©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Ueber Sonnenflecken.

Von

DR. JOSEF CHAVANNE.

Vortrag, gehalten am 12. März 1879.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Gestatten Sie mir, hochgeehrte Anwesende, heute Ihre Aufmerksamkeit auf eine Naturerscheinung zu lenken, deren Forum nicht unser Planet, sondern das mächtige und hellstrahlende Tagesgestirn, unsere Wärme- und Lichtquelle, die Sonne, ist. Sie, die dem Menschen von altersher bis zu Beginn des siebenzehnten Jahrhunderts mindestens eben so rein erschienen war, als jenes edle Metall, das einst gleich ihr angebetet und noch vor kurzer Zeit mit demselben Zeichen wie sie (einem Kreise mit einem Punkte im Innern) geschrieben wurde, musste diesem Nimbus entsagen, seitdem die Menschen, wie Balthasar Mentzer einst sagte, die gläsernen Augen entdeckt hatten, und mit diesen auf der glänzenden und strahlenden Sonnenscheibe Flecken fanden. Für die Entwicklung unserer Kenntnisse von dem Wesen und der physischen Constitution der Sonne war diese Entdeckung von einschneidender Bedeutung, denn sie war es hauptsächlich, welche es dem Menschen gestattete, ein wenig den blendenden Schleier zu lüften, mit dem die Sonne so hartnäckig als geschickt ihre Geheimnisse verhüllt, sie führte zur Wahrnehmung der Axendrehung der Sonne.

Dass vor Beginn des siebenzehnten Jahrhunderts wiederholt grossartige Fleckenerscheinungen an der

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Sonne beobachtet werden konnten, und zwar mit freiem Auge, erfahren wir aus der Geschichte. So erregten solche grosse Fleckencomplexe im Jahre der Ermordung Cäsars, 553 und 626, am 17. März 807, zur Zeit Karls des Grossen, in den Jahren 840 und 1096 n. Chr., das allgemeinste Staunen, doch Niemand, selbst die Sternkundigen dachten damals an wirkliche Flecken, vielmehr glaubten diese einen sogenannten Durchgang eines der untern Planeten, des Merkur oder der Venus, zu sehen, unbekümmert darum, ob ein solcher acht und mehr Tage, während welcher die Flecken sichtbar blieben, dauern könne, ja selbst der berühmte Kepler schreibt am 28. Mai 1607, als er einen Flecken auf der Sonne wahrnahm, er habe den Planeten Mercurium innerhalb des Gezirkes der Sonnenkugel gesehen.

Die Ehre, das Verdienst der Entdeckung der Sonnenflecken gehört, wenn wir von dem heftigen und langen Prioritätsstreite zwischen Scheiner und Galilei absehen, drei Männern, die von einander unabhängig im Zeitraume von einem Jahre (December 1610 bis 1611) das Fernrohr auf die Sonne gerichtet und Flecken beobachtet hatten. Der Erste, welcher seine Entdeckungen der Oeffentlichkeit übergab, war der holländische Astronom Johannes Fabricius, der am 13. Juni 1611 zu Wittenberg die Dedication seiner classischen Schrift: „De maculis in Sole observatis“ unterzeichnet hatte. Es war an einem Decembermorgen des Jahres 1610, als der junge Fabricius, während eines Besuches bei seinem Vater, den als Entdecker der Mira bekannten Pfarrer

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

David Fabricius zu Osteel in Ostfriesen, den Einfall hatte, ein Fernrohr auf die aufgehende Sonne zu richten, um den Rand derselben, in Beziehung auf allfällige Ungleichheiten zu untersuchen. Sein Staunen war gross, als er auf der Sonne, nahe am Ostrande, einen schwärzlichen Flecken von nicht geringer Grösse erblickte. Die höher steigende Sonne, deren Glanz man damals noch nicht zu dämpfen wusste, nöthigte Fabricius die Beobachtung am nächsten Morgen fortzusetzen, der Flecken war wieder da und zeigte sich selbst, als der Beobachter, um die Augen zu schonen, darauf verfiel, das Sonnenbild durch eine kleine Oeffnung in ein dunkles Zimmer fallen zu lassen, nur schien derselbe ein wenig seine Stellung verändert zu haben. Als dann nach drei trüben Tagen die Sonne wieder beobachtet werden konnte, war der Flecken sehr merklich von Osten gegen Westen fortgerückt und am östlichen Rande ein neuer zum Vorschein gekommen. In den folgenden Tagen kam noch einer dazu, und alle drei Flecken bewegten sich fortwährend nach dem Westrande, an dem endlich der erste Flecken verschwand. Die Hoffnung, des von seiner Entdeckung begeisterten Fabricius, ihn wiederkehren zu sehen, wurde nicht getäuscht, nach etwa zehn Tagen erblickte er ihn neuerdings am Ostrande und später folgten auch die übrigen Flecken. Damit hatte Fabricius auch die Rotation der Sonne um ihre eigene Axe gefunden.

