt sind, die das Licht reflektiren, etwa wie auf der Erde in eine Staubwolke, ist vorläufig nicht mit Sicherheit zu entscheiden; doch wäre ich geneigt, mich der letzten Ansicht anzuschliessen.

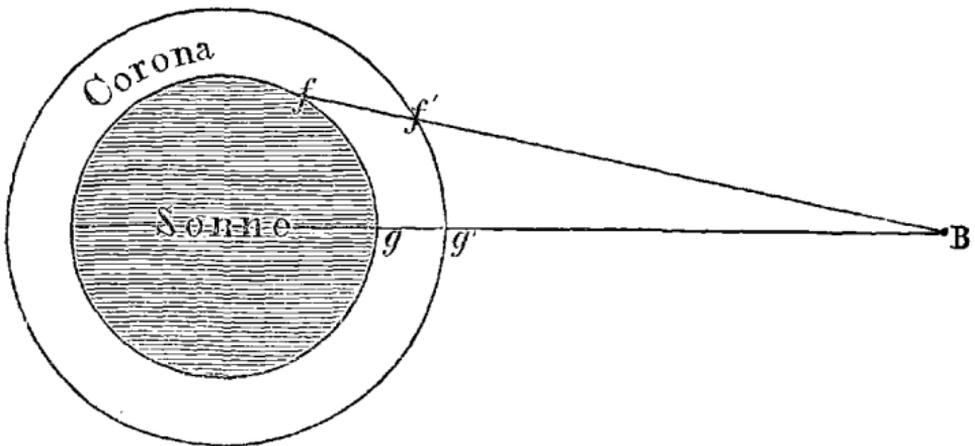
Wenn Sie, meine Herrn, die eben vorgelegte Schlussfolgerung eingehend prüfen, so werden Sie sich wohl meiner Ansicht anschliessen, dass mit grosser Wahrscheinlichkeit die Protuberanzen und die rothe Schichte das inverse Spectrum liefern werden. Es ist wichtig, auf diesen Umstand vor Eintritt der nächsten totalen Sonnenfinsterniss aufmerksam zu machen,

damit die Beobachter sich in dieser Richtung versorgen können und die Möglichkeit vor Augen haben, dass die Corona einfach das Sonnenspectrum liefert. Wir haben also von der nächsten totalen Sonnenfinsterniss, wenn dieselbe gut ausgenützt wird, und schönes Wetter die Astronomen begünstigt, wichtige Resultate zu erwarten; dass die bis jetzt erlangten Beobachtungen bei totalen Sonnenfinsternissen nicht die vorgelegten Fragen lösen können, erklärt sich daraus, dass diese Beobachtungen bis jetzt von keiner theoretischen Ansicht geleitet waren, daher vieles beobachtet wurde, was wenigstens für den Augenblick unwichtig erscheint, während andere für uns wichtige Phänomene unbeachtet blieben, da bis lang ihre Bedeutung nicht erkannt war. Sie sehen, meine Herren, welche wichtige Rolle gut begründete Hypothesen in der Naturforschung spielen, und sehen an dem eben angeführten Beispiele den Nutzen derselben; die Annahme dieser Hypothese hat neue Gesichtspunkte für die Forschung eröffnet; man lenkt die Aufmerksamkeit auf Phänomene, die man früher nicht beobachtet hat; wie wäre es vor 10 Jahren noch Jemand eingefallen, die Corona oder die Protuberanzen mit dem Spectroskop zu prüfen u. s. w., und sollten sich die aus Kirchoff's Hypothesen gefolgernten Schlüsse nicht als stichhältig zeigen, so sind wir doch mindestens dadurch um einen wesentlichen Schritt in der Erkenntniss der physischen Beschaffenheit der Sonne vorwärts gekommen, indem wir bisher unbeach-

tete Phänomene studirt haben, welche vielleicht Anhaltspunkte für weitere Forschungen geben.

