

I. Ueber die Dämmerung, insbesondere über die glänzenden Erscheinungen des Winters 1883/84.

Als im November des Jahres 1883 die Intensität der Dämmerungserscheinungen in ganz Europa plötzlich jene wunderbare Steigerung erfuhr, durch welche lange nach Untergang und vor Aufgang der Sonne ein grosser Teil des Himmels in blutroter Glut erglänzte, wurden die Astronomen und Meteorologen recht eindringlich an die Thatsache erinnert, dass das Phänomen der Dämmerung nach verschiedenen Seiten noch sehr der Aufklärung bedurfte. Wie aber auf naturwissenschaftlichem Gebiete häufig eine ungewöhnliche Erscheinung der Forschung einen neuen Antrieb erteilt und neue Bahnen öffnet, so war es auch jetzt der Fall. Es wurden nicht nur die Erscheinungen des Winters 1883/84 an vielen Orten genau verfolgt, sondern man begann auch, dem Phänomen der Dämmerung überhaupt eine gesteigerte Aufmerksamkeit zu schenken. Den vielseitigen Bemühungen ist es zu danken, dass nicht nur das Ungewöhnliche in jenen Erscheinungen auf seine Ursachen zurückgeführt, sondern auch manche Fragen allgemeineren Charakters beantwortet wurden, welche bis dahin merkwürdiger Weise noch in ein tiefes Dunkel gehüllt waren.

In der vorliegenden Arbeit gebe ich, ausgehend von den Dämmerungserscheinungen des Winters 1883/84, wie sie in unserer Gegend beobachtet wurden, eine Darlegung des Resultates der vorhin angedeuteten Untersuchungen.

1. Die Erscheinungen des Winters 1883/84.

Am 26. November 1883 erglänzte in Arnberg nach Sonnenuntergang die dichte Wolkendecke des ganz bedeckten Himmels in einem eigenartigen rötlichen Farbenschimmer, welcher vermuten liess, dass in höheren Schichten der Atmosphäre sich ein ungewöhnliches optisches Phänomen abspielte; ob jener Schimmer von einem Nordlichte herrührte oder eine Wirkung des Abendrotes war, liess sich nicht entscheiden. Nachdem aber im Laufe des folgenden Tages der Himmel sich vollständig aufgeklärt hatte, entwickelten am Abend die Farben der Dämmerung einen ganz ausserordentlichen Glanz, welcher sich auch am 28., 29. und 30. November wiederholte. Der Verlauf der Erscheinung war an diesen Tagen ziemlich übereinstimmend folgender:

Schon zwischen 3 und 4 Uhr nachmittags stand die Sonne inmitten eines eigentümlichen farbigen Ringes, dessen Inneres oberhalb der Sonne in einem ungemein blendend weissen Glanze strahlte. Die Sonne nahm, während sie sich allmählich dem Horizont