Vier Monate später, im März 1611, hatte P. Scheiner in Ingolstadt, im Beisein eines seiner Schüler, des nachher berühmten Astronomen Johann Baptist Cysat von

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Luzern, Flecken auf der Sonne gesehen, als sein Oberer Busaeus davon hörte, wurde er von diesem derb verwiesen, etwas sehen zu wollen, wovon in Aristoteles nichts zu sehen sei, es wäre für ihn rathsamer, seine Augen auszureiben und seine Gläser zu reinigen, als sich etwa durch Veröffentlichung seiner vermeinten Entdeckung zu blamiren. Anfänglich dadurch eingeschüchtert, gewann Scheiner später, als er im October neuerdings Flecken gesehen, den Muth, darüber unter dem Namen Apelles drei Briefe an den Augsburger Patrizier Markus Welser zu schreiben, die dieser drucken liess und verschiedenen Gelehrten seiner Zeit zusandte. So erhielt auch Galilei ein Exemplar dieser Briefe, worauf derselbe im Mai 1612 an Welser antwortete, er habe schon im October 1611 Sonnenflecken gesehen, und sie seinen gelehrten Freunden im Garten Bandini zu Rom gezeigt.

Für die Wissenschaft hatte der sich bald darauf entwickelnde heftige Prioritätsstreit nur die gute Folge, dass beide Parteien während längerer Zeit den Sonnenflecken eine verdoppelte Aufmerksamkeit zuwandten, und ein werthvolles Material in ihren diesbezüglichen Studien niederlegten, das um so werthvoller ist, als bald darauf, wegen Unzulänglichkeit der Beobachtungsmittel, der Eifer erlosch, um erst in neuerer Zeit wieder zu erwachen.

Es war nicht anders zu erwarten, dass nach der Entdeckung der Flecken, sofort über die Natur und Entstehung derselben allerlei Hypothesen auftauchten. Manche, zu denen auch anfänglich P. Scheiner gehörte,

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

griffen, in dem Bestreben, die Reinheit der Sonnenscheibe selbst zu erhalten, zu der Annahme, verschiedener, nahe um die Sonne kreisender Himmelskörper, die zuweilen für den irdischen Beobachter vor die Sonne treten und so als Flecken erscheinen. Diejenigen Astronomen jedoch, welche der Erscheinung grösseres Studium widmeten, und die Flecken der Sonne selbst zutheilten, kamen überein, dass die gemeinschaftliche Bewegung der Sonnenflecken vom Ostrande nach dem Westrande, durch eine scheinbar 27 bis 28 Tage, eigentlich aber nur 25 Tage, 8 Stunden, 9 Minuten dauernde Rotation der Sonne um ihre Axe zu erklären sei, eine Thatsache, welche schon Giordano Bruno und Kepler vermuthet hatten, und an welcher der Erstere am 17. Februar 1600 unter anderen ihm vorgeworfenen sogenannten Irrlehren am Scheiterhaufen festhielt. Ueber das eigentliche Wesen der Flecken walteten jedoch, abgesehen von einer äusserst paradoxen Ansicht des Minoriten Octoul, welcher behauptete, man habe am 21. October 1635 zwei grosse Schiffe durch die Sonne segeln gesehen, wesentlich zwei verschiedene Ansichten. Die Einen, an ihrer Spitze der brandenburgische Hofastronom Simon Marius von Gunzenhausen, hielten die Flecken für eine Art Schlacken, welche sich bei dem grossen Sonnenbrande absondern und kamen, weil zufällig im Kometenjahre 1618 die Sonne meist fleckenlos war, auf die Vermuthung, es seien die Kometen aus solchen Schlacken entstanden, welche die Sonne zu Zeiten auswerfe, um dann wie ein geputztes Kerzenlicht uns wieder um so heller zu leuchten. Die

©Ver. zur Verbr:naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Anderen, an ihrer Spitze Galilei, hielten die Flecken wegen ihrer grossen Veränderlichkeit für etwas Wolkenartiges. Wieder Andere behaupteten, die Flecken seien Gebirge, deren mehr oder weniger steile Abdachungen die Erscheinung des Halbschattens hervorbrächten. Fast ein ganzes Jahrhundert war nach der Entdeckung der Sonnenflecken verflossen, als der englische Astronom Wilson nachweisen konnte, dass die Flecken wirkliche Höhlungen sind und zum ersten Male eine richtige Vorstellung von der äusseren leuchtenden Schicht der Sonne, der sogenannten Photosphäre, gab, die er mit einem dichten und intensiv leuchtenden Nebel verglich. Eingehende Begründung und Beleuchtung erhielt Wilson's Auffassung durch Wilhelm Herschel, den berühmten Astronomen und Verfertiger der Riesenteleskope. Er zeigte, dass, wenn die Flecken wirkliche Höhlungen seien, die Photosphäre weder flüssig noch gasförmig sein könne, da sonst diese sich mit furchtbarer Geschwindigkeit in die Hohlräume ergiessen müsste, um die Lücken auszufüllen, dann aber unmöglich die Flecken die an ihnen beobachtete Dauer behalten könnten; ausserdem beweisen die den Flecken eigenen Bewegungen, dass die Photosphäre nicht fest sei. Ohne Sie, hochgeehrte Anwesende, mit der Ausführung der vielfachen Wandlungen der Ansichten älterer Astronomen, wie Hevelius, Cassini, Huyghens zu ermüden, möchte ich Ihnen nur die grossen Verdienste eines Mannes in Erinnerung rufen, dessen Arbeiten und Untersuchungen über die Sonne, das Fundament zu unserem gegen-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