Gehen wir nun zur Betrachtung des Sonnenkörpers selbst über. Projizirt man mittelst eines Fernrohres das Bild der Sonne auf einen weissen Schirm, so sieht man sofort, dass die Sonne keine gleichmässige leuchtende Scheibe ist. Die Sonnenscheibe ist im Centrum am hellsten, gegen den Rand hin nimmt die Leuchtkraft bedeutend ab. Eine gleichmässig leuchtende Kugel würde, von der Ferne gesehen, was durch die Theorie und Praxis bestätigt wird, wie eine gleichmässig hellerleuchtete Scheibe erscheinen. Da die Erde sich um die Sonne bewegt, und die Sonne um ihre eigene Achse rotirt, von welcher Rotation wir später sprechen werden, so wendet uns zu verschiedenen Zeiten der Sonnenkörper verschiedene Meridiane zu; da aber das oben beschriebene Phänomen fortbesteht, so müssen wir daraus schliessen, dass das schwächere Leuchten des Randes nicht in der verschiedenen Leuchtkraft der Sonnenoberfläche seine Erklärung findet, sondern eine andere Entstehungsursache hat. Wir wissen, dass die Corona relativ schwach leuchtend gegen den Sonnenkörper ist, also das Sonnenlicht, welches der Sonnenkörper ausstrahlt, wird geschwächt, indem es die Corona passirt. Die Schwächung wird um so bedeutender sein, je länger der Weg ist, den das Licht in der Corona zu beschreiben hat. Beistehende Zeichnung stelle einen Durchschnitt der Sonne und der Corona

dar, bei B sei ein Beobachter, das Licht, welches dem Punkte g entstrahlt, hat nur den Weg gg' zu passieren, das Licht jedoch, welches der Rand-Punkt f aussendet, muss den Weg ff' zurücklegen, der wesentlich



grösser ist. Es wird uns deshalb der Rand der Sonnenscheibe schwächer leuchtend erscheinen, als das Centrum. Chacornae hat photometrische Messungen über diesen Gegenstand angestellt und findet die Leuchtkraft der Sonnenscheibe im Centrum circa doppelt so gross, wie am Rande, was Secchi bestätigt. Secchi hat mittelst überaus feiner Apparate die Untersuchung auf die erwärmende Wirkung der Sonne ausgedehnt und findet ähnliche Resultate; die Sonnenatmosphäre absorbiert also Licht und Wärme.

Ueber Secchi's Untersuchungen, bezüglich der Wärmestrahlung der Sonne, werden wir noch später Gelegenheit haben zu sprechen.

Ausser dieser gesetzmässigen Verschiedenheit der Lichtintensität finden wir auf der Sonne auch zahlreiche Unregelmässigkeit der Lichtentwicklung. Die ganze Oberfläche der Sonne erscheint chagrinartig, kleine hellere Parthieen wechseln mit weniger leuchtenden Parthieen ab; doch ist die Helligkeitsdifferenz nicht sehr bedeutend, wohl aber zeigen sich hie und da Stellen, wo die Lichtentwicklung wesentlich stärker oder schwächer ist, als die der übrigen Sonnenscheibe; die Stellen der erhöhten Lichtintensität treten besonders am Rande deutlich hervor und bilden meistens aderartige helle Linien; man bezeichnet diese Stellen als Fackeln; anderseits zeigen sich auf der Sonne dunkle, scharf umschriebene Stellen, die man mit dem Namen der Sonnenflecken bezeichnet.

Ich schicke gleich der weiteren Beschreibung voraus, dass weder die Flecken, noch die Fackeln constante Erscheinungen sind, sondern diese Gebilde zeichnen sich im Gegentheile durch ihre grosse Veränderlichkeit aus, und man hat nicht selten Gelegenheit, wenn man die Sonne länger betrachtet, auffallende Gestaltsveränderungen in diesen Gebilden in wenigen Stunden, oft sogar Minuten, zu erkennen.

Die Grösse der Flecken ist sehr verschieden, oft erscheinen dieselben, selbst für die besten Fernröhre, nur punktförmig, oft jedoch erreichen sie eine solche enorme Grösse, dass man dieselben ohne Hilfe eines Fernrohrs mit freiem Auge, das nur mit einem Blendglase geschützt ist, wahrnehmen kann.

Den grössten, jetzt mit Sicherheit beobachteten Fleck, hat Tobias Mayer am 15. März 1758 beobachtet; derselbe hatte einen Durchmesser von 9000 Meilen, d. i. beiläufig ein 5 mal grösserer Durchmesser als der der Erde. Die Flecken selbst zeigen in der Regel keine gleichmässige Färbung, sondern man sieht sofort zwei Helligkeitsstufen, die sich gegen einander eben so scharf abgrenzen, wie sich der Fleck von der übrigen Sonnenscheibe trennt. Die Mitte des Fleckens ist meistens dunkel, im Verhältniss zur Sonnenscheibe fast schwarz; man nennt diese Stelle den Kern des Fleckens; der Kern gränzt sich gegen den ihn umgebenden aschgrauen Hof scharf ab; der Hof wird Penumbra genannt.

