download unter www.biologiezentrum.at

Carinthia.

Zeitschrift für Vaterlandskunde, Belehrung und Unterhaltung.

Herausgegeben vom

naturhistorischen Landesmuseum und Geschichtvereine in Kärnten.

№ 4. Achtzigster Jahrgang. 1890.

Die Sonne.

Museumsvortrag von Franz Ritter v. Edlmann.

Wenn ich heute mir erlaube, meinen verehrten Zuhörern über die Sonne zu berichten, so möge vor Allem die Bemerkung vorangehen, daß es sich nicht darum handeln kann, über die verschiedenen Methoden der Sonnenforschung, die Verschiedenheit der Meinungen und Anschauungen, die Fragen, in denen noch keine annähernd sichere Entscheidung getroffen wurde, zu sprechen, sondern um die zusammenfassende Beantwortung der Frage: Was ist die Sonne nach jenen Anschauungen der Forschung, welche gegenwärtig die größte Wahrscheinlichkeit für sich haben?

Wir befinden uns hiebei in einer eigenthümlich schwierigen Lage. Unsere Experimente finden statt in Laboratorien, die auch nicht im Geringsten ähnliche Bedingungen schaffen können, wie die große Natur in der Sonne. Daher die verschiedene Anwendung der Resultate auf diese, daher das langsame Fortschreiten gesicherter Erkenntnisse, so bald wir über unsere kleine Erde uns erheben in eine Welt, deren Großartigkeit wir schwer zu erfassen vermögen. Wir können darum befriedigt sein durch das bereits Errungene und die schönsten Hoffnungen hegen für die Zukunft.

Die Sonne, zwar nicht das Herz des Universums, wie Theon sie nannte, aber doch die nothwendige Bedingung alles Lebens, so daß wir im wahren Sinne des Wortes „Kinder der Sonne" genannt werden können, befindet sich in einer mittleren Entfernung von

download unter www.biologiezentrum.at

annähernd 20 Millionen geographischen Meilen. Ihr Durchmesser, welcher uns scheinbar unter einem Winkel von 32′ 0·9″ sich zeigt, übertrifft den der Erde um das 108fache und beträgt 185.200 geographische Meilen. 1,251.000 Erdkugeln würden erst das Volumen der Sonnenkugel ausfüllen. Die Masse der Sonne ist 319.500mal größer als die der Erde und die Dichte der Sonne 1·46, die Dichte des Wassers = 1 gesetzt. Es läßt sich somit, da ein Liter Wasser = ein Kilogramm wiegt, auch das Gewicht der Sonne bestimmen und dieses beträgt zwei Quintillionen Kilogramm oder genauer $2{,}231.902 \times 10^{24}$ Kilogramm. Die Anziehung an ihrer Oberfläche ist so groß, daß, während auf der Erde ein Körper in der ersten Secunde 15·1 Fuß fällt, er auf der Sonne 432 Fuß fällt. Er erhält daher in der zweiten Secunde bereits die Geschwindigkeit einer Büchsenkugel. Was auf der Erde einen Centner wiegt, wiegt auf der Sonne deren 28; ein Springer, der auf der Erde fünf Fuß hoch springt, springt auf der Sonne nur zwei Zoll hoch und wer auf der Erde zwei Centner zu heben vermag, bringt es auf der Sonne nicht ganz zu acht Pfund. Wie ganz andere Bedingungen auf der Sonne für alle Vorgänge, als auf der Erde!

Die Sonne, welche auch im Raume nicht stille steht, sondern zu einem Sternsysteme höherer Ordnung gehört, dreht sich innerhalb 25 Tagen 5 Stunden und 38 Minuten um ihre Axe, so lange also dauert ein Tag auf der Sonne. Die Neigung ihres Aequators gegen die Ekliptik beträgt 6^0 57′.

Interessant ist die Frage nach der Temperatur der Sonne und es mag die Beantwortung sogleich erfolgen, da dieselbe zum Verständnisse der Erscheinungen an ihrer Oberfläche entscheidend ist. Die Resultate der Messungen variiren hier sehr bedeutend, es läßt sich nur sagen, daß dieselbe so hoch sein muß, daß sie im Stande ist, alle Metalle in den dampfförmigen Zustand überzuführen. Pater Secchi kommt zum Beispiel zu der enormen Zahl von fünf Millionen Graden Celsius. Nach den Beobachtungen desselben hervorragendsten Sonnenforschers ist die Wärme nicht auf der ganzen Sonnenoberfläche gleichmäßig vertheilt. Die Temperatur ist in den Aequatorialgegenden höher als in höher gelegenen Breiten und die nördliche Halbkugel ist ein wenig wärmer, als die südliche. Verläßlicher läßt sich der Werth des Wärmevorrathes ermitteln, welcher in der Sonne aufgehäuft ist. Bezeichnen wir die Wärmemenge, welche nöthig ist, um ein Kilogramm Wasser von 0^0 auf 1^0 zu erwärmen, mit dem Ausdrucke Calorie, so werden von