wärtigen Wissen über die Natur, die Entstehung und die Lage der Sonnenflecke bilden, es ist dies der der Wissenschaft zu früh entrissene Director des Osservatorio romano pontifico, P. Angelo Secchi in Rom. War also ein wirklicher und entscheidender Fortschritt unserer Kenntnisse über die Natur der Sonnenflecken erst unserer Zeit, der zu hoher Vollkommenheit gediehenen helioskopischen Instrumente und der Anwendung der Photographie bei solchen Beobachtungen vorbehalten, so ergaben die älteren Beobachtungen über Grösse, Anzahl, Gestalt, Veränderlichkeit und Lage der Sonnenflecken bereits positive Resultate, von denen sich die der neuern Zeit nur durch eine grössere Präcision auszeichnen. Die Arbeiten eines Carrington, Warren, de la Rue, Faye, Spörer, Schwabe und Wolf haben das grosse Verdienst, das gesammelte reiche Material nach allgemeinen Gesichtspunkten geordnet und wissenschaftlich verwerthet zu haben.

Gestatten Sie mir, hochgeehrte Anwesende, bevor ich auf das eigentliche Thema meines heutigen Vortrages eingehe, Ihnen einige Vergleichungszahlen in Erinnerung zu rufen, welche uns einen Maassstab für die Grösse und den Umfang der Fleckenerscheinungen auf der Sonne bieten.

Wenn wir die Sonne durch ein färbiges Glas oder durch eine dünne Nebelschichte, welche unser Auge schützt, betrachten, so erscheint sie uns als kreisrunde Scheibe, deren scheinbare Grösse, wenn die Erde sich im Perihelium oder in Sonnennähe befindet 32′ 36″, und

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

in Sonnenferne oder Aphelium 31′ 29·2″ beträgt. Halten wir uns gegenwärtig dass die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne 23.150 Erdhalbmesser oder nahezu 148 Millionen Kilometer beträgt, so erreicht dieser scheinbare Durchmesser der Sonne riesige Dimensionen, für die uns jede Anschauung fehlt. Thatsächlich ist der wirkliche Durchmesser der Sonne einhundertzwölfmal so gross als der Erddurchmesser, ihr Halbmesser ist mithin fast doppelt so gross als die Entfernung des Mondes von der Erde, woraus sich ein Körpervolum der Sonne ergibt, das sich zu jenem der Erde wie 1·413837 : 1 verhält oder gleich demjenigen von acht Kugeln ist, von denen jede die Entfernung des Mondes von der Erde zum Halbmesser hat. Auf der Mitte der Sonnenscheibe hat der Bogen, der von der Erde aus gesehen unter einem Winkel von 1 Secunde erscheint, eine Grösse von 715 Kilometer, von der Sonne aus gesehen erscheint hingegen unsere Erde unter einem Winkel von 7·8 Secunden. Flecken von 1 Minute scheinbarem, 14.300 Kilometer wirklichem Durchmesser, Flammen von 3 Minuten scheinbarer, also von 128.700 Kilometer wirklicher Höhe, sind aber auf der Sonne nichts Ungewöhnliches.

Betrachten wir die Sonne mit einem Instrument, welches eine grosse Oeffnung und eine starke Vergrösserungskraft hat, so erscheint die Oberfläche der Sonne keineswegs glatt und gleichförmig, sondern höchst unregelmässig und wellenförmig, wie ein wogender Meeresspiegel. Ein photographisches Bild der Sonnen-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

fläche zu dessen Gewinnung eine Exposition der Platte während $^1/_{500}$ bis $^1/_{100}$ Secunde genügt, gewährt den Anblick von zahllosen nicht näher zu beschreibenden Runzeln. Zuweilen und namentlich in der Nähe des Randes rings um die Flecke herum sieht man hie und da hellere Stellen, welche man Fackeln nennt, oft einen grossen Raum einnehmen, aber nur selten vereinzelt und sehr intensiv auftreten. Nimmt man nun ein schärferes Ocular zur Hand und ist die Luft ganz ruhig, so sieht man die Oberfläche der Sonne mit einer Unzahl kleiner Körner bedeckt, die fast alle dieselbe Grösse, aber sehr verschiedene Formen haben, am häufigsten beobachtet man die ovale Form. Die sehr engen Zwischenräume zwischen diesen Lichtkörnern bilden ein dunkles aber nicht ganz schwarzes Netz. Secchi vergleicht die Structur der Oberflächengestaltung mit dem Bilde, welches man erhält, wenn man ein wenig aufgetrocknete Milch, deren Kügelchen die regelmässige Form verloren haben, durch das Mikroskop betrachtet. Nasmyth hingegen nennt sie Weidenblätter, Herschel kurzweg Runzeln. Diese Lichtkörner sind in ersichtlicher Bewegung, welche sich aber inmitten der leuchtenden Masse mit den heutigen optischen Hilfsmitteln nur schwer verfolgen lässt, leichter wird dieser Versuch in der Nähe der Poren; am Rande derselben sieht man wie sich die Körner allmälig verlängern, sich bewegen und die Contour der Poren vollständig verändern. Oft ist die Oberfläche der Sonne derart mit Körnungen übersäet und das dunkle Netz scheint so