Dawes hat im Kern häufig noch dunklere Partien entdeckt, die sich aber nicht so scharf abheben; man nennt diese Stellen nach ihrem Entdecker, Dawes'schen Centra. Die Kerne der Flecken, wiewohl dieselben uns fast schwarz erscheinen, sind keineswegs absolut dunkle Stellen, im Gegentheil, wenn man vergleichende Anhaltspunkte hat, sieht man sofort, dass diese rostbraun gefärbt erscheinen. Eine solche Gelegenheit bietet sich, wenn Mercur oder Venus vor der Sonnenscheibe vorbeigehen, dann erscheinen uns die Kerne der Flecken relativ hell gegen die tiefe Schwärze der Planetenscheibe.

Verfolgt man durch mehrere Tage einen Sonnenfleck, so wird man ohne Schwierigkeit bemerken, dass die Flecken von Ost nach West auf der Sonnen-

oberfläche fortrücken; da diese Bewegung allen Flecken gemeinsam ist, und sich diese im Allgemeinen den Gesetzen fügen, die ein Fleck machen würde, der sich auf einer rotirenden Kugel befindet, so schliesst man daraus, dass die Sonne eine Rotation um ihre Achse zeigt, die in demselben Sinne stattfindet, in welchen die Planeten die Sonne umkreisen. Man hat nicht selten Gelegenheit, denselben Fleck in mehreren Revolutionen zu beobachten; doch zeigt sich hierbei, dass die Bewegung des Fleckes keineswegs ganz regelmässig stattfindet, und beobachtet man zwei oder mehrere Flecken, so wird zwar die Berechnung der Rotationsdauer der Sonne für jeden Fleck nahezu dasselbe Resultat geben, doch die übrig bleibenden Verschiedenheiten im Resultate sind bei weitem grösser, als dies nach der Genauigkeit der Beobachtung vermuthet werden könnte; daraus schliessen wir, dass die Flecke auf der Sonnenoberfläche keine fixe Lage einnehmen, sondern eine eigene Bewegung zeigen, die nach den verschiedensten Richtungen stattfinden kann; doch zeigt sich auch in dieser Richtung eine gewisse Regelmässigkeit. Die Flecken, die in der Nähe des Sonnenäquators auftreten, gaben im Durchschnitt für die Umdrehungszeit der Sonne eine wesentlich kürzere Dauer an, als die vom Aequator entfernten Flecken. Die werthvolle Beobachtung von Spörer in Anclam gaben für Aequatorflecken eine Rotationszeit von $24\frac{1}{2}$ Tagen; bei einer nördlichen und südlichen heliographischen Breite des Sonnenfleckes von 27° ist die

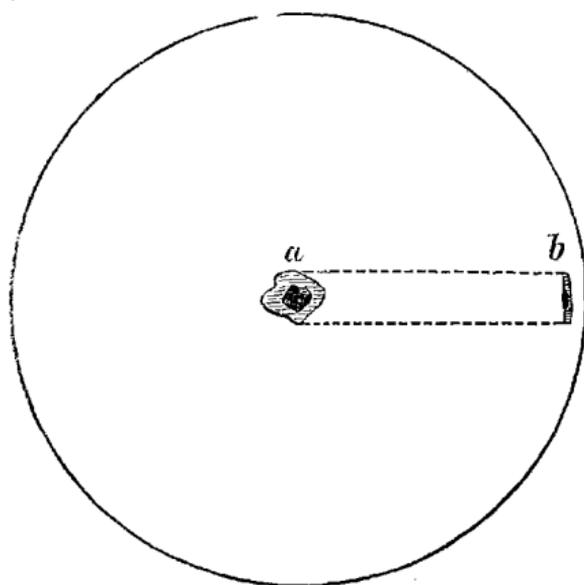
Rotationszeit schon auf 26 Tage angestiegen. Ich muss hier einschaltend bemerken, dass die Flecken selten in hohen heliographischen Breiten vorkommen; ein Fleck in der Nähe der Sonnenpole ist niemals beobachtet worden. Prof. C. H. F. Peters, jetzt in Clinton in Nordamerika, hat in Neapel einen Fleck in 51° nördliche heliographische Breite beobachtet, dies ist der dem Sonnenpole nächste Fleck, der mit Sicherheit beobachtet wurde. Dieser Fleck zeigte der oben angedeuteten Verlangsamung der Rotation gegen die Pole hin gemäss eine Umlaufszeit von $28\frac{1}{4}$ Tag, also nahezu 4 Tage länger, als ein Fleck am Sonnenäquator.