download unter www.biologiezentrum.at

einem Quadratmeter der Sonnenoberfläche per Secunde 13.300 Calorien ausgesendet und wenn wir die Kraft, welche im Stande ist, 75 Kilogramm in einer Secunde einen Meter hoch zu heben, eine Pferdekraft nennen, so wäre die Leistung der von einem Quadratmeter der Sonnenoberfläche in einer Secunde ausgestrahlten Wärme = 75.200 Pferdekräfte-Leistung. Wenige Quadratmeter der Sonnenoberfläche könnten sämmtliche Dampfmaschinen der Erde heizen. Die Arbeitsleistung der ganzen Sonnenoberfläche wäre somit die von 482.520 Trillionen Pferdekräften und denken wir uns um die ganze Sonne eine Schichte Eis von $10^1/_2$ Meter Dicke, so würde diese in einer Minute zu Wasser geschmolzen sein.

Dies zur allgemeinen Charakteristik unseres Centralkörpers. Es mag im Folgenden der Reihe nach übersichtlich erörtert werden, was uns das Teleskop über die Sonne lehrt, dann welche Schlüsse wir aus den spectroskopischen Beobachtungen ziehen und endlich als Folgerung daraus eine kurzgefaßte Sonnen-Theorie Platz finden. Nehmen wir nun ein Teleskop zur Hand und richten wir es zur Sonne.

Sie hat ihre Reinheit verloren und wir gewahren an ihrer Oberfläche größere und kleinere schwarze Flecken. Diese Dunkelheit der Flecken ist indeß nur eine scheinbare; sie sind noch immer 4000mal heller als der Vollmond und ihr Glanz ist (ohne Schutz für dasselbe) dem Auge unerträglich. Sie strahlen im schönsten Dunkelviolett und erscheinen uns schwarz im Vergleiche zur übrigen Sonnenfläche. Ihre Größe ist außerordentlich verschieden. Manche zeigen sich nur wie Poren in der Sonne, andere zu Gruppen zusammengedrängt; die größeren haben in der Regel einen dunkleren Kern, der umgeben ist von einem helleren Hof. Der Hof nimmt gegen den Kern an Lichtstärke zu und macht den Eindruck, als ob eine große Zahl von immer heller werdenden Strömen dem Kerne zufließen. Bei starken Vergrößerungen zeigt sich der Hof als aus einer Unzahl kleiner und kleinster Flecken bestehend, und Kern, Hof und Ströme zeigen eine Masse von spiralig gebogenen Fäden, die den Eindruck machen, als ragten sie mit ihren Spitzen aus einem verdunkelnden Medium hervor. Häufig zeigt sich ein Auseinanderziehen des Fleckes in Form eines Schweifes, der sich dann immer auf der Ostseite befindet. Bei Gruppen sind die westlichen (vorangehenden) Flecken meist stärker entwickelt, als die östlichen.

Die leuchtende Sonnenmasse scheint häufig in Form von Brücken und Strömen den Kern zu durchsetzen, häufig brechen die Ströme früher schon ab, theilen sich in Tropfen, die in der dunklen Masse nach und

download unter www.biologiezentrum.at

nach sich auflöst. Zu wiederholten Malen beobachtet man ober den Kernen der Flecken zarte, rosenfarbene Schleier und Ströme und Brücken gehen oft in diese über, wie Pater Secchi constatirt. Um sich von der Größe der Sonnenflecken ein Bild zu machen, erwäge man, daß dieselben nicht selten einen Durchmesser haben, der den der Erde um das 3—3½fache übertrifft, ja es wurde im Jahre 1864 ein Fleck beobachtet, dessen Hof sechsmal größer war, als die Erdoberfläche. Durch directe Beobachtungen wurde bereits im Jahre 1845 mittelst einer Thermosäule von Henry und Alexander festgestellt, daß die Flecken kühler sind als die übrigen Theile der Sonnenoberfläche und ebenso fand Professor Spörer ihre Wärme zu nur zwei Drittel derselben, ein Resultat, welches für die Theorie entscheidend ist.