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

stark ausgeprägt, dass man an allen Stellen Poren und Ueberbleibsel von Flecken zu sehen meint. Das Resultat dieser Beobachtungen fasst Secchi dahin zusammen, dass die uns sichtbare Oberfläche der Photosphäre nicht aus schwarzen, auf einem leuchtenden hellen Untergrunde liegenden Punkten, sondern umgekehrt, aus einer Unzahl heller Punkte besteht, welche auf einem dunklen Untergrunde zerstreut liegen. Zuweilen werden die Knoten der Netzmaschen weiter und erzeugen dadurch eine Pore; wird diese mit der Zeit aber durch einen plötzlichen Vorgang breiter so entsteht ein Fleck; es ist dies die gewöhnliche Reihenfolge, in welcher die Bildung der Sonnenflecken vor sich geht.

Zum leichteren Verständniss der folgenden Bemerkungen möchte ich mir erlauben vorauszuschicken, dass man bei jedem Sonnenflecken zwei Theile unterscheidet, und zwar nennt man den innern centralen, schwarzerscheinenden Theil den Kern oder Schatten, der diesen allseitig umgebende äussere und halbdunkle Theil wird hingegen die Penumbra oder der Halbschatten genannt. In den meisten Flecken erscheint sowohl der Kern als die Penumbra scharf begrenzt.

Was die Dimensionen der Flecke betrifft, so sind dieselben ungemein mannigfaltig, es gibt Flecke, welche blos als schwarze Punkte wahrgenommen werden, die man dann Poren nennt und andere, welche eine scheinbare Grösse von 30 bis 40 Secunden, d. h. 8600 Kilometer Durchmesser besitzen. Grosse Flecken sind selten und meist aus mehreren nebeneinander liegenden Flecken

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zusammengesetzt. Solche Fleckengruppen erreichen zuweilen einen Durchmesser von 100.000 bis 130.000 Kilometer und ihre Oberfläche ist dann grösser als die der Erde und selbst als jene des Jupiter. Um nur einige Beispiele anzuführen, erwähne ich einer Beobachtung von Darquier in Toulouse am 30. Jänner 1767, an welchem Tage derselbe einen Flecken mit freiem Auge wahrnahm, dessen Durchmesser 3800 Kilometer betrug, so sah auch Pastorf in Frankfurt a. d. O. am 24. Mai 1828 gleichzeitig verschieden grosse Flecken, deren einer siebenundzwanzigmal so viel Fläche hatte als der Erdäquator, so fand Professor Wolf in Bern am 30. December 1848 eine dichte Fleckengruppe, deren Fläche circa 10.000 Millionen Quadratkilometer entsprach.

Die Zeit, welche zum Entstehen und zur Ausbildung eines Flecks erforderlich ist, variirt ungemein; einige Flecke bilden sich sehr langsam, andere entstehen fast plötzlich, jedoch kündigt sich das Auftreten eines Flecks stets einige Tage vorher an; man gewahrt dann in der Photosphäre der Sonne eine grosse Bewegung, die sich bald durch Fackeln, bald durch Poren und durch eine Abnahme der leuchtenden, zwischen den Poren befindlichen Schichte zu erkennen gibt. Die Poren selbst schieben sich anfangs mit grosser Geschwindigkeit hin und her, bis eine sich zu einer weiten Oeffnung gestaltet. Im ersten Augenblicke der Entwicklung zeigt sich noch keine begrenzte Penumbra, sie tritt aber nach und nach immer deutlicher hervor und wird in dem Maasse, wie der Fleck selbst die rundliche Gestalt annimmt, immer

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

regelmässiger. So ruhig und friedlich geht indess die Fleckenbildung nur dann vor sich, wenn in der Photosphäre Ruhe zu herrschen scheint; in der Regel erfolgt die Bildung auf eine viel stürmischere und verwickeltere Weise.

Im Allgemeinen hat man die Beobachtung gemacht, dass die runde Form die normale ist, welche alle Flecke annehmen, wenn sie vollständig entwickelt sind. Haben sie diese Form erreicht, so werden sie wieder von leuchtenden Bändern, Brücken genannt, überzogen, und es beginnt die leuchtende photosphärische Materie von dem Rande nach dem Mittelpunkte hin zusammen zu strömen.

Aus dem eben Gesagten geht jetzt schon hervor, dass die Flecke nicht einfach an der Oberfläche der Sonne ihren Sitz haben; die ganze Erscheinung stammt vielmehr aus der Tiefe des Sonnenkörpers her, von wo aus die überliegenden Massen der Photosphäre durch gewaltige Kräfte, oft auf ungeheuren Strecken bis über den vierten Theil des Sonnendurchmessers aufgewühlt werden. Die auf diese Art hervorgerufenen Störungen haben indess nicht immer dieselben Wirkungen zur Folge; während einige zur Bildung grossartiger Flecken führen, verlaufen andere fast unmerkbar, und zeigen höchstens einfache Fackeln. Um auf die Quelle dieser stürmischen Bewegungen schliessen zu können, müssen wir vorerst die Erscheinung selbst und die Form, unter welcher sie in der Regel zu verlaufen pflegt, näher betrachten.

