

Zur Physik der Sonne.

Vortrag im Verein für vaterl. Naturkunde am 10. April 1905¹.

Von Prof. Dr. **Aug. Schmidt** in Stuttgart.

Der Anfang physikalischer Untersuchung der Sonne fällt in den Beginn des 17. Jahrhunderts. Im Jahre 1611 hat der Jesuitenpater SCHEINER die erste Beobachtung eines Sonnenflecks gemacht. Die dunkeln Flecken der Sonne und die sie begleitenden hellen Fackeln sind die deutlichen Anzeichen dafür, daß die Sonne keine Scheibe, kein Rad am Wagen des Sonnengotts, sondern eine um ihre Achse rotierende Kugel ist, anscheinend eine flüssige oder gasige Kugel, denn die Zeit der Achsendrehung ist nicht, wie bei einem festen Körper, in allen Teilen gleich, sondern ist am kleinsten (25 Tage) am Äquator und wächst mit zunehmender Entfernung von diesem, so daß sie z. B. in der Breite 75° 39 Tage beträgt.

Die Möglichkeit der neuen Entdeckung bot das soeben erfundene Fernrohr. Alle weiteren Fortschritte der Sonnenphysik sind im wesentlichen an die Erfindung neuer Beobachtungsinstrumente und an deren wachsende Vervollkommnung gebunden. Das heutige

¹ Die wissenschaftliche Begründung der Theorie des Verfassers enthalten folgende Veröffentlichungen: 1. Die Strahlenbrechung auf der Sonne, Stuttgart 1891. 2. Erklärung der Sonnenprotuberanzen als Wirkungen der Refraktion, Zeitschr. Sirius, Mai 1885. Verteidigung gegen E. v. Oppolzer, ebenda Oktober 1895. 3. Ein Bild des Sonnenballs, Deutsche Revue, Juli 1899. 4. Das Wärmegleichgewicht der Atmosphäre nach den Vorstellungen der kinetischen Gastheorie, Gerland, Beitr. zur Geophysik IV, 1. 1899. Labile Gleichgewichtszustände der Atmosphäre, ebenda V, 3. 1902. Die Wärmeleitung der Atmosphären, ebenda VI, 1. 1903. 5. Über die Doppellinien im Spektrum der Chromosphäre, Physikal. Zeitschr. 3, S. 259, 1902. Lichtbrechung und Farbenzerstreuung in der Chromosphäre, ebenda 4, S. 282 und 4, S. 341, 1903. Konsequenzen des Lambert'schen Strahlungsgesetzes, ebenda 4, S. 453. Die Helligkeit astigmatischer Bilder und das Bild der Sonne, ebenda 4, S. 476, 1903. Beobachtung der Helligkeitsabnahme durch Brechung, ebenda 5, S. 67, 1904. Beschränkung und Erweiterung meines Helligkeitsgesetzes, ebenda 5, S. 528, 1904.

Fernrohr fügt zu den Flecken und Fackeln die Granulation der Scheibe und die Erscheinungen am Rande, nämlich die den Rand umgebende Chromosphäre, das Anzeichen einer den weißleuchtenden Ball umhüllenden glühenden Atmosphäre von weniger hoher Temperatur, dazu wechselnde, bald rascher, bald langsamer ausbrechende und wieder verschwindende Hervorragungen, die Protuberanzen und einen bei totalen Finsternissen die dunkle Scheibe umhüllenden Hof in mattem Silberglanz, die Korona, welche das Bild weit in den Welt-raum hinausragender unregelmäßig verteilter Strahlenkegel darbietet.

Das Spektroskop enthüllt uns die chemische Beschaffenheit jener inneren und teilweise der äußeren Atmosphäre in den dunkeln FRAUNHOFER'schen Linien, die das Spektrum des weißen Sonnenlichtes durchziehen und in dem hellen, die dunkeln Linien umkehrenden Emissionsspektrum der Chromosphäre, es gibt uns zugleich Aufschluß über gewaltige Sturmbewegungen mit einigen Hunderten von Kilometern Geschwindigkeit innerhalb der Gebiete der Flecken und der Protuberanzen.