Es wäre nun der Platz hier, über die Bildungsgesetze, über das periodische Auftreten der Flecken, und auch über manche Eigenthümlichkeiten der Sonnenflecken zu reden, doch müssen wir es uns versagen, auf diesen Gegenstand einzugehen, da es uns hiefür an Zeit mangelt, und alle diese Erscheinungen bis lang keinen Schluss gestatten, auf die Constitution der Sonne, also unserem heutigen Gegenstande mehr weniger fremd sind.

Wir gehen nun über zur Betrachtung der Gestaltsveränderung, die die Flecken erleiden, wenn sich dieselben dem Rande nähern.

Vor allem nimmt, wie es in der Natur der Sache liegt, der Breitendurchmesser des Fleckens ab, während der Durchmesser in der Richtung des Sonnenmeridians nahezu ungeändert bleibt.

Der Fleck *a* wird, wenn er sich dem Rande nähert, etwa die Form erhalten, wie dieselbe in *b* dargestellt ist. Bei der Annäherung gegen den Rand hin bemerkt man bisweilen, wie diess ebenfalls in *b* angedeutet ist, dass sich der Kern des Fleckens ex-



centrisch gegen die Penumbra stellt und zwar nicht selten so, dass der dem Sonnenrande nähere Theil der Penumbra breiter erscheint, als auf der entgegengesetzten Seite. Diese besonders durch

Wilson hervorgehobene Thatsache *) hat der Herschel'schen Photosphären-Hypothese eine wie es schien feste Grundlage gegeben, wir werden jedoch später sehen, dass auch Kirchoff's Hypothese diese Erscheinung genügend zu erklären vermag.

Herschel's Ansicht über die Constitution der Sonne darf ich übergehen, da Professor Hornstein über diesen Gegenstand vor wenigen Jahren in unserem

*) Spörer hebt hervor, dass jedoch diese excentrische Kernlage bei weitem nicht in allen Fällen eintritt.

Vereine gesprochen hat; und überdiess ist die Kenntniss dieser Theorie, die jetzt wohl als beseitigt betrachtet werden kann, nicht wesentlich zum Verständnisse des heutigen Vortrages, da ich mir nicht die Aufgabe vorgesetzt habe, eine Parallele zwischen beiden Theorien zu ziehen, sondern mich begnüge zu zeigen, dass Kirchoff's Hypothese, welche auf so emineute Weise die Entstehung der Frauenhofer'schen Linien veranschaulicht, alle bis jetzt beobachteten That-sachen befriedigend erklärt. Ehe ich jedoch zur Erklärung der Sonnenflecken nach Kirchoff's Hypothese vorschreite, will ich noch die That-sachen sammeln, welche geeignet sind, einen Schluss auf den Aggregationszustand des Sonnenkörpers selbst zu machen. Wenn wir Kirchoff's Hypothese festhalten, so muss der glühende Sonnenkörper unpolarisirtes Licht aussenden, da das Sonnenlicht keine Polarisation zeigt, und ferner muss das Spectrum dieses Lichtes ein continuirliches sein. Ich habe Sie schon einmal auf Arago's Beobachtung aufmerksam gemacht, die uns lehrt, dass weissglühende feste und flüssige Körper stets theilweise polarisirtes Licht aussenden; der Sonnenball kann also weder fest, noch tropfbar flüssig sein; gegen die beiden letzten, angeführten Aggregationszustände spricht theilweise auch das geringe specifische Gewicht der Sonne, welches, wie ich Ihnen Eingangs meines Vortrages mitgetheilt habe, nur das 1·4fache des Wassers beträgt; gasförmig können wir jedoch ebenfalls den Sonnenkörper nicht voraussetzen,

da glühende Gase kein continuirliches Spectrum liefern; auch spricht die scharfe Begrenzung des Sonnenkörpers gegen eine solche Voraussetzung; wir sind also in Verlegenheit, welchen Aggregationszustand wir der Sonne zuschreiben sollen.