Man hat die Flecken lange Zeit für Höhlungen gehalten. Professor Spörer in Anklam zeigte, daß dies nicht der Fall ist. Er wies nach, daß bei Flecken, die am Ostrande auftreten, oft der vorangehende, westliche Theil des Hofes breiter ist, als der östliche, was bei Höhlungen gerade entgegengesetzt sein müßte. Dies kommt häufig vor bei Flecken mit entgegengesetzter Hofstellung. Die excentrische Hofstellung ist daher nicht scheinbar, sondern rührt von physischen Vorgängen auf der Sonnenoberfläche her. Schließlich verschwindet sowohl der westliche, wie östliche Theil des Hofes bei Annäherung an den Sonnenrand und es bleibt nur der Kernstreifen mit nördlichem und südlichem Hofstreifen übrig. Das ganze Gebilde erscheint da schwach, weil wir durch einen Strom heißer aufsteigender Gase hindurchblicken, ähnlich, wie es auch bei terrestrischen Gegenständen der Fall ist.

Endlich müßten, wenn die Flecken Vertiefungen sind, die östlichen Längen zu groß, die westlichen zu klein ausfallen und dies ist nach Spörer's Beobachtungen durchaus nicht der Fall. Eben weil die Flecken sich ober der Oberfläche der Sonne befinden, wir aber mit einer in Folge der Refraction zu großen Dimension des Sonnendurchmessers den heliographischen Ort bestimmen, erhalten wir mit der Beobachtung übereinstimmende Resultate. Die Flecken und ihre Höfe sind demzufolge thatsächlich ebene Gebilde mit vielleicht nur geringer Vertiefung, die 200 geographische Meilen gewiß nicht überschreitet. Die Flecken haben an der Oberfläche der Sonne eine eigene Bewegung, und zwar eilen sie den übrigen Punkten der Sonnenscheibe um so rascher voran, je näher dem Sonnen-Aequator sie liegen, sie zeigen mit wachsender heliographischer Breite abnehmende Rotationswinkel. Dies ist das

download unter www.biologiezentrum.at

allgemeine Gesetz. Davon gibt es freilich Ausnahmen, und zwar insbesondere in der ersten Zeit der Fleckenbildung und bei Flecken mit entgegengesetzter Hofstellung.

Wenn ein Fleck sich bildet, theilt, seine Form erheblich verändert, im Begriffe ist, zu verschwinden, beobachtet man immer eine ungestüme Bewegung, und zwar einen Sprung nach vorwärts. Gleiche Aenderungen zeigen in der Regel die kleinen Flecken; häufig auch große, die längere Zeit bestehen bleiben, so daß man sieht, wie die Kraft, welche sie bildete, von Zeit zu Zeit wieder in Wirksamkeit tritt. Manchmal geschieht es auch, daß Flecken verschwinden und etwas entfernt, aber stets in der Richtung nach vorwärts wieder zum Vorschein kommen. Auch in heliographischer Breite zeigen die Flecken eine eigene Bewegung. Von mehr als 20 Grad Breite an bewegen sie sich vorherrschend gegen Norden. Zwischen 10 Grad und 20 Grad Breite halten sich die Bewegungen gegen Norden und Süden ziemlich das Gleichgewicht (mit einem geringen Vorherrschen der Bewegung gegen Norden zwischen 15 Grad und 20 Grad). Zwischen 5 Grad und 10 Grad bewegen sie sich vorherrschend gegen Süden. Die Bewegungen werden gesteigert zur Zeit des Fleckenmaximums. Gleiches fand Professor Spörer für die südliche Halbkugel (nur umgekehrt).

Eine rotatorische Bewegung der Flecken findet nicht statt. Dieselbe ist nur scheinbar und entsteht durch Abnahme auf der einen und Zunahme auf der anderen Seite. Man muß nur an ein gewaltsames Fortwälzen unter unaufhörlichen Veränderungen denken. Die Flecken treten endlich nicht auf der ganzen Sonnenoberfläche und zu allen Zeiten auf. Sie sind beschränkt auf die Zonen zwischen 5 Grad und 30 Grad nördlich und südlich vom Aequator in Bezug auf ihr Maximum. In Bezug auf die zeitliche Häufigkeit sind sie in eine Periode von 11·1 Jahren dermaßen eingeschlossen, daß die mittlere Dauer der Zunahme 3·7, die der Abnahme 7·4 Jahre beträgt und in eine größere Periode von 56—67 Jahren. Und merkwürdig! Diese Perioden von 11, respective 56 Jahren zeigen auch die Variationen der magnetischen Declination und die Nordlichter, so daß da ein inniger, wenn auch noch unaufgeklärter Zusammenhang besteht. Zur Zeit des Minimums rücken die Flecken dem Aequator näher und treten dann wieder in höheren Breiten auf, um ihre Bewegung von vorne zu beginnen.