Die verschiedenen Strahlungsmesser, Aktinometer, besonders das Photometer und das Bolometer in Verbindung mit dem Spektralapparat geben eine Analyse des Sonnenlichtes je nach der Stärke, welche nicht nur den verschiedenen im weißen Lichte gemischten Farben, sondern auch der unsichtbaren Wärmestrahlung und der chemischen Strahlung zukommt. Sie lassen heute die früher in weiten Grenzen schwankenden Temperaturschätzungen der Sonne auf die engeren Grenzen von etwa $5\frac{1}{2}$ — $7\frac{1}{2}$ Tausend Grad einschliessen.

Ganz besondere Enthüllungen liefern uns ferner die Magnetometer, die Instrumente, welche zur Beobachtung des magnetischen Zustandes der Erde dienen. Die fortschreitende Verfeinerung dieser Beobachtungen und ihre statistische Vergleichung mit dem Auftreten der Sonnenflecken haben nicht nur die Übereinstimmung einer 11jährigen Periode in der Zu- und Abnahme der beiderlei Erscheinungen, sondern eine ganz besondere Art von innigster Wechselwirkung kennen gelehrt zwischen den Flecken oder vielleicht besser den die Flecken begleitenden Fackeln der Sonnenscheibe und gewissen Veränderungen des Erdmagnetismus. Man hat nämlich zweierlei solcher Veränderungen zu unterscheiden, solche, die an allen Orten der Erde gleichzeitig und gleichartig auftreten, und solche, die eine Wanderung von Ort zu Ort zeigen oder die an verschiedenen Orten verschiedener Art sind. Die ersteren sind es, welche mit den Sonnenerscheinungen

in Zusammenhang stehen. Merkwürdigerweise tritt der magnetische Einfluß einer Fackel nur dann zutage, wenn diese dem der Erde zugekehrten Meridian der Sonne nahekommt. Man bekommt das Bild eines gewaltig ausgedehnten magnetischen Feldes, in welches die Sonne mit den Planeten eingetaucht ist und welches stets auf derjenigen Seite der Sonne Veränderungen erfährt, auf welcher die Störungen in der Sonnenatmosphäre auftreten. Nach Riccò brauchen diese Störungen, um von der Sonne zur Erde zu gelangen, etwa 2 Tage Zeit.

Indessen, nicht bloß die Vermehrung und Vervollkommnung der Beobachtungen mit Fernrohr, Spektroskop, Aktinometern und Magnetometern bereichern unsere Erkenntnis. Alle beobachteten Erscheinungen müssen an der Hand der allgemeinen physikalischen Gesetze gewürdigt, voreilige Hypothesen müssen kritisch geprüft und anderen möglichen Hypothesen gegenübergestellt werden.

Der Astronom, welcher die Entfernung (150 Millionen Kilometer) und Größe (Durchmesser gleich 108 Erddurchmessern) der Sonne berechnet, wendet die Gesetze der Geometrie auf die Beobachtungen an. Die Kenntnis der Masse der Sonne, welche die unserer Erde 324 000mal übertrifft, verdanken wir der Anwendung der Gesetze der Mechanik auf die Bahnbewegungen der Erde und der Planeten. Die Abweisung der früheren Temperaturschätzungen, die bis zu Hunderttausenden von Graden reichten, Werte, welche nur noch den tief liegenden inneren Massen zugeschrieben werden können, wurde möglich durch das in neuester Zeit entdeckte allgemeine Gesetz über Temperatur und Wellenlängen des ausgestrahlten Lichtes, ein Gesetz, welches das Verfahren der Feuerarbeiter, aus der Farbe der Glut die Temperatur zu schätzen, auf den exakten mathematischen Ausdruck bringt. Jede beobachtete Erscheinung ist nur dann befriedigend erklärt, wenn wir sie als Ausfluß der aus den irdischen Naturvorgängen gefolgerten Gesetze erkennen.