Der Erste, welcher die Vermuthung aussprach, es seien die Sonnenflecken tiefe Abgründe, welche mit

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Sonnenvulcanen in Verbindung stünden, war der deutsche Astronom Rost, seine Ansicht fand jedoch wenig Beachtung, erst einige Jahrzehnte später wurde diese Auffassung der Sonnenflecken als Höhlungen zuerst von Schülen in Nördlingen und bald darauf von dem englischen Astronomen Wilson überzeugend erwiesen. Beide sprachen sich bestimmt dahin aus, dass die Kerne der Flecken tiefer stehen, als die Photosphäre, und beide bewiesen diese Ansicht mit der Thatsache, dass sich zuweilen Flecken zeigen, welche in der Mitte der Sonne einen zu beiden Seiten gleich breiten Halbschatten besitzen, und dieser vor der Sonnenmitte links, dagegen nach der Sonnenmitte rechts breiter erscheine, eine Thatsache die bei einer Vertiefung eine nothwendige Folge ist, während sich bei einer Erhöhung gerade die entgegengesetzte Erscheinung zeigen müsste. Wilson und nach ihm Herschel nehmen ferner an, dass die Penumbra durch die seitlichen Böschungen eben dieser Höhlungen gebildet werden. Der erstere stellte sich dabei vor, dass die leuchtende Materie der Sonne in der Art eines sehr dichten Nebels flüssig sei, und daher wie eine Lavamasse in die Tiefe des Schlundes hinabstürze. Im Grossen und Ganzen lässt sich diese Theorie Wilson's auch heute noch aufrecht halten, nur zur Erklärung der Penumbra fügte Secchi nähere Erläuterungen hinzu, die sich im Folgenden zusammenfassen lassen:

1. Die Penumbra nimmt an Breite nahe ein Drittel des ganzen Flecks ein, aber sie ist weder in ihrer ganzen Zusammensetzung gleichförmig gestaltet, noch ist ihre

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

äussere Begrenzungslinie zu jener des Kerns parallel. Diese ist durchwegs strahlig, aber die Strahlen selbst sind sehr unregelmässig geformt; einige haben das Aussehen von Stromwindungen und werden gegen den äusseren Rand immer breiter, die meisten gleichen den schon früher erwähnten Weidenblättern oder sie bestehen, jedoch seltener, aus verlängerten, an ihren Enden aneinanderstossende Knoten.

2. In der äusseren Region des Halbschattens, an den Stellen, wo er mit der Photosphäre zusammenstösst, sind die Ströme nicht so hell und drängen sich nicht so dicht zusammen, als in der Nähe des Kerns, wo sie sich verdichten und heller werden. Dadurch erscheint auch der innere Theil der Penumbra bedeutend heller als der äussere, und nimmt zuweilen einen solchen Glanz an, dass man ihn mit der Photosphäre vergleichen kann; der Fleck hat dann das Aussehen als ob er aus zwei concentrischen gleich hellen Ringen zusammengesetzt wäre.

3. Die Ströme sind zuweilen durchbrochen und erscheinen als einzelne losgelöste und auf einem halbdunklen Schleier zerstreut liegende Blätter. Es genügen einige Stunden, oft selbst nur einige Minuten aufmerksamer Beobachtung, um zu sehen, wie die aus Körnern oder Blättern zusammengesetzten Ströme, die sich in den Kern ergiessen, sich auflösen, während der Kern selbst stets schwarz bleibt. Dabei zeigen grosse Flecken in ihrem Inneren eine sehr schnelle drehende oder wirbelnde Bewegung.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

4. Die Flecke zeigen häufig eine Art Schweif, der aus zahllosen kleinen unregelmässigen und in der Penumbra zerstreuten Flecken zusammengesetzt ist.

5. Die Ströme sind zuweilen in den unregelmässigen Flecken nicht wie die Radien eines Kreises nebeneinander gelagert, sondern bilden einzelne Gruppen, von parallelen Bündeln, sowie es auch wahrscheinlich ist, dass die sogenannten Brücken wirkliche Ströme sind, die in einem gasförmigen Medium in der Art eines stehenden Bogens schweben.

Die nächste Frage, die sich uns aufwirft, ist nun die, was sind die Kerne, und welche Tiefe erreichen die Höhlungen? Aus dem Vorhergesagten lässt sich entnehmen, dass die Tiefe der photosphärischen Höhlungen, welche die Flecken bilden, verhältnissmässig gering ist. Wilson versuchte diese Tiefe zu berechnen und gelangte zu dem Resultate, dass diese nicht mehr als 6400 Kilometer betrage, wobei er jedoch von der Voraussetzung ausging, dass die schwarzen Fleckenkerne die Oberfläche des dunklen und festen Kerns des Sonnenkörpers seien. Nach den neueren Entdeckungen ist jedoch diese Annahme nicht zulässig und eine Messung der Tiefe der leuchtenden Schichte oder Photosphäre bisher unmöglich. Die eingehendsten Beobachtungen haben uns gezeigt, dass die schwarzen Kerne der Flecken nichts weiter als Anhäufungen von dunklen oder wenig leuchtenden Dämpfen sind, welche in Mitte der intensiv leuchtenden Masse, der Photosphäre, schweben und vermöge ihrer Schwere bis auf eine gewisse Tiefe in dieselbe einsinken. Ver-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

gleicht man die Dunkelheit der Kerne mit der eines Planeten, z. B. des Mercur oder der Venus bei ihrem Durchgange durch die Sonnenscheibe, so findet man einen so bedeutenden Unterschied, dass diesen gegenüber die Kerne sehr hell erscheinen, dabei sind die Kerne nicht weniger veränderlich als die Halbschatten, ein weiterer Beweis dafür, dass sie nicht aus festen Theilen bestehen.