In der nächsten Nachbarschaft der Flecken und diese wie mit einer Glorie umgebend, zeigen sich die Sonnenfackeln. Sie zeichnen sich

download unter www.biologiezentrum.at

durch größere Helligkeit und nach Professor Spörer durch größere Wärme, wie die übrige Sonnenoberfläche aus, bilden sich in der Regel früher als die Flecken, so daß gewöhnlich einer kranzartigen Fackelgruppe nach einigen Tagen ein Flecken folgt. Sie sind lebhafter, gedrängter auf der Westseite, zahlreicher und gezogener auf der Ostseite (nachfolgenden) der Flecken. An den Sonnenrand tretend bilden sie häufig Glutberge bis zu 24 geographischen Meilen Höhe, zwischen welchen die Flecken sich befinden. Ihr inniger Zusammenhang mit den Flecken zeigt sich darin, daß ihr Maximum auf der nördlichen Hemisphäre zwischen 20 Grad und 30 Grad, auf der südlichen zwischen 10 Grad und 20 Grad liegt.

Ferner befindet sich in der Entfernung von 25—30 Grad von beiden Polen ein Gürtel von Fackeln. Bis zu diesen Gürteln hat die Oberfläche der Sonne ein eigenthümlich granulirtes Aussehen. Sie stellt sich dar als ein Aggregat von zahllosen kleinen, weißen Pünktchen, Reiskörnern vergleichbar, die wir uns als die Spitzen von Lichtkegeln vorzustellen haben, deren Durchmesser an der Basis 240—260 Kilometer beträgt, sich in fortwährender Bewegung befinden und zwischen welchen ein dunkles Netz eingelagert ist.

Und nun müssen wir einen Moment das Bild einer totalen Sonnenfinsterniß betrachten. Um den dunklen Mondrand erscheint eine schmale rosenfarbene Schicht, aus der intensive Flammen, wahre Glutberge von der verschiedensten Form hervorragen. Das Ganze umsäumt eine herrliche Strahlenkrone, Corona genannt, die in milchigweißem Lichte erglänzt. Letzteres Gebilde können wir nur bei Finsternissen sehen, ersteres aber auch bei vollem Sonnenschein mit Hilfe des Spectroskops. Erweitert man den Spalt desselben, so wird das vielfarbige, von der Atmosphäre reflectirte Licht so stark durch einen kräftigen Prismensatz geschwächt, daß das Gesichtsfeld dunkel wird. Das Tageslicht wird nämlich zerstreut und das Spectrum weit auseinandergezogen. Nicht so die leuchtenden Hervorragungen. Dieselben senden Licht von bestimmter Brechbarkeit aus, im Spectrum zum Beispiel die rothe Wasserstoff-Linie C. Dieses monochromatische Licht wird nicht zerstreut und nicht geschwächt und der Effect läuft darauf hinaus, daß man das Bild der leuchtenden Hervorragungen durch das Prisma mittelst des vergrößernden Fernrohres beobachtet.

Diese leuchtenden Hervorragungen nun nennt man Protuberanzen. Man kann sie jetzt, da sie vom Tageslichte nicht mehr

download unter www.biologiezentrum.at

überstrahlt werden, bequem beobachten. Richten wir nun den Spalt des Spectroskops radial zum Sonnenrande und führen es um diesen herum, so gewahren wir folgende Erscheinungen. Die Sonnenscheibe gibt das gewöhnliche continuirliche Spectrum, durchzogen von dunklen Linien. Aus der Lage derselben schließt man auf die Anwesenheit von Wasserstoff, Titan, Eisen, Kupfer, Zink, Barium, Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Chrom, Kobalt, Nickel, Aluminium, Mangan, Strontium, Cadmium und seit 1887 auch Platin.

Unmittelbar ober dem sichtbaren Sonnenrande der Photosphäre lagert eine Schichte glühender Dämpfe dieser Metalle, die kühler als die darunter befindliche Fläche der Sonne die Umkehrung des Spectrums bewirkt. Gelingt es, dieselbe allein vor den Spalt des Spectroskops zu bringen, so ist das Gesichtsfeld übersäet mit hellen Linien, die den dunklen Frauenhofer'schen entsprechen. Auch bei totalen Sonnenfinsternissen wurde diese Schichte sichtbar. Nur die Linien des Magnesiums und Natriums werden nicht umgekehrt, weil sie auch schon in äußerst dünnen Schichten stark absorbirend wirken.