Zu den Versuchen, die physikalischen Gesetze auf die Erscheinungen an der Sonne anzuwenden, rechne ich auch die Folgerungen, welche sich mir aus dem Gesetze der Lichtbrechung für die Deutung der am Sonnenrande beobachteten Erscheinungen ergeben haben. In der Zeit von 14 Jahren seit meinen ersten Veröffentlichungen haben meine Vorstellungen sich wachsender Anerkennung erfreut. Die zögernde Anerkennung besonders von seiten der Astronomen von Fach werden Sie verstehen, wenn ich Ihnen durch eine, so gut ich es machen kann, populäre Auseinandersetzung der Hauptpunkte der

Theorie zeige, zu welch folgenschweren weiteren Annahmen die zunächst rein geometrisch optischen Ergebnisse uns drängen, Annahmen, die vorerst den Eindruck gewagter neuer Hypothesen zu machen geeignet sind.

Ausgehend von dem sogenannten Sinusgesetz der Brechung erinnere ich zunächst an einen bekannten Versuch, dem ich nachher eine wichtige Erweiterung zu geben beabsichtige. Bringe ich eine Münze auf den Boden einer Schüssel und stelle mich so auf, daß der Rand der Schüssel meinem Auge die Münze verdeckt, so kann ich dieselbe sichtbar machen, wenn ich in die Schüssel bis zu genügender Höhe Wasser eingieße. Der ganze Grund der Schüssel erfährt eine scheinbare, eine optische Erhebung. Jeder von einem dichteren in ein dünneres Mittel übertretende Lichtstrahl, mit Ausnahme des genau zur Trennungsfäche senkrechten, erfährt beim Übertritt eine Richtungsänderung, die um so größer wird, je weiter ein Strahl von der senkrechten Richtung abweicht. Zwischen dem Sinus des Winkels der ersten und zweiten Strahlrichtung besteht ein festes Verhältnis, das für jedes Paar von Mitteln seinen besonderen Wert hat, je nach der Wellenlänge des Lichts einen etwas verschiedenen Wert, für den Übergang von Luft in Wasser z. B. den ungefähren Wert $\frac{4}{3}$. Die Wirkungen der Lichtbrechung begleiten uns bei alltäglichen Erscheinungen. Die Sonne und die Gestirne gehen alle einige Minuten früher auf und einige Minuten später unter, als sie bei geradliniger Fortpflanzung ihres Lichtes tun würden, denn die Atmosphäre der Erde bildet ein unten dichteres, oben dünneres Mittel, in welchem die Lichtstrahlen unendlich oft, unendlich wenig gebrochen nach unten schwach konkave Linien darstellen. Jeder Blick durch eine Fensterscheibe zeigt uns infolge der Unregelmäßigkeiten des Glases verzerrte Bilder der Außenwelt. Unsere Thermometer und Barometer täuschen uns $1\frac{1}{2}$ mal so dicke Quecksilbersäulen vor, als sie enthalten, das dickwandige Bierglas, wenn gefüllt, scheint gar keine Wandstärke mehr zu haben. Eine Hohlkugel aus Glas, in zwei Halbkugeln zerlegbar, deren innerer zum äußeren Radius sich wie 2:3 verhält, auf den Innenflächen vergoldet, zeigt zusammengelegt das Bild einer vollen Goldkugel. Besonders sind es viele farbige Naturerscheinungen, welche, wie der Regenbogen, der Brechung des Lichts entspringen.