nährte, zu diesem Ringe eine excentrische Stellung an und sank schliesslich noch vor ihrem Untergange völlig aus demselben heraus. Senkrecht über dem Untergangspunkte der Sonne blieb, umgeben von gelbbraunen Farbentönen, eine blendend weisse Scheibe von der Form eines sphärischen Dreieckes zurück, deren Centrum in ungefähr 8° Höhe lag. In dieser weissen Scheibe trat allmählich eine eigentümliche Lichtabwechselung von scheckigem oder flockigem Aussehen hervor, ein deutliches Zeichen, dass in hohen Luftschichten ein äusserst zarter Dunst vorhanden war, der am hellen Tage trotz der ganz ungewöhnlichen Durchsichtigkeit der unteren Luftschichten nicht bemerkt werden konnte. Rings um die weisse Scheibe nahm der ganze Westhimmel alsbald eine glänzende Färbung an, welche von allen Gegenständen und namentlich von den nach Westen gelegenen Seiten der Häuser in einem magischen Lichtschimmer reflektiert wurde. Hoch am Westhimmel bis zum Zenith hinauf herrschten lichtgelbe, zunächst nur ganz wenig ins rötliche spielende Farbentöne vor, während nach dem Horizont hin mehr gesättigte Farben folgten, welche in der tiefsten Zone in ein dunkles Orange von höchst intensivem Glanz übergingen. Kurz nach Sonnenuntergang erzeugte der Glanz des Westhimmels im Osten ein überaus prächtiges Gegenbild. Anfangs zart, dann allmählich heller werdend, bildete sich nämlich um den antisolaren Punkt ein halbkreisförmiges purpurfarbiges Segment von etwa 30° Höhe und 50° Basisbreite, in welchem sich später radiale nach dem antisolaren Punkte konvergierende Strahlen erkennen liessen. Als dieses Phänomen eben das Maximum seiner Intensität erreicht hatte, ordnete sich auch das Licht der höheren Teile des Westhimmels, welches mittlerweile einen roten, purpurnen Ton angenommen hatte, in sehr scharf hervortretenden roten Strahlen an. Diese Strahlen waren unregelmässig verteilt und von ungleicher Länge; die dem Horizont am nächsten liegenden ragten weit über den Nord- und Südpunkt hinaus, während die mehr vertikalen Strahlen kaum das Zenith zu erreichen schienen. In gleichem Maasse, wie sich nun der Glanz des Phänomens im Westen steigerte, erblasen von unten her die roten Farbentöne am Osthimmel, bis gegen 4 Uhr 40 Min. der letzte Rest derselben dort ziemlich plötzlich verschwand. Bald darauf wurden aber auch die Strahlen am Westhimmel rasch kürzer, und gegen 5 Uhr sah man nur noch nahe dem Horizont einzelne dunkelrote Lichtballen.

Es schien einen Augenblick, als wenn das Phänomen sein Ende erreicht habe. Kaum aber hatte man Zeit gefunden, die augenblickliche Färbung der verschiedenen Teile des Himmels festzustellen, als vom Westhimmel von neuem ein homogenes orange-farbiges Licht ausging, welches anfangs auch den Osthimmel wieder mit einem blassen licht-gelben Schimmer überzog und dann, ohne jedoch Strahlenbildung zu zeigen, allmählich eine intensive karmoisinrote Färbung annahm. Dieses Rot leuchtete lange in unheimlicher Glut und war erst nach 6 Uhr völlig verschwunden. Ein fahles Grau, welches einen ganz zarten rötlichen Ton behielt, trat an seine Stelle, bis das Dunkel der Nacht auch diese schwache Färbung auslöschte.

Nach einer Periode trüben und regnerischen Wetters trat das Phänomen kaum weniger grossartig in den letzten Tagen des Jahres 1883 und am 1. Januar 1884 wieder auf. Später wurde zwar die frühere Intensität niemals mehr erreicht, aber noch häufig entwickelte die Dämmerung eine durchaus ungewöhnliche Farbenschönheit; so in der Zeit vom 13. bis 18. Januar, vom 27. Februar bis 5. März, im April, Mai, namentlich aber im Juni, Juli, August, September und November des Jahres 1884. Aus dem Jahre 1885 möchte ich

hier die Tage vom 10. bis 14. Juni, den 23. Juli, den 9., 10. und 11. Nov. und besonders den 24. December hervorheben¹⁾). Im Laufe des Jahres 1886 scheint das Phänomen wieder einen mehr normalen Charakter angenommen zu haben, wenigstens habe ich an keinem einzigen Tage weder ein ausgezeichnetes Farbenspiel am Osthimmel noch das lange Nachglühen der roten Farbentöne am Westhimmel, wodurch sich die Erscheinungen des Jahres 1883/84 und auch noch 1885 so sehr auszeichneten, beobachtet.