Nun lagert sich darüber eine Schichte, die größtentheils aus Wasserstoff besteht, es ist die Chromosphäre. Sie erscheint uns als rosenrother Ring rings um die Sonne. Auch Magnesium und ein uns unbekannter Stoff, der die Linie D_3 erzeugt, findet sich in der Chromosphäre. Dieselbe erhebt sich 1000—1500 geographische Meilen über die Sonnenoberfläche. D_3 hat man die Helium-Linie genannt. Die Oberfläche der Chromosphäre ist in der Regel wellenförmig, oft in feine Büschel und Strahlen ausgehend. Die rothen Glutberge aber, welche uns die Sonnenfinsternisse zeigen, treten in zweierlei Formen auf. Die Einen sind mehr wolkig und zart, erscheinen als Fortsetzung der Chromosphäre. Die Anderen sind leuchtende Fontainen, die sich auf Säulen aufbauen, oben auseinanderfließen, manchmal auch wie scharfe Pfeilspitzen auftreten, sich gegen die Sonne krümmen. Sie unterliegen heftigen Veränderungen. Beiderlei Gebilde haben, wie es uns das Spectroskop lehrt, einen verschiedenen Ursprung. Die wolkigen Protuberanzen sind der Effect von Wirbelstürmen, welche die Chromosphäre emporreißen. Sie bestehen daher größtentheils aus Wasserstoff und Helium. Wir nennen sie daher die Wasserstoff-Protuberanzen. Die zweite Classe stammt aus dem Sonnen-Innern. In leuchtende Fäden werden metallische Massen der Photosphäre aufgewühlt und emporgehoben. Sie zeigen daher außer dem Wasserstoff

download unter www.biologiezentrum.at

und der Linie D_3 noch eine Menge leuchtende Linien der Metalle, vorwiegend des Eisens, Natriums, Magnesiums. Wir nennen sie daher auch metallische Protuberanzen und diese stehen im innigsten Zusammenhange mit den Flecken. Die Flecken zeigen in ihren Spectren nämlich die Linien der Metalle verstärkt und verbreitert. Sie sind somit nichts Anderes, als der abgekühlte Niederschlag jener Elemente, die von den Protuberanzen zu bedeutenden Höhen gehoben wurden.

Die Linien der Metalle verbreitern sich langsam über den Fleckenhof gegen den Kern hin und sind in diesem am breitesten und dunkelsten. Dunkle Bänder treten hinzu, welche die Helligkeit des Spectrums im Roth, Gelb und Grün wesentlich vermindern. Wir können uns die Flecken nicht gut als Schlacken auf einer glühend flüssigen Fläche denken. Die Geschwindigkeit der Eigenbewegung, die bis 100 Meilen täglich geht (fast Courierzugsgeschwindigkeit) und die interessante Beobachtung, daß ein Fleck langsam über den andern hinwegging, läßt sich nicht anders erklären, als unter der Annahme von wolkigen Massen, bestehend aus Verbrennungsproducten, Aschen, die mit abgekühlten metallischen Dämpfen gemischt sind. Dort, wo sich Brücken bilden, namentlich wenn rothe Schleier den Kern überziehen, in der Nachbarschaft von Flecken, besonders über den Fackeln, dem hellen Felde innerhalb Doppelgruppen, zeigt das Verschwinden, ja Aufhellen der C-Linie die Anwesenheit von Eruptionen oder Protuberanzen, ja sogar über den Flecken-Kernen erscheinen die Linien C, D, D_3, 1474 und andere hell. Während also die wolkigen Protuberanzen bis zu den Polen gehen und Wirbelstürme andeuten, welche die Chromosphäre aufwühlen, sind die metallischen oder strahligen Protuberanzen jene Eruptiv-Erscheinungen, die abgekühlte Niederschläge in Form von Sonnenflecken zur Folge haben. Daraus erklären sich mehrere Thatsachen. Würden alle Protuberanzen aus dem Sonnen-Innern stammen, so müßte die Chromosphäre weit größere Schichten darstellen, als sie ist, da aber der größte Theil, nämlich die wolkigen Protuberanzen, nur die aufgewühlte Chromosphäre selbst sind, können sie zur Vergrößerung dieser Schichte nichts beitragen.

Die metallischen Protuberanzen aber sind auf die Fleckenzonen beschränkt. Sie erscheinen zwischen 20.—30. Grad auf der nördlichen und 10.—20. Grad auf der südlichen Hemisphäre. Die wolkigen Protuberanzen haben ein zweites Maximum vom 60.—70. Grad auf der nördlichen und vom 50.—60. Grad auf der südlichen Hemisphäre. Man erkennt

download unter www.biologiezentrum.at

bei den metallischen die Zone der Sonnenflecken und Fackeln und so sicher ist dieser Zusammenhang, daß es Pater Secchi bereits gelungen ist, wenn eine metallische Protuberanz am Sonnenrande auftrat, die Bildung eines Fleckes vorherzusagen. Beide Arten von Protuberanzen zeigen durch ihre Krümmungen Stürme an, die vom Sonnen-Aequator gegen die Pole gehen.