Aus dem unmittelbaren Bilde der Sonne unter Berücksichtigung der Entfernung von der Erde ergibt sich als Radius der weißleuchtenden Oberfläche des Sonnenballs, der Photosphäre, der 108fache

Erdradius, als Höhe der im Purpurlicht glühenden Atmosphäre ungefähr der einfache Erdradius, als größte Höhen zeitweilig auftretender Koronastrahlen der mehrfache Sonnenradius. Sollten nicht auch diese Abmessungen durch die Lichtbrechung beeinflusst sein? Ich habe dem Brechungsgesetz entsprechend gezeigt, daß die Maße für die Photosphäre und für die Chromosphäre, ja, daß die ganze dem Anblick entsprechende Trennung dieser zwei Teile auf nichts als einer ungerechtfertigten Verwechslung von Schein und Wirklichkeit beruhen. Man schreibt der Photosphäre und der Chromosphäre zweierlei Aggregatzustände zu, ersterer den flüssigen oder gar festen, etwa in Form glühenden Staubes, entgegen allen der Wärmelehre und dem Barometergesetz entsprechenden Erwartungen, nach welchen eine Masse von 6000 Grad Temperatur in keinem andern als im Gaszustand mit nach außen stetig und allmählich abnehmender Dichte existieren kann. Erst in den höheren Schichten der Chromosphäre und der Korona kann an Kondensationen gedacht werden.

Die Geometrie der Lichtbrechung zeigt unwiderleglich, daß ein glühender Gasball uns gar kein anderes Bild geben kann, als eine scheinbare scharfe Begrenzung zwischen einem undurchsichtigen weißglühenden und einem durchstrahlten rotglühenden bis unsichtbaren Teile. Fassen wir, um das zu begreifen, die zu unserem Auge kommenden Lichtstrahlen in ihrer umgekehrten Richtung auf als Sehstrahlen, welche vom Auge ausgehen. Der am Rande den Gasball durchschneidende Sehstrahl krümmt sich infolge der Brechung in einen gegen die Mitte des Gasballs konkaven Bogen. Um so stärker wird die Krümmung, je näher der Strahl den dichteren Schichten kommt. Nur schwach gekrümmte Strahlen gehen daher unter kleiner Ablenkung durch die äußersten Schichten hindurch bis zu einem Grenzstrahl, unterhalb dessen alle anderen durch die zu starke Krümmung nach innen, nach den weißleuchtenden Schichten abgelenkt werden. Es ist ein ähnliches Verhalten, wie bei den der Erdanziehung verfallenden Meteorsteinen. Die einen, höheren, durchschneiden die Erdatmosphäre und gehen wieder fort auf Nimmerwiedersehen, die anderen, zu nahe kommenden, bekommen Bahnen, welche die Erdoberfläche treffen und dringen in dieselbe ein. Ein solcher Unterschied der Strahlenablenkung bedingt für das Aussehen der Sonne die scharfe Begrenzung zwischen Photosphäre und Chromosphäre.

Dabei begreift sich zugleich, daß der gegen die Sonne konkave Grenzstrahl uns auch den Ort, in welchem er die Grenzschichte erreicht, ich nannte diesen Ort die kritische Sphäre, uns weiter

von der Sonnenmitte entfernt erscheinen läßt, als er sich befindet. Der weißglühende Kern von uns unbekannter Ausdehnung scheint sich bis zur kritischen Sphäre zu erheben und wird noch mit dieser Sphäre optisch vergrößert unserem Auge dargestellt. Der Versuch, die Dichte des Gases am Ort der kritischen Sphäre der Sonne zu berechnen, führte unter der beispielsweise Annahme, daß das Gas sich in Beziehung auf die Lichtbrechung wie die Luft der Erde verhalte, auf eine 25mal kleinere Dichte als diejenige der Luft an der Erdoberfläche.