Faye's Ansicht über die Natur des Sonnenballs, wenn ich auch dieselbe grösstentheils modificirt vortrage, löst jedoch auf ganz einfache Weise diese Verlegenheit. Faye stellt sich nämlich vor, dass die Sonne noch weit entfernt davon sei, ein fertiger Körper zu sein, er meint, bei der Sonne seien erst die Massen in der Ballung begriffen, anschliessend an Laplace's Ansichten über die Entstehung der Himmelskörper.

Die Sonnenkugel ist demnach als glühender Gasball zu betrachten, in dem es erst hie und da zur Bildung weissglühender, fester und tropfbarer Niederschläge kommt; diese Niederschläge werden sich constant an der Oberfläche des Gasballes bilden, wo derselbe mit der weit kühleren Umgebung in Berührung steht.

So weit folge ich Faye's Ansicht. Der so gebildete Niederschlag wird sich als specifisch schwerer zu senken suchen und dadurch neue glühende Gasmassen herausdrängen, die sich neuerdings abkühlen u. s. w. Ehe jedoch noch die Abkühlung so weit vorschreitet, dass es zur Bildung von Niederschlägen kommt, wird das Gas als solches glühend fortbestehen über den früher gebildeten Niederschlag; dass dasselbe aber schwächer leuchtet, als der Niederschlag, wiewohl

das Gas nach unserer Voraussetzung eine höhere Temperatur besitzt, darf uns nicht wundern, da bekanntlich glühende Gase, selbst wenn dieselben eine viel höhere Temperatur besitzen, als ein weissglühender Körper eine schwache Lichtentwicklung zeigen. Es liegt demnach die Vermuthung nahe, dass die rosenrothe Schicht die hervorgetriebene, in Abkühlung begriffene Gasmasse des Sonnenballes ist.

Die Oberfläche der Sonne ist demnach nicht ein fixes Gebilde, sondern flüssige und feste weissglühende Partikelchen schweben im glühenden Sonnengase, dieselben nehmen aber vermöge der Attraction eine Kugeloberfläche ein.

Die einzelnen, weissglühenden Partikelchen werden wohl polarisirtes Licht aussenden, da aber das benachbarte Partikelchen ebenfalls polarisirtes Licht aussendet, welches jedoch im Allgemeinen eine andere Polarisationsebene hat u. s. f., so wird eine solche Oberfläche, wie dieselbe von Faye supponirt wird, gewöhnliches Licht aussenden, und zugleich ein zusammenhängendes Spectrum liefern, gewöhnliches Licht, weil nicht eine bestimmte Polarisationsrichtung hervortreten kann, indem benachbarte Theile, die das Licht aussenden, verschiedene Polarisationsebenen haben, deren vereinigte Wirkung die Bildung des gewöhnlichen unpolarisirten Lichtes veranlasst, das Spectrum wird continuirlich sein, weil die Lichtquelle feste und tropfbar flüssige, weissglühende Körper sind.

Es ist aber immerhin möglich, dass es hie und da zu einem Zusammenfliessen der Partikelchen kommt, und dass demnach die Sonnenoberfläche durch eine dünnflüssige, weissglühende Schicht gebildet wird, die in mächtiger Bewegung auf- und abwogt, welche Bewegung sich bis in die kleinsten Theile fortsetzt. Es ist daher ganz wohl denkbar, dass eine solche weissglühende bis in die Molekel mächtig bewegte flüssige Schicht keine Polarisationsene hervortreten lässt, und uns scheinbar gewöhnliches Licht zusendet.