2. Die zur Erklärung der ungewöhnlich glänzenden Dämmerungs-Erscheinungen aufgestellten Theorien.

Bei der Besprechung der zur Erklärung der ungewöhnlichen Dämmerungserscheinungen des Jahres 1883/84 aufgestellten Theorien darf ich ganz absehen von jenen Stimmen, welche das Phänomen auf eine in hohen Atmosphärenschichten vorhandene ausserordentliche Menge von Wasserdämpfen oder Eisnadeln zurückführen zu können glaubten, ohne sich über die Veranlassung einer solchen Anhäufung auszusprechen. Alsdann bleiben im wesentlichen nur zwei Theorien übrig: die eine erklärt die Erscheinungen durch eine kosmische, die andere durch eine tellurisch-vulkanische Ursache.

Nach der ersten Theorie ist die Erde am 27. November 1883 mit einer kosmischen Wolke zusammengetroffen, welche eine grosse Menge fremdartiger Materie in die Atmosphäre geschleudert hat. Die Wiener Astronomen Falb und Meyer waren der Meinung, dass diese Wolke aus Eisnadeln bestanden habe, während Klinkerfuess, Nordenskiöld und andere²⁾ sie für eine aus meteorischem Staub zusammengesetzte Wolke hielten. Das lange andauernde Auftreten gewisser mit der glänzenden Dämmerung in Zusammenhang stehender Erscheinungen wurde von Zenker dadurch erklärt, dass unser ganzes Sonnensystem sich seit Nov. 1883 innerhalb einer Weltzone befinde, welche kosmische Materie in ungewöhnlicher Menge enthalte.

Eine sehr gewichtige Stütze schien die kosmische Theorie eine Zeit lang in der Tatsache zu haben, dass die Erde alljährlich am 27. November die Bahn des Biëla'schen Kometen kreuzt, welcher schon im Jahre 1872 an demselben Tage Veranlassung zu einem grossartigen Sternschnuppenfall gegeben und viele Tausend Zentner fein verteilter Materie in die Atmosphäre der Erde geworfen hatte³⁾. Es kann nun zwar nicht in Abrede gestellt werden, dass ein Sternschnuppenregen auf die Intensität der Dämmerungsfarben wohl Einfluss haben kann, in dem vorliegenden Falle muss aber von einer derartigen Einwirkung abgesehen werden. Der Grund liegt in der zeitlichen und örtlichen Verbreitung der Erscheinungen. Eben hatte nämlich unter den Gelehrten Europas der erste Austausch der Meinungen über das ungewöhnliche Phänomen stattgefunden, als Meldungen eintrafen, dass

¹⁾ Vergleiche meine Mittheilungen in der Zeitschrift „Das Wetter“. III. Jahrg. Heft 1.

²⁾ Eine interessante Verteidigung der kosmischen Hypothese hat Plassmann gegeben; vergl. 12. Jahresbericht des Westfälischen Provinzialvereins. S. 178 u. ff.

³⁾ Es ist bekannt, dass sich jenes herrliche Phänomen in noch grossartigerer Weise am 27. Nov. 1885 wiederholte.

dasselbe genau in derselben Weise bereits im September in Afrika, Südamerika, Indien, im Oktober in Nordamerika und später bald hier bald dort in aussereuropäischen Ländern beobachtet worden war. Gemäss der kosmischen Hypothese musste also die Erde schon viel früher als am 27. Nov., mindestens aber schon vor Anfang September, mit einem Kometen zusammengetroffen sein. Ein solcher Zusammenstoss war jedoch durch nichts erwiesen¹⁾.