Mit dieser Grundanschauung über die nur scheinbare, nur optische Existenz des sichtbaren Sonnenrandes verbindet sich nun folgerichtig auch die optische Deutung der an diesem Rande beobachteten außerordentlichen Erscheinungen, nicht bloß des Auftretens kleiner Ausbuchtungen und Einkerbungen des Randes der weißen Scheibe, sondern auch außerordentlicher Lichterscheinungen außerhalb des Randes, der sogenannten Protuberanzen, von welchen ich zeigte, daß mindestens ein Teil derselben sich einfach als eine Art von Luftspiegelungen erklären lasse infolge unregelmäßiger und veränderlicher Dichteverhältnisse der durchstrahlten Atmosphäre. Die Frage, wie weit mein Erklärungsgrund für die Protuberanzerscheinungen zureiche, muß natürlich offen bleiben. Ein Haupteinwand gegen diese Erklärungsweise war der: die hochaufsteigenden Protuberanzen zeigen bei der spektroskopischen Prüfung ihres Lichtes eine manchmal auf sehr große Geschwindigkeit der leuchtenden Substanz hinweisende Linienverschiebung, Geschwindigkeiten der glühenden Gase bis zu 400 und mehr Kilometer in der Sekunde. Es sei viel wahrscheinlicher, daß so große Geschwindigkeiten in den oberen Gebieten herrschen, wo wir die Protuberanzen sehen, als in den tieferen, aus welchen das Licht herkommen würde, wenn die Protuberanzen Luftspiegelungen wären. Allein dieser Einwand, den z. B. noch ARRHENIUS in seiner im Jahre 1903 erschienenen kosmischen Physik geltend macht, ist seit mehreren Jahren hinfällig.

Schon im Jahre 1895 hat DESLANDRES gezeigt, daß nicht nur durch die Bewegungen der Lichtquellen, sondern auch durch diejenigen der das Licht zurückwerfenden Körper Verschiebungen der Spektrallinien erzeugt werden, und in den Jahren 1901 und 1904 haben MICHELSON und FÉNYI dasselbe von den das Licht brechenden Substanzen nachgewiesen. Bei genügend kleinem Winkel der Strahlen mit der Richtung, in welcher die brechenden Massen geschichtet sind, kann die Linienverschiebung sogar so groß werden, daß wir nach

der gewöhnlichen Erklärungsart auf eine größere Geschwindigkeit der leuchtenden Massen schließen müssen, als sie die lichtbrechenden Substanzen tatsächlich besitzen. Hochaufsteigende Wirbel und Wellenbewegungen in den leichten und dünnen Koronagasen sind geeignet, Schlieren zu bilden, innerhalb deren die aufgewühlten sturmerregten Chromosphäregase der Tiefe uns hoch schwebende Luftspiegelungen erzeugen mit Linienverschiebungen, die uns noch viel größere Geschwindigkeiten vortäuschen.

Infolge der Blendung unseres Auges durch das direkte Sonnenlicht erscheint uns die Sonnenscheibe in durchaus gleichem Glanze in allen ihren Teilen. Erst die Anwendung von Blenden bei der Beobachtung oder auch die Projektion eines Sonnenbildes auf einen Schirm läßt neben den Flecken, Fackeln und Körnern auch noch eine gleichmäßige Abnahme der Helligkeit der Scheibe von der Mitte nach dem Rande zu erkennen. Diese Verschiedenheit der Strahlungsstärke der Sonne je nach der Entfernung von der Scheibenmitte hat nicht bloß für die Lichtstrahlen verschiedener Wellenlänge, sondern auch für die unsichtbare Wärmestrahlung und die unsichtbare chemische Strahlung eingehende Untersuchungen erfahren. Die Wärmestrahlung stuft sich ab von 100% in der Mitte auf 43 am Rande, die Lichtstrahlung im ganzen von 100 auf 37% und die chemische Strahlung von 100 auf 13%. Innerhalb der Lichtstrahlung hat H. C. VOGEL noch 6 einzelne Spektralgebiete, jedes auf einen kleinen Umfang der Lichtwellenlängen beschränkt, aufs sorgfältigste untersucht. Es zeigt sich mit der Ausnahme eines einzigen der Gebiete derselbe Charakter; die Lichtabnahme ist größer für die Strahlen kleiner, als für die größerer Wellenlänge, das Licht aus der Mitte der Scheibe enthält verhältnismäßig am meisten Violett, das vom Rande verhältnismäßig am meisten Rot.

Nach dem Gesetze der Strahlung von LAMBERT und nach Versuchen mit glühenden Metallkugeln ist die nach allen Richtungen von jedem Teil der Oberfläche ausgesandte Lichtmenge derart gleich, daß eine glühende Kugel aussieht wie eine gleichmäßig glühende Scheibe. Warum macht nun die Sonne eine so auffallende Ausnahme von dem LAMBERT'schen Gesetz?