Verfolgen wir die Entwicklung eines Fleckens, so bemerken wir nicht selten, dass sich die Flecken zu zertheilen scheinen, dieser Vorgang ist nur ein scheinbarer, wenn ein neuer Kern sich in der Nähe eines älteren bildet und durch die schnelle Bewegung gegen den vorangehenden Theil sich immer mehr von letzterem entfernt, es kann jedoch eine Theilung wirklich stattfinden, dann ergiesst sich die leuchtende photosphärische Materie vom Rande in das Innere der Höhlung, bildet die bekannten Brücken und theilt den Kern in mehrere Theile. Diese Brücken haben dann einen so lebhaften Glanz, der jenem der Photosphäre nahe kommt. Solche Theilungen gehen in der Regel der gänzlichen Auflösung und dem Verschwinden des Kernes voraus.

Eine weitere interessante Erscheinung im Innern der Flecke ist das Auftreten von Schleiern, welche entweder roth gefärbt oder farblos sich darstellen; es lässt sich daraus schliessen, dass auf der Oberfläche der Sonne Anhäufungen von rosenrothen Schleiern vorhanden sind, die den Flammen gleichen, welche man während einer totalen Sonnenfinsterniss rings um die Mondscheibe herum

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

wahrnimmt, und die unter dem Namen der Protuberanzen bekannt sind. Secchi vergleicht diese Schleier mit den Cirruswolken, die Körner hingegen mit den Cumuluswolken unserer Atmosphäre. Betrachten wir nunmehr das Aeussere der Flecke, so finden wir sie fast ausnahmslos von einer grossen Zahl von Fackeln umgeben, deren Aussehen sich selbst in wenigen Minuten verändert. Der Umkreis des Halbschattens eines Fleckes wird in der Regel von einer wirklichen Fackel gebildet, das heisst von einem Kranze, der heller ist als der übrige Theil der Photosphäre; die Erscheinung ist am auffälligsten, wenn die Flecke sich dem Rande der Sonnenscheibe nähern. Man sieht dann eine Art leuchtender Krone, aus welcher zahlreiche sehr unregelmässige Verästelungen auslaufen, welche das Aussehen von wirklichen Hervorragungen haben und in ihrer Gesammtheit einen deutlich wahrnehmbaren Wall bilden. Ein solcher Fleck hat dann ganz das Aussehen eines Mondkraters, damit jetzt schon die Vorstellung von vulcanischen Eruptionen zu verbinden scheint uns unzulässig. Die Dimensionen der Fackeln sind oft ganz enorm und es wurden schon solche beobachtet, welche wie eine ungeheure Lichtwelle die Hälfte der Sonnenscheibe einnahmen. Neuere Forschungen haben auch ergeben, dass diese Fackeln mit den rothen Protuberanzen in Verbindung stehen.

Resumiren wir die verschiedenen Ansichten über die Natur der Flecke, so lassen sich dieselben in folgende vier Kategorien zusammenfassen:

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

1. Die Flecke sind feste Schlackenmassen, welche auf einem feurig flüssigen Meere schwimmen und vielleicht sogar über das allgemeine Niveau desselben hervorragen.

2. Die Flecke sind Rauchmassen oder Wolken, welche in einer gewissen Höhe über der Photosphäre schweben und uns das Sonnenlicht zum Theil verdecken.

3. Die Flecke sind Dampfmassen, welche kälter und schwerer sind als ihre Umgebung und daher auf eine gewisse Tiefe in die feurige Masse der Photosphäre einsinken.

4. Die Flecke sind einfach solche Stellen, wo in Folge der sehr hohen Temperatur der aus dem Innern der Sonne hervorbrechenden Gase die photosphärischen Dampfmassen vergast und aufgelöst werden; die Dunkelheit der Kerne rührt daher, dass die leuchtende photosphärische Nebelmasse zum Theil fehlt und durch wenig leuchtende Gasmassen ersetzt wird.