Die vulkanische Theorie bringt die glänzenden Dämmerungserscheinungen mit den gewaltigen, jeder Beschreibung spottenden, vulkanischen Eruptionen in der Sundastrasse in Zusammenhang. Von europäischen Forschern haben unabhängig von einander der deutsche Astronom Jesse (Kreuzzeitung vom 2. Dec. 1883), der hochberühmte englische Astrophysiker Lockyer (Times vom 6. Dec. 1883) und der Schweizer Prof. Forel in Morges am Genfer See zuerst diese Theorie ausgesprochen. Nach Lockyer sind „die feinen Teilchen, welche die prächtigen Farben-Erscheinungen hervorriefen, nichts anderes als Rauch, die feinsten Teilchen der Asche und auch mikroskopisch kleine Partikelchen von Eis und Salz, welche von dem Vulkan Krakatau in die höchsten Schichten der Atmosphäre geschleudert worden sind. Von den dort herrschenden heftigen Luftströmungen wurden sie dann sehr schnell fortgeführt, so dass sie zunächst lange schmale Streifen und allmählich einen ziemlich vollständigen Gürtel um die Erde bildeten, ähnlich wie auf dem Jupiter eine anfangs lokale Erscheinung in dessen dichter Atmosphäre sehr bald in einen langen Streifen einigermaassen parallel zum Aequator sich auflöst, um schliesslich entweder einen ganzen Ring zu bilden, oder mit einem bereits vorhandenen Ringe sich zu verschmelzen.“

Schon früher und zwar in einem Briefe an die englische Zeitschrift „Nature“ vom 14. Sept. 1883 hat sich Herr Manley in Ongole, Präsidentschaft Madras in Vorder-Indien, in demselben Sinne ausgesprochen. Der Inhalt dieses Briefes ist auch insofern von grossem Interesse, als er das Phänomen genauer beschreibt und einen Vergleich der dortigen mit den in Europa beobachteten Erscheinungen ermöglicht. Manley schreibt²⁾: „Gegen 4 Uhr nachmittags am 10., 11. und 12. September 1883 bekam das Tageslicht eine unbestimmte bläuliche Färbung. Diese ging stufenweise in eine grünliche Farbe und, als die Sonne mehr sank, in Gelb über. Dabei strichen Bänder von rauchähnlichem Dunst über die Sonnenscheibe. Nach Sonnenuntergang erschien im Westen ein heller, orange-gelber und roter Glanz und ein tieferer Schein blieb bis über eine Stunde nach Sonnenuntergang am Himmel, während sonst in diesen Gegenden eine halbe Stunde nach Sonnenuntergang jede Spur von Farbe verschwunden ist. Nach Sonnenuntergang bekam der Dunst, welcher den Himmel bedeckte, ein eigentümliches Aussehen. In dem reflektierten Sonnenlichte erschien er eigenartig flockig mit einem rauchartigen Aussehen längs der Umsäumung der dichteren Teile, woraus man auf Wolken von Rauch oder Dunst in den höheren Regionen der Atmosphäre schliessen musste“. Bei der Untersuchung der Frage nach der Ursache dieser Erscheinung kommt Manley zu der Vermutung, dass es die vulkanische Asche von

¹⁾ Eine ausführlichere Widerlegung der kosmischen Hypothese hat der Jesuit Prof. Braun, Direktor des Erzbisch. Haynald'schen Observatoriums in Kaloosa geliefert. S. „Natur und Offenbarung“ XXX. Bd. S. 162 bis 165.

²⁾ S. „Natur und Offenbarung“ a. a. O.

der Eruption des Krakatau sein könne. Er sagt hierüber: „Nach den erhaltenen Telegrammen war Batavia 36 Stunden hindurch verfinstert durch Wolkenmassen des durch den Vulkan ausgeworfenen Staubes. Wir sind hier weit (etwa 300 geogr. Meilen) von Java entfernt, aber es ist bekannt, dass die vulkanischen Aschen oft auf immense Distanzen fortgeführt werden. Und in diesem Falle wird die Asche durch den Passatwind westwärts getrieben sein und, wenn zu grösserer Höhe gehoben, wird sie durch den zurückkommenden Passat über Süd-Indien in eine nordöstliche Richtung getrieben worden sein¹⁾.“

Die vulkanische Theorie fand schon früh in dem Astronomen Braun (a. a. O.) einen energischen Vertreter. Dieser Forscher wies mit schlagenden Gründen alle Einwürfe zurück, welche gegen dieselbe geltend gemacht waren und brachte ausserdem für dieselbe eine solche Menge von positiven Gründen bei, dass sich der objektiv denkende Leser der Anerkennung dieser Beweisführung nicht verschliessen konnte. Später hat der Professor am Johanneum in Hamburg, Herr Kiessling, mit grossem Erfolge die vulkanische Theorie zur Anerkennung zu bringen gesucht²⁾.