Nehmen wir diesen eben beschriebenen Zustand der Sonnenoberfläche an, so wird es uns möglich erscheinen, dass Flecken, die der Sonnenoberfläche angehören, verschiedene Rotationsgeschwindigkeiten für den Sonnenkörper ergeben, da die Oberfläche selbst kein fixes Gebilde ist. Eine genügende Erklärung für die Gesetzmässigkeit der Abnahme der Rotationsgeschwindigkeit mit der Entfernung vom Aequator, können wir jedoch nicht geben. Es ist natürlich, dass bei der fortwährenden Reaction des Sonneninnern gegen die Oberfläche, es zur Bildung vertikaler und horizontaler Strömungen kommt, doch fehlen uns bis jetzt genügende Anhaltspunkte, dieselben näher zu erforschen, nur so viel können wir im Allgemeinen folgern, dass sich Temperaturs-Differenzen wesentlicher Natur herausstellen werden, und solche sind durch Secchi's Untersuchungen zweifelsohne erwiesen. Secchi findet nämlich vor Allem, dass die Gegend des Sonnenäquators die grösste Wärme ausstrahlt, während

die Pole der Sonne merkbar kühler sind. Ferner findet derselbe Beobachter, dass die Sonnenflecken weniger Wärme ausstrahlen, als die übrige Sonnenoberfläche; es ist demnach durch die directe Beobachtung erwiesen, was a priori grosse Wahrscheinlichkeit für sich hatte, dass die Sonnenflecken partiell abgekühlten Stellen der Sonne entsprechen; die Ursache dieser Abkühlung an gewissen Stellen können wir nicht mit Sicherheit angeben, doch ist es wahrscheinlich, dass sowohl innere als äussere Ursachen hiebei mitwirken, ohne dass wir in der Lage wären, dieselben näher zu bezeichnen, denn die in neuester Zeit beliebte Sonnenspeisung mit Meteorsteinen ist wohl nicht ernstlich gemeint, und würde jedenfalls zu so ausgedehnten Abkühlungen, wie dies bei Sonnenflecken der Fall ist, schwerlich Veranlassung geben.

Wir wollen daher als Resultat die Beobachtung festhalten, dass die Sonnenflecken abgekühlte Theile der Sonne darstellen.

Da bei einem wärmeren Körper bei gleicher, abkühlender Wirkung der Umgebung leichter bedeutende Temperatur-Differenzen zu Stande kommen, als wenn er weniger warm ist, so mag vielleicht das Erscheinen der Sonnenflecken in der Aequatorialgegend darin seine Erklärung finden, dass dieselbe wesentlich wärmer ist, als die Polargegend; daher leichter eine Temperatur-Differenz hervorgebracht wird, die das Erscheinen eines Sonnenfleckens bedingt; auch werden polare Ströme, d. h. solche Strömungen, die am

Pole der Sonne gegen den Aequator hingerichtet sind, durch ihr Einbrechen mit kühleren Massen wesentlich zur Bildung localer Abkühlungen beitragen; dieses Moment fehlt ebenfalls bei der Polargegend.

Es ist bis jetzt noch keine Erklärung des oben bemerkten Gesetzes über die Vertheilung der Sonnenflecken gegeben worden, die von mir eben gegebene macht jedoch diese Erscheinung wenigstens theilweise erklärbar. Kommt es an einer Stelle der Sonnenoberfläche zu einer totalen Abkühlung, die so beträchtlich ist, dass es zur Bildung eines Sonnenfleckens kommt, so wird sich diese Abkühlung ebenfalls auf die umhüllende Gasschicht erstrecken und ebenfalls daselbst zur Entstehung eines relativ kühlen, daher dunkleren Niederschlages Veranlassung geben, der in Form einer Wolke über die Ausgangsstelle der Abkühlung schwebt. Diese Wolke erscheint uns als Penumbra, wenn dieselbe wesentlich grösser ist, als der Kern, und erscheint grau, weil die unter ihr befindliche Stelle der weissglühenden Sonnenoberfläche durch dieselbe uns ihr Licht zusendet, an der Stelle, wo die Sonnenoberfläche abgekühlt ist, etwa wie dies im Allgemeinen geschieht, zur Rothglühhitze scheint nur die rothglühende, also mattleuchtende, abgekühlte Stelle durch, die wir als rostbraune Kerne wahrnehmen; diese Stelle erscheint uns nur in Folge des Contrastes so schwarz; dass die Gebilde so scharf abgegränzt erscheinen, darf uns nicht wundern, wenn wir unsere Haufenwolken betrachten, die sich eben so scharf von der Umgebung