Nach der nächstliegenden Erklärung zeigt die Atmosphäre der Sonne ein übereinstimmendes Verhalten mit der Erdatmosphäre. Wie diese von dem Licht der Sonne um so mehr absorbiert, wie sie die Sonne um so rötlicher, ihre Wärmewirkung um so schwächer erscheinen läßt, je tiefer die Sonne steht, je schiefere und damit länger

die Wege der Strahlen durch unsere Atmosphäre sind, so absorbiert nach der allgemein verbreiteten Annahme die über der Photosphäre schwebende gasige Hülle der Sonne von der senkrecht austretenden Strahlung weniger, als von der schief austretenden. Entsprechend der starken Abnahme der Strahlung nach dem Rande zu nimmt man mit dem um diese Messungen hochverdienten Amerikaner LANGLEY an, daß mindestens die Hälfte der Sonnenstrahlung von der eigenen Atmosphäre der Sonne verschluckt werde.

Ein einfaches Experiment aber, das ich beschreiben will, ist wohl geeignet, einen zweiten und wohl den hauptsächlichsten Grund der allgemeinen Strahlungsabnahme nach dem Sonnenrande erkennen zu lassen. Setzen Sie auf einen etwa durch eine Lampe von oben erleuchteten Tisch einen flachen Teller mit nicht zu glänzender Glasur. Aus jeder Richtung, nach welcher nicht direkt gespiegeltes Licht des Tellerbodens zum Auge kommt, erscheint dieser Boden annähernd gleich hell, auch beim Betrachten in möglichst horizontaler Richtung. Gießen wir aber eine Schicht Wasser in den Teller, am besten bis zum Rande, so ändert sich die Erscheinung. Der Grund des Tellers erscheint nicht nur gehoben, sondern auch um so dunkler, je schiefier die Sehrichtung gewählt wird, besonders deutlich, wenn der Winkel der Sehrichtung mit dem Wasserspiegel kleiner als 30° wird. Bei fortschreitender Abnahme des Winkels nähert sich die Helligkeit zusehends der Grenze Null. Eine Wirkung der Absorption des Lichts durchs Wasser kann das nicht sein. Dazu müßten die Strahlen im Wasser meterlange Wege zurücklegen. In der Tat ist der Versuch, wenn man ihn mit dem Wasser am Ufer eines Sees anstellt, noch anfallender bei tieferem Wasser, weil die Absorptionswirkung die Erscheinung verstärkt. Die Erscheinung ist eine um so reinere Folge des Brechungsgesetzes, je geringer die Wassertiefe ist.

Das Licht nämlich, welches von einem Punkte des Wassergrundes ausgeht und unter verschiedenen Richtungen die Oberfläche erreicht, teilt sich in 3 Gruppen von Strahlen. Die erste Gruppe umfaßt alle Strahlen, welche von der senkrechten Richtung um mehr als 49° abweichen, sie treten gar nicht über die Wasseroberfläche, sie werden total reflektiert nach dem Gesetz der Spiegelung. Ferner, in dem ganzen Kegel von Strahlen innerhalb des Grenzwinkels der Totalreflexion spaltet sich jeder einzelne Strahl in einen austretenden und einen nach unten reflektierten, und zwar ist der abgespaltene reflektierte Teil um so stärker, je näher der Strahl der Grenzrichtung ist. Endlich der austretende Lichtkegel zerstreut sich in ein sich

bis zur horizontalen Richtung erweiterndes Büschel und zwar wird auch hier das Gebiet der nahezu senkrechten Strahlen weniger, das der der Grenze nahen Strahlen am stärksten von der Zerstreuung betroffen. Die ganze Erscheinung folgt mathematisch aus dem Gesetze der Lichtbrechung, womit sich noch die allgemeinen Energiegesetze verbinden, und da je nach der Farbe bzw. der Wellenlänge des Lichts die Brechungsverhältnisse sich ändern, so muß auch der beschriebene Versuch mit Wasser eine Abstufung rascherer oder langsamerer Helligkeitsänderung je nach der Wellenlänge ergeben.