Die Höhe, Geschwindigkeit und Veränderungen der Eruptionen sind oft enorm. Ihre durchschnittliche Höhe beläuft sich auf vier Erddurchmesser; doch sind auch Höhen von 13 Erddurchmessern beobachtet worden. Young beschreibt eine Protuberanz, die Anfangs wolkenförmig eine Länge von 21.700 und eine Höhe von 11.700 geographische Meilen hatte. Dieselbe zerriß buchstäblich in Fetzen, welche innerhalb einer Stunde bis zur Höhe von 45.800 geographischen Meilen getragen wurden.

Ueber diesem wogenden Glutmeere breitet sich endlich die Sonnen-Corona aus und erreicht in einzelnen Fällen eine Distanz von zwei Sonnendurchmessern vom Sonnenrande. Sie steht excentrisch zur Sonne, zeigt an jedem Sonnenpole ein Minimum von 50 Grad Ausdehnung; 25 Grad von den Polen folgen die Maxima, die langsam zu den zweiten Minimas am Aequator abfallen. Diese Zonen, welche mit jenen der Fackeln, Flecken und Protuberanzen übereinstimmen; die Thatsache, daß die Corona ihre größte Ausdehnung und Helligkeit über der Fläche intensivster Sonnenthätigkeit hat und auch in den Jahren größerer Sonnenthätigkeit heller ist, zeigt ihren innigen Zusammenhang mit den Erscheinungen auf der Sonne. Sie ist theils selbstleuchtend, theils strahlt sie in reflectirtem Lichte. Auf Letzteres deutet hin das Auftreten von dunklen Fraunhofer'schen Linien und die Abnahme der Intensität ihres Lichtes im umgekehrten quadratischen Verhältnisse mit dem Abstande vom Sonnenrande. Sie ist aber auch selbstleuchtend und zeigt hiebei zwei ganz merkwürdige Erscheinungen. Im Spectrum erweist sich nämlich nicht nur die Anwesenheit von Wasserstoff, sondern eine grüne Linie (Kirchhoff 1474) fällt mit einer schwächeren Linie des Nordlichtes zusammen. Außerdem beweist das Auftreten des Lichtmaximums an einer anderen Stelle, wie im Sonnen-Spectrum, daß in der Corona Licht von glühend festen oder flüssigen Theilchen ausstrahlt, was im Jahre 1886 constatirt wurde.

Die Erklärung, was die Corona ist, fällt schwer. Man hat geglaubt, sie sei ein Beugungsphänomen. Dann müßte sie aber während

download unter www.biologiezentrum.at

der Finsterniß die Gestalt verändern, was nicht der Fall. Auch hat man sie für Meteorströme gehalten, die von der Sonne beschienen werden. Allein, alle Ungleichheiten in der Vertheilung müßten dann in Form mehr paralleler Streifen erscheinen, hervorgerufen durch die ungleiche Zerstreuung längs der Bahn der Partikelchen. Es ließen sich so stark divergirende und convergirende Formen, wie bei der Corona, nicht gut erklären. Auch eine Gasatmosphäre kann sie nicht sein. Huggins macht aufmerksam, daß vermöge der Höhe der Corona von mehreren hunderttausend Meilen das Gas, selbst wenn es hundert- und tausendmal leichter wäre, als Wasserstoff, an seiner Basis durch den enormen Druck mehr als metallische Dichte haben müßte, wovon wir nichts bemerken können. Wir sagen daher: Die Corona ist ein Nebel feiner Partikelchen im festen oder flüssigen Zustande, die in der großen Hitze der Sonne erglühen. Sie können Condensations-Producte der Sonnen-Eruptionen sein, welche Gase mechanisch mit sich führen. Erkennen wir die Hypothese als richtig an, daß die Oberfläche der Sonne in dem gleichen elektrischen Zustande sich befindet, wie jene emporgeschleuderten Partikelchen, so ist es uns denkbar, wie dieselben sich dauernd von der Sonne entfernen.

Es ist begreiflich, daß alle diese Umhüllungen uns einen bedeutenden Theil der Sonnenwärme entziehen. Und in der That hat Pater Secchi nachgewiesen, daß die Atmosphäre der Sonne in der Mitte der Scheibe $^2/_3$ oder genauer $^{69}/_{100}$, an der ganzen sichtbaren Halbkugel aber $^{88}/_{100}$ verschluckt und nur $^{12}/_{100}$ durchläßt. Ohne diese Hülle würde uns die Sonne somit achtmal heller und größer erscheinen; andererseits mag sie aber eine wichtige Function haben bei Erhaltung der Sonnen-Energie.