abtrennen. Die Dawes'schen Centra, die sich aber keineswegs so scharf vom Kerne trennen, als sich der Kern von der Penumbra scheidet, dürften ihre Entstehung darin haben, dass vielleicht an der Stelle die Abkühlung noch weiter vorgeschritten war, und es zur Bildung eines fast gar nicht leuchtenden Niederschlages (Schlacke?) gekommen ist, der also gegen die rothglühende Umgebung dunkel erscheint. Wir haben nun auch zu betrachten, ob diese Bildung der Sonnenflecken, wie sie der Hauptsache nach Kirchoff voraussetzt, ebenfalls die Wilson'sche Beobachtung der excentrischen Lage des Kernes nahe am Sonnenrande erklärt, indem man gerade diese Thatsache als wichtigsten Stützpunkt der Herschel'schen Hypothese angesehen hat. Schwebt die Wolke über dem Kern, so wird uns der Kern, wenn wir den Fleck im Centrum der Sonnenscheibe betrachten, in der Mitte der Penumbra stehen; rückt der Fleck dem Rande näher, so wird die Wolke für uns nicht mehr über dem Fleck schwebend, sondern mehr rechts gerückt erscheinen; wenn der Fleck dem rechten Rande, mehr links gerückt erscheint, wenn der Fleck dem linken Rande näher steht, was mit Wilson's Beobachtung vollkommen stimmt; doch müssen wir nochmals hervorheben, dass Spörer, der in dieser Hinsicht unstreitig zu den ersten Autoritäten gehört, die Richtigkeit der Wilson'schen Beobachtung leugnet, indem er versichert, dass nur in seltenen Fällen die excentrische Lage des Kernes im Sinne Wilson's statt hat; wir sind daher

nicht genöthigt, eine Erklärung der Wilson'schen Beobachtung zu geben, da dieselbe überhaupt fraglich ist.

Wir müssen uns gestehen, dass uns diese Thatsache eigentlich erwünscht erscheint, indem zwar die oben gegebene Erklärung richtig ist, aber bei der geringen Höhe der rosenrothen Schicht, in die wir die Entstehung der Penumbra versetzen, wohl schwerlich die excentrische Lage des Kernes stets so deutlich hervortreten würde, wie dies Wilson's Beobachtung fordert; es ist daher Spörer's auf anhaltende Beobachtungen gestützter Ausspruch ein neuer Wahrscheinlichkeitsgrund für die Richtigkeit unserer Ansicht, dass die Penumbra in der rosenrothen Schicht zu Stande kommt.

Wir haben also gesehen, dass Kirchoff's Hypothese mit keiner bis jetzt beobachteten Erscheinung im Widerspruche steht, im Gegentheil zeigt es sich, dass dieselbe sogar viele Thatsachen höchst ungewollt erklärt, wir haben demnach allen Grund, vorläufig dieselbe als die beste anzunehmen.

Recapituliren wir kurz den Inhalt des heutigen Vortrages, so sind wir zu folgenden Ansichten über die physische Beschaffenheit der Sonne gelangt:

Die Sonne ist ein glühender Gasball, ein Körper im Werden; äussere Einwirkungen geben Veranlassung zur Bildung weissglühender Niederschläge, die wir als Sonnenoberfläche auffassen. Diese Sonnenoberfläche ist umgeben mit einer doppelten Schicht, einer innern

rosenrothen, die wahrscheinlich die Entstehung der Frauenhofer'schen Linien bedingt und identisch mit dem Sonnengase ist, und einer äussern, die wir als Corona bei Sonnenfinsternissen wahrnehmen.

Wenn Sie mir, geehrte Herren, während des heutigen Vortrages nur einigermaßen aufmerksam gefolgt sind, so werden Sie mir zugestehen müssen, dass meine Eingangs angeführten Worte vollkommen der Wahrheit entsprechend waren, dass nämlich das heute betretene Gebiet der Astronomie noch weit davon entfernt ist, sich in Bezug auf Sicherheit und Genauigkeit mit den meisten übrigen Theilen dieser Wissenschaft messen zu können. Wir haben Hypothesen auf Hypothesen gebaut, und wenn ich auch bestrebt war, dieselben nach meiner Ansicht zu stützen, so haben dieselben doch nur den Werth wohlbegründeter Hypothesen. Ich habe Ihnen auch im Verlaufe des Vortrages gezeigt, welchen Fortschritt wohlbegründete Hypothesen anbahnen. Es ist aber: „Im Stillstand der Tod, im Fortschritt das Leben.“