Kiessling beschrift bei seinen auf dieses Ziel gerichteten Untersuchungen den sichersten Weg, indem er an der Hand der veröffentlichten und der ihm durch private Anfragen zugänglich gewordenen Beobachtungen über die nach dem Vulkanausbruch beobachteten optischen Phänomene nachwies, welchen Weg die durch diesen Ausbruch in die Atmosphäre geschleuderten Staub-, Rauch- und Gasmassen genommen haben.

In einer der Kgl. Preuss. Akad. der Wissenschaften zu Berlin im Jahre 1886 vorgelegten Arbeit fasst Kiessling die Resultate seiner Untersuchungen in folgenden Sätzen zusammen:

1. „Der bei weitem grösste Teil der gesamten Rauchmasse hat in Wz N Bewegung den Äquator überschritten.

2. Diese Rauchmasse bildet nicht, wie Mr. Ringwood, Sereno Bishop und Verbeek bei ihren Berechnungen annehmen, eine einzige zusammenhängende Wolke; sie besteht vielmehr aus einer ganzen Reihe von Wolken verschiedener Grösse, von denen einzelne in meridionaler Richtung so schmal sind, dass sie von Schiffen mit südlichem oder nördlichem Kurs in wenigen Tagen durchsegelt werden. Es ist daher unzulässig, aus der Zeitdifferenz an den verschiedenen Beobachtungsorten die Geschwindigkeit auf den einzelnen Bahnstrecken zu bestimmen. Es lässt sich vielmehr nur eine mittlere Geschwindigkeit der gesamten Bewegung ermitteln. Da bereits am 26. August westlich von Krakatau Erscheinungen beobachtet werden, welche offenbar von Rauchwolken herrühren, während die Hauptexplosion am 27. August morgens stattgefunden hat, so lässt sich auch für die im atlantischen Ocean bereits vom 30. August an auftretenden Erscheinungen nicht mit Bestimmtheit ermitteln, in welchem Zeitpunkt die Bewegung der betreffenden Rauchmassen von der Sunda-Strasse aus begonnen hat. Trotz dieser Unsicherheit in der Zeitbestimmung ergibt sich doch für die mittlere Geschwindigkeit sowohl derjenigen Rauchmassen, welche den Äquator in nörd-

¹⁾ In der letzten Annahme hat sich Herr M. übrigens geirrt. S. die sogleich folgende Notiz über das Resultat der Untersuchung Kiessling's.

²⁾ Kiessling erhielt bei einer von Mr. H. H. Warner in Rochester ausgeschrieben Konkurrenz für die beste Schrift über die Ursache der ungewöhnlichen Dämmerungserscheinungen den ersten Preis von 200 Dollars. Richter waren bei dieser Preisverteilung die Herren Prof. Daniel Kirkwood von der Universität Bloomington, Prof. H. W. Harrington in Michigan und Prof. Ormond Stone in Virginia. Es waren im ganzen 36 Arbeiten hervorragender Astronomen und Physiker eingelaufen. Auch dem wiederholt erwähnten Pater Braun wurde ein Preis zuerkannt und zwar eine goldene Medaille im Werte von 60 Dollars.

licher Richtung überschreiten, als auch derjenigen, welche längs des Äquators sich fortbewegen, derselbe Betrag von 36 m bis 40 m in der Sekunde.

3. Kleinere, von der Hauptmasse des den Äquator überschreitenden Rauchs teils in nördlicher, teils in südlicher Richtung abgetrennte Rauchwolken bleiben im allgemeinen gegen die Hauptbewegung zurück.