Aus dem Vorhergehenden können wir schließen, in welchem physikalischen Zustande der Sonnenkörper selbst sich befinden mag und wir gelangen zur Entwicklung einer Sonnentheorie. Flüssig kann er nicht sein; dem widerspricht die starke Eigenbewegung der Flecken (bis 100 Meilen pro Tag); ferner müßte, da die Elemente, welche die Sonne zusammensetzen, ein mittleres specifisches Gewicht von 3—4 repräsentiren, das specifische Gewicht der Sonne ein höheres als 1·46 sein, was es thatsächlich ist. Endlich die enorme Temperatur.

Vollständig gasförmig kann die Sonne auch nicht sein. Woher käme das continuirliche Spectrum? Sollte dasselbe durch stark com-

download unter www.biologiezentrum.at

primirte Gase entstehen, was ja möglich wäre, so müßten andererseits die Wasserstofflinien breit und verwaschen erscheinen, was schon bei 440 *mm* Quecksilberdruck beginnt. In der Sonne sind sie aber fein und scharf begrenzt, somit an der sichtbaren Oberfläche bei weitem nicht jener Druck vorhanden, der nothwendig ist, ein continuirliches Spectrum zu erzeugen.

Wir gelangen daher zu folgender Vorstellung: Ein enormer Gasball ist gemischt mit metallischen Dämpfen. An der Oberfläche des Gasballes sind diese gesättigten Dämpfe einer niederen Temperatur ausgesetzt und beständig schlagen sich Nebel und Wolken in Form von Tropfen und theilweise vielleicht auch festen Partikelchen glühender Metalle nieder in Form von Kegeln, die in der Gasmasse schweben und so die Granulation und das continuirliche Spectrum erzeugen. Darüber eine dünne Schichte nicht mehr gesättigter, kühlerer Dämpfe, welche die dunklen Linien im Sonnenspectrum hervorbringt. Darüber die chromosphärische Wasserstoffschichte mit anderen glühenden Gasen gemengt.

Endlich über Allem die Corona.

In größeren Tiefen im Innern der Sonne können wir uns die Verhältnisse schwer vorstellen.

Ein Druck von Millionen Atmosphären und eine Temperatur von Millionen Graden haben Einfluß auf den Zustand der Elemente im Sonnenkörper. Derselbe ist eine Function aus Temperatur und Druck. Man kann annehmen, daß die verhältnißmäßig geringste Aenderung hier großartige Erscheinungen hervorbringt. Heiße Gase, die aus dem Sonnen-Innern aufsteigen, erhitzen die Nebelschichte und wühlen sie auf. Sie reißen dieselbe theilweise mit in die Höhe und sättigen sich mit metallischen Dämpfen. An solchen Stellen ist die Chromosphäre durchsetzt mit intensiven Strahlen, die noch ihre Spitzen über dieselbe herausstrecken. Professor Spörer nennt dies die flammige Chromosphäre und sie bildet, von oben gesehen, die heißen und hellen sogenannten Fackeln. Diese entstehen zuerst. Ueber den heißen Fackelflächen bildet sich ein aufsteigender Strom erwärmter Gase, welcher die aufgewühlte Photosphären-Materie mit sich fortreißt und, wenn verstärkt, von innen durch erneuerte Explosionen die metallischen Dämpfe zu bedeutender Höhe emporführt, wie die Asche unserer Vulkane durch den heißen Luftstrom hoch emporgehoben wird. Wir sehen dann am Sonnenrande die flammigen oder metallischen Protuberanzen. Daher sind dort, wo

download unter www.biologiezentrum.at

Fackeln sind, auch immer Protuberanzen oder wenigstens, wenn sie niederer bleiben, die flammige Chromosphäre. An der Basis solcher Protuberanzen zeigen sich zahlreiche leuchtende Linien glühender metallischer Dämpfe im Spectrum.