Die sehr grosse Veränderlichkeit der Gestalt der Kerne beweist, dass der dunkle Theil nichts Festes sein kann, ausserdem sind auch die Bewegungen in den hellen Theilen des Flecks unverträglich mit der Natur einer Flüssigkeit, weshalb die erste Ansicht als unhaltbar fallen musste, überdies haben alle bisherigen Untersuchungen die grösste Wahrscheinlichkeit dafür gezeigt, dass die Photosphäre aus einem leuchtenden Nebelmeere oder aus condensirten Dämpfen besteht, welche in der glühenden Atmosphäre der Sonne ein ähnliches Verhalten zeigen, wie die Wasserdämpfe in unserer Erdatmosphäre.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Die zweite Hypothese, zuerst von Galilei aufgestellt, ist im Wesentlichen auch die des berühmten Forschers auf dem Gebiete der Spectralanalyse Kirchhoff. Sie steht jedoch im Widerspruche mit der Thatsache, dass die Flecken Höhlungen oder eigentliche Becken sind, deren Inhalt weniger stark leuchtet als die umgebende Photosphäre. Ausserdem zeigt das Aussehen der Penumbra, dass nicht die dunkle Materie sich über die helle verbreitet, sondern umgekehrt. In Bezug auf die letzten zwei Hypothesen, kommt es auf die Frage an, ob die dunklen Massen im Innern der Photosphäre kälter oder heisser als diese selbst sind, beiden Hypothesen liegt die Annahme zu Grunde, dass auf der Sonne Ausströmungen, Gas- oder Dampfausbrüche von Innen nach Aussen stattfinden.

Secchi neigt sich zu der Ansicht, dass das Centrum der Flecke trotz seiner Dunkelheit heisser ist als die umgebende Photosphäre, und begründet diese Ansicht damit, dass die Photosphäre, welche sich bereits in einem Zustande der Condensation und der nebelartigen Niederschläge befindet, bei einer noch weiteren Erkaltung in den flüssigen Zustand übergehen müsste, was aber gegen die bis jetzt beobachtete Natur der Photosphäre spricht.

Nach Secchi's Ansicht entstehen die Flecke dadurch, dass die inneren Sonnenkräfte zuerst in einem weiteren Umkreise die photosphärischen Massen emporheben und dadurch unregelmässig gestaltete, photosphärische Höhenzüge (Fackeln) mit entsprechenden Abgründen erzeugen, dass gleichzeitig zwischen diesen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Fackeln hie und da das glühende Wasserstoffgas in der Form von Protuberanzen zum Durchbruch kommt und bald darauf die gehobene, photosphärische Materie in dem Bestreben nach Gleichgewicht von allen Seiten herbeiströmt, um sich in die Höhlungen zu ergiessen und diese wieder auszufüllen. Da in den tieferen Höhlungen, zwischen den Fackeln, die leuchtende photosphärische Masse mehr oder weniger fehlt, so erscheinen dieselben dunkel (Kern), und diese Dunkelheit wird dadurch noch vermehrt, dass die in die Höhlungen einströmenden glühenden Dampf- oder Nebelmassen (Penumbra) durch die aus dem Innern der Sonne stammenden heisseren Gase verflüchtigt werden, als Gase ihre Leuchtkraft verlieren und auf das Licht der tieferen Schichten absorbirend einwirken.

Im Uebrigen lässt sich nach den bisher gewonnenen Erfahrungen diese Frage, über welche die Astronomen noch getheilter Meinung sind, noch nicht endgültig entscheiden.

Wir haben bereits bei der Entdeckungsgeschichte der Flecken erfahren, dass sich dieselben nach bestimmten Gesetzen bewegen. Im Allgemeinen erscheinen die Flecke am östlichen Rande der Sonne, rücken über die Sonnenscheibe fort, indem sie Linien beschreiben, welche zu der täglichen Bewegung und zur Ebene der Ekliptik geneigt sind und verschwinden nach ungefähr vierzehn Tagen am westlichen Sonnenrande. Nicht selten sieht man einen und denselben Flecken, nachdem er vierzehn Tage lang unsichtbar geblieben, abermals am östlichen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Sonnenrande erscheinen, um einen zweiten, zuweilen sogar einen dritten und vierten Umlauf zu machen; aber weit häufiger verändern sie ihre Gestalt und lösen sich auf, bevor sie die Sonnenscheibe verlassen.

Erscheinen mehrere Flecke gleichzeitig auf der Sonnenscheibe, so sind die Bahnen, welche sie in derselben Zeit durchlaufen, ähnlich gestaltet und parallel, woraus sich schliessen lässt, dass die Flecke nicht von einander unabhängig sind, sondern dass sie der Oberfläche der Sonne angehören und an der Umdrehung derselben theilnehmen. Beobachtet man die Bewegung der Flecke mehrere Tage nacheinander, so findet man, dass ihre scheinbare Bewegung in der Nähe des Sonnencentrums viel schneller ist als am Sonnenrande, dabei verlieren in Folge der Perspective die Flecken je näher sie sich dem Rande zu bewegen, ihre rundliche Gestalt, sie werden oval und ziehen sich endlich so stark zusammen, dass sie fast zu einer Linie zusammenschrumpfen.

Diese Thatsache aber ist nur ein Beweis mehr, dass die Flecke wirklich der Oberfläche der Sonne angehören; denn wäre dieses nicht der Fall, so müssten die Flecke von sehr flachen Körpern herrühren, was mit allen unsern Kenntnissen von der Gestalt der Himmelskörper im Widerspruche steht.

Die Flecke treten nicht an allen Stellen der Sonnenscheibe gleich zahlreich auf, in der unmittelbaren Nähe des Aequators sind sie selten, noch seltener in höheren Breitegraden; am häufigsten beobachtet man sie in zwei, zwischen dem zehnten und dreissigsten Grade helio-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

centrischer Breite gelegenen symmetrischen Zonen, welche man die Königszonen nennt.