4. Wird ein Schiff mit westlichem Kurs von einer solchen Wolke erreicht, so ist zuerst eine blaue oder [grüne] Färbung der Sonne, und erst später eine ungewöhnliche Steigerung der Dämmerungsfarben bemerkbar. Nun lässt sich experimentell nachweisen, dass die genannten Sonnenfärbungen durch jeden hinreichend feinen und dichten Rauch, völlig unabhängig von der chemischen Zusammensetzung seiner Bestandteile hervorgerufen werden, während intensive Diffraktionsfarben nur durch „homogenen“, d. h. aus gleich grossen Stoffteilchen bestehenden Nebel erzeugt werden können. Die Reihenfolge, in welcher die genannten Erscheinungen auftreten, ist also ein indirekter Beweis für die Richtigkeit der Annahme, dass dieselben durch Rauchwolken erzeugt werden, welche innerhalb der Atmosphäre in ost-westlicher Bewegung begriffen sind.

5. Auch in SSW Richtung lässt sich die Bewegung einzelner Rauchwolken verfolgen, welche anfänglich ebenfalls eine westliche Geschwindigkeit von 30 m bis 40 m in der Sekunde zeigen, aber bereits von Mitte September ab bis 40° südlicher Breite vorgezogen sind, und in Australien, Afrika und Amerika ihren optischen Einfluss geltend machen.

6. Neben diesen beiden, die Erdoberfläche in westlicher Richtung umkreisenden Bewegungen, ist auch eine in NNO Richtung fortgetriebene Rauchwolke längs der chinesischen Küste bis Japan deutlich zu verfolgen. Dieselbe ist nach Beobachtungen, welche mir durch gütige Vermittelung der deutschen Gesandtschaft in Peking zugegangen sind, auf den Leuchttürmen „Fischer Island“, „Middle Dog“, „Chefoo“ und am 30. August auch in Tokio beobachtet worden, was einer Maximal-Geschwindigkeit von 20 m in der Sekunde entspricht.

7. Im NO von Krakatau sind unmittelbar nach dem Ausbruch auffallende Erscheinungen nicht wahrgenommen worden; daher dürfen die erst 14 Tage später auf Borneo (Laböean Island und Elopura) beobachteten Sonnenfärbungen der Wirkung der nach einmaligem Umlauf um die Erde von Osten kommenden Rauchmassen zugeschrieben werden. Hingegen wurde in östlicher Richtung in Boeileng auf Bali zwei bis drei Tage nach dem Ausbruch eine erhebliche Trübung der Sonne und auf Neu-Irland (5° S, 152° O) eine ungewöhnliche Färbung des Himmels beobachtet. Es scheint also auch eine unbedeutende östliche Luftströmung vorhanden gewesen zu sein.“

Im Hinblick auf die vorstehenden Ergebnisse kann die Richtigkeit der vulkanischen Theorie der glänzenden Dämmerungserscheinungen nicht mehr bestritten werden. Es ist zwar nicht gelungen, in kontinuierlicher Reihe die Erscheinungen bis in unsere Gegenden zu verfolgen, aber das erste Erscheinen derselben in Europa (am 3. Nov. 1883 in England und in der Türkei, am 26. Nov. in Frankreich, Italien, Deutschland) und die völlige Übereinstimmung in ihrem ganzen Verlauf mit den Beobachtungen an anderen Orten sind hier Momente von durchschlagender Beweiskraft. Wenn man auch zugeben wollte, oder wenn es selbst sich noch nachweisen liese, dass die in Nordamerika und in Europa beobachteten Erscheinungen durch die grossartigen vulkanischen Eruptionen hervorgerufen

sind, welche in der ersten Hälfte des Monats October 1883 auf der Halbinsel Alaska¹⁾ (Behringsstrasse) stattfanden, so würde dadurch an der vulkanischen Theorie als solcher nichts geändert. Für die