Außerdem wird die Chromosphäre emporgewirbelt durch heftige Stürme glühenden Wasserstoffgases. Wenn in den flammigen Protuberanzen die metallischen Massen so hoch gehoben werden, daß sie in Regionen kommen, in denen geringerer Druck herrscht, kühlen sie sich, weil das Wasserstoffgas sich ausdehnt und Wärme consumirt, rasch ab, werden durch seitliche und abwärts gerichtete Gasströme, die eine Folge des aufwärts steigenden heißen Stromes sind, zusammengeführt und noch mehr abgekühlt und sinken nun als dunkle Wolke, abgekühlter metallischer Condensationsproducte, Verbrennungsproducte, Aschen, herunter, über denen sich kühlere Dämpfe lagern. Es bildet sich an der Stelle der Protuberanz ein Sonnenfleck, der nach und nach die darunter befindlichen Eruptionen erstickt. Der absteigende kühle Strom dauert noch fort, wie es die nach der Bildung des Fleckens divergirenden Spitzen umliegender Protuberanzen beweisen. Auch bis zum Orte der Protuberanz stattfindende Fleckenbildung ist öfters beobachtet worden. Ist in der Protuberanz vorwiegend Natrium vorhanden, so bilden sich dunklere, bei Magnesium mattere Flecken. Im Anfange der Bildung erscheinen kleine Flecken, die rasch wechseln. Mit der Zeit dominirt einer, um denselben gruppiren sich die anderen. Die ganze Masse ist noch verworren und verzogen. Nach und nach aber lagern sich die Massen nach ihrem specifischen Gewichte und es entsteht ein mehr oder weniger regelmäßiger behofter Fleck. In Folge der Abkühlung kommt es nicht selten zu chemischen Verbindungen.

Wasserdampf bildet sich über den Flecken und beweist das Vorhandensein von Sauerstoff, wie es Pater Secchi nachgewiesen (sogenannte Jalousien-Linien). Wie complicirt übrigens der Zustand der Elemente in den Flecken sein muß, zeigt die Beobachtung Lockyers, daß zum Beispiel von drei Eisenlinien A, B, C das eine Mal A, dann A und B, dann B und C, dann A und C sichtbar sein können und daß oft die eine Linie eine Verschiebung anzeigt, während die andere nicht alterirt ist. Wir müssen uns denken, daß da die Gase in verschiedenen Zuständen übereinander geschichtet sind und von auf- und absteigenden Strömen durchwogt werden. Da die Flecken sich aus höheren Regionen niedersenken, kommen sie mit einer größeren Winkelgeschwindigkeit an

download unter www.biologiezentrum.at

und eilen daher der Rotation voraus, wie die Beobachtung zeigt. Insbesondere in den ersten Zeiten der Bildung machen sich die Sprünge gegen Westen geltend. Die östlichen Theile einer Gruppe haben oft verkleinerte Rotationswinkel, die westlichen übergroße. Letztere kommen aber aus bedeutenderen Höhen, bei ersteren wird die Ursprungstiefe von der mittleren Tiefe überragt.

Um und unter den Flecken bleiben die eruptiven Tendenzen oft noch lange bestehen; ja nicht selten zerstört die Eruption den Fleck und es wird dort eine Protuberanz beobachtet, wo vorher ein Fleck gestanden ist. So gehen endlich diese ihrer Auflösung entgegen. Wie schon erwähnt, werden aber auch Massen zu so bedeutenden Höhen getragen und es kommt vielleicht auch noch eine elektrische Repulsion dazu, daß dieselben in hohen Schichten die uns sichtbare Corona bilden und condensirt in Form von Staub die Sonne umfliegen. Viele sinken zur Sonne zurück und beginnen den endlosen Kreislauf von vorne, sie bilden die gegen die Sonne gebogenen Strahlen der Corona. Viele mögen als kosmische Wolken die Sonnen-Attractionssphäre verlassen und in den Bereich unserer Atmosphäre gelangen. Becquerel führt darauf den Ursprung der atmosphärischen Elektricität zurück, indem er annimmt, daß die von den Sonnen-Eruptions-Producten fortgeführte positive Elektricität sich der Erdatmosphäre mittheilt und auch das Nordlicht würde in Bezug auf seinen Zusammenhang mit der Sonnenthätigkeit eine Erklärung finden, wenn man es auffaßt als eine kosmische Wolke, deren Partikelchen sich nach den magnetischen Kraftlinien ordnen und die, von der Sonne beschienen, uns als Nordlicht erscheinen. Ich erinnere an die grüne Nordlichtlinie im Corona-Spectrum, an die Thatsache, daß oft heftige Eruptionen auf der Sonne von Nordlichtern gefolgt sind, an die Identität der Perioden der Sonnenflecken und Nordlichter.

So ist es uns gelungen, eine Sonnentheorie aufzubauen, die alle Erscheinungen befriedigend zu erklären im Stande ist. Sie zeigt uns den engen Zusammenhang zwischen Himmel und Erde, sie zeigt uns aber auch, wie klein unsere Welt ist, auf der wir leben und die wir eine Welt nennen. Die Vorgänge auf der Erde sind verschwindend gegen die Kräfte, welche auf der Sonne wirken und doch werden auch diese ihr Ende erreichen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia I

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: 80

Autor(en)/Author(s): Edlmann Franz Ritter v.

Artikel/Article: Die Sonne. 57-69