Wenn die Sonnenatmosphäre, besonders die Chromosphäre, ein lichtbrechendes Mittel ist, so muß sie einen Teil des Photosphärenlichtes total nach innen reflektieren, nicht in geknickten, sondern in gebogenen Strahlen (tatsächlich tritt an die Stelle der Reflexion die Refraktion), sie muß auch von den die Sonnenatmosphäre durchsetzenden Strahlen einen im Bogen gleichsam reflektierten Teil abspalten, derart, daß die Helligkeit der senkrecht die Atmosphärenschichten durchschneidenden Strahlen am größten, die Helligkeit der Randstrahlen des Sonnenbildes am kleinsten wird.

In der Tat, wollen wir die Helligkeitsabnahme ganz der Absorption zuschreiben, so kommen wir zu dem Rätsel einer ungeheuren fortlaufend von der kälteren Sonnenhülle aufgenommenen Energiemenge, ohne über den Verbleib dieser Energie eine vernünftige Annahme machen zu können.

Daß die Sonnenhülle auf das sie durchsetzende weiße Licht absorbierend wirkt, soll nicht bestritten werden. Die Spektralanalyse zeigt uns eine Wirkung dieser Absorption in den tausenden dunkler FRAUNHOFER'scher Linien, welche das Spektrum des Sonnenlichtes durchsetzen. Wir finden dieses Licht wieder in dem Eigenlicht, welches die Chromosphäre am Rande der Sonnenscheibe ausstrahlt. Es ist aber so schwach, daß es nur bei totalen Finsternissen gesehen, sonst aber vom Glanz der Sonnenscheibe weit überstrahlt wird.

Wenn die Strahlenbrechung in der Sonnenatmosphäre die Hauptursache des Helligkeitsunterschieds zwischen Mitte und Rand der Scheibe ist, so sind die exakten und reichlichen Messungen VOGEL's mit dem Spektralphotometer ein wichtiges wertvolles Material, um die lichtbrechenden Eigenschaften und damit die chemische Natur der die Sonnenhülle bildenden Gase zu ergründen. Ich erwähne in Kürze das Ergebnis der von mir angestellten Berechnungen. Das auf dem weißleuchtenden inneren Teile der Sonne auflagernde Gas, dem wir schon mit Rücksicht auf das Barometergesetz eine alle uns

bekanntem Gase überbietende Feinheit und Leichtigkeit zuzuschreiben geneigt sind, besitzt ein ganz eigentümliches, für ein Gas großes Lichtbrechungsvermögen, im Violett demjenigen des Wassers vergleichbar, und besonders eine große Verschiedenheit dieses Vermögens je nach der Wellenlänge, d. h. ein großes Farbenzerstreuungsvermögen. Es zeigt ferner eine Besonderheit in der Abstufung seines Brechungsvermögens, eine sogenannte anomale Dispersion, welche darauf hindeutet, daß dem Gas als Eigenlinie seines Spektrums eine Linie im Grün zukommt. Längst kennt man in der Sonnenatmosphäre einen sich durch eine grüne Spektrallinie verratenden Stoff, dem man wegen seiner Gegenwart in der Sonnenkorona den Namen Koronium gegeben hat. Auf der Erde ist ein Gas mit dieser Spektrallinie noch nicht sicher nachgewiesen. Daß aber auch unter den Körpern der Erde der Wasserstoff nicht das leichteste Element ist, wissen wir aus den Versuchen über elektrische Entladungen in GEISSLER'Schen Röhren. Die rechnende Physik erkennt bei diesen Versuchen einen gasartigen Körper von 2000mal kleinerem Molekulargewicht als dasjenige des Wasserstoffs. Eine derartige Substanz müßte das Koronium sein, welches den überwiegenden Hauptbestandteil der Sonnenatmosphäre zu bilden scheint bis herab zu den weißglühenden Schichten. Alle anderen in der Chromosphäre nachgewiesenen Elemente, Wasserstoff, Helium, Leichtmetalle und Schwermetalle, wären nur in sehr verdünnter Lösung darin enthalten.