Die Zahl der Flecke ist sehr veränderlich, zuweilen sind sie so zahlreich, dass man die Königszonen bei einer einzigen Beobachtung überschauen kann; zuweilen aber sind sie so selten, dass fast ein ganzes Jahr vergeht, ohne einen einzigen Fleck zu sehen.

Ausser der Rotationsbewegung um die Sonne zeigen die Flecke oft sehr bedeutende eigene Bewegungen, und Laugier beobachtete welche, die 111 Meter in der Secunde zurücklegten. So oft ein Fleck sich theilt oder eine bedeutende Formveränderung erleidet, beobachtet man immer eine heftige und ungestüme Bewegung, und zwar eine Art Sprung nach vorwärts oder in der Richtung der Rotation. Die runden und kraterförmigen Flecke zeigen eine grössere Beständigkeit als die Flecke mit ausgezackten Rändern und mit vielfachen und unregelmässigen Kernen; die kleinen und auf der Oberfläche der Photosphäre liegenden Flecke haben sehr unregelmässige Bewegungen.

So oft ein Fleck seine Form ändert oder ein anderer sich in seiner Nähe bildet, bemerkt man an ihm eine Ortsveränderung, und diese Erscheinung ist mit ein gewichtiger Einwand gegen die Auffassung der Flecken als Krater von Sonnenvulcanen.

Eine neue Epoche für das Studium der Sonnenflecken bezeichnet das Jahr 1826, in welchem Hofrath Schwabe in Dessau eine bis auf die neueste Zeit mit seltener Ausdauer fortgeführte und von Anfang an nach

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

einem sehr zweckmässigen Plane angelegte Beobachtungsreihe der Sonnenflecken begann. Schwabe konnte, indem er an jedem heiteren Tage die Sonne beobachtete, angeben, an wie vielen Tagen dieselbe fleckenfrei gewesen sei, und wie viele neue Gruppen in der betreffenden Zeit sichtbar wurden.

Obwohl schon die ältesten Beobachter bemerkt hatten, dass nicht jedes Jahr gleich reich an Flecken sei, so glaubten sie doch nicht, dass die Erscheinung der Sonnenflecken einer bestimmten Regel unterliege. Schwabe konnte dagegen schon im Jahre 1843 den Nachweis liefern, dass ein regelmässiger Wechsel in der Häufigkeit der Erscheinung statthabe, jedoch gelang es ihm noch nicht, das Gesetz dieses Wechsels zu bestimmen. Erst in neuerer Zeit gelangte Prof. Wolf in Zürich, der mit nicht genug zu rühmendem Eifer alle ihm zugänglichen Fleckenbeobachtungen bis zum Jahre 1610 zurück sammelte und einer eingehenden Prüfung unterzog, zu folgenden Resultaten.

Die Curve, welche den Verlauf des Fleckenstandes der Sonne von Monat zu Monat darstellt, ist eine zackige Wellenlinie. Die Länge einer Welle, das heisst die Entfernung zweier Wellenberge, welche die Epochen grösster Häufigkeit und ebenso die Entfernung zweier Wellenthäler, welche die Epochen geringster Häufigkeit der Flecken darstellen, beträgt durchschnittlich $11\,^1/_9$ Jahre. Die einzelnen Wellen werden zuweilen bis auf volle fünf Vierteljahre, länger oder kürzer, jedoch so, dass

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

kürzeren Wellen immer wieder längere zur Ausgleichung folgen und umgekehrt.

Ein Vergleich dieser Erscheinung mit den merkwürdigen Veränderungen im Glanze mancher Fixsterne, bei welchen ebenfalls ähnliche Schwankungen um eine mittlere Periode, wellenförmige Lichtcurven, vorkommen zeigt eine unverkennbare Verwandtschaft.

Der Ausdauer und dem Scharfsinne Prof. Wolf's ist es weiterhin gelungen, eine Uebereinstimmung der täglichen Variation der Magnetnadel mit dem Gange der Sonnenflecken nachzuweisen.

Dass weiterhin die Fleckenerscheinungen auf der Sonne mit dem Nordlichte und der Temperatur unserer Erdatmosphäre in einer unverkennbaren Wechselbeziehung stehen, hatte ich bereits in einem vor drei Jahren in diesen Räumen gehaltenen Vortrage Gelegenheit darzuthun.

Sie werden, hochgeehrte Anwesende, schon aus dieser, nur in grossen übersichtlichen Zügen gehaltenen Darstellung entnommen haben, dass das Studium der Sonnenflecken eine ganze Reihe der interessantesten Vorgänge auf dem Sonnenkörper und zahlreiche Wechselbeziehungen der Sonne zur Erde näher zu ergründen wird vermögen, heute stehen wir allerdings noch trotz aller aufgewandten Mühe und Eifer noch vor ebensoviel ungelösten oder nur halb gelösten Räthseln, doch daran lässt sich nicht zweifeln, dass des Menschen Geist auch auf diesem Gebiete siegen und die Geheimnisse der Sonne enthüllen wird.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: 19

Autor(en)/Author(s): Chavanne Josef

Artikel/Article: Ueber Sonnenflecken. 661-686