Gegenüber den sonst verbreiteten Theorien, nach welchen entweder die Sonne ein flüssiger Körper ist, mit einer die Lichtbrechung so gut wie entbehrenden Atmosphäre von glühenden Metaldämpfen und Wasserstoff 3000 km hoch bedeckt, oder nach welchen die von einer solchen Atmosphäre überlagerte Photosphäre ähnlich unseren Wolken aus schwebenden Kondensationen von mindestens 6000 Grad Temperatur besteht, schwebenden Metalltropfen, getragen von Gasen größter Verdünnung, Theorien, nach welchen die Protuberanzen vulkanische Ausbrüche und Springbrunnen glühender Gase sind, die sich mit Hunderten von Kilometern Geschwindigkeit in den Koronaraum ergießen, — gegenüber solchen Vorstellungen führt meine Theorie zu sehr abweichenden Folgerungen, welche besonders solchen Gelehrten sehr gewagt erscheinen müssen, die für die anderen Vorstellungen in ihren Veröffentlichungen bereits Partei genommen haben.

Die Physik der Sonne wird wohl nie aufhören, der Forschung neue ungelöste Probleme aufzugeben. Der Stand des physikalischen Wissens jedes Zeitalters spiegelt sich in den Hypothesen über die

Natur der Sonne wieder. Das größte dieser Probleme ist wohl der Wärmehaushalt der Sonne. Die von der modernen Wissenschaft gegebene Lösung läßt den Energieverlust durch Strahlung ersetzt werden durch Gravitationsenergie, die sich in neue Wärme umwandelt, nach R. MAYER durch das Hereinstürzen kosmischer Massen auf die Sonne, nach H. VON HELMHOLTZ und LORD KELVIN durch Zusammenziehung der Sonnenmasse selbst. Beiderlei Vorstellungen sind berechtigt und ergänzen sich. Soweit ein anderweitiger Ersatz des Verlustes ausbleibt, muß der erkaltende Gasball unter Volumverminderung sich wieder erwärmen. Aber beide Vorstellungen setzen dem Wärmeersatz ein wenn auch noch so fernes Ziel, die Zeit, wo die kleinen Massen des Weltraums von den großen verschlungen sind und wo die großen Massen die Grenze der Schrumpfung erreicht haben. Dieses Ziel ist Lord KELVIN's Wärmetod.

Aber diese ganze Anschauung von einem solchen Ziele der Weltentwicklung beruht auf einem vor bald 30 Jahren von dem Wiener Physiker BOLTZMANN gemachten Fehlschluß, durch welchen ein allgemeiner Naturvorgang geleugnet wurde. Die Atmosphären der Himmelskörper erfüllen alle die Aufgabe, unter der Wirkung der Schwere Wärme von ihren kälteren oberen Teilen nach den wärmeren tieferen zu leiten durch die auf- und absteigende Bewegung der kleinsten Teile der Gase. Ich habe in einem früheren Vortrage diese meteorologischen Vorgänge näher besprochen. Die in ihrer Höhe begrenzten Atmosphären werden diese Aufgabe der Wärmerückleitung nur sehr unvollständig erfüllen. Sollte es aber eine allgemeine Weltraumatmosphäre geben, noch vielmal leichter als das Koronium, deren Atome, wenn auch noch so klein, der Schwere der Massenanziehung nicht ganz entzogen sind, so ist diese Atmosphäre geeignet, alle von den Sonnen des Weltraums ausgestrahlte Energie aufzunehmen und zu den Zentralkörpern zurückzuleiten, von welchen sie stammt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg](#)

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: [61](#)

Autor(en)/Author(s): Schmidt Aug.

Artikel/Article: [Zur Physik der Sonne. 310-320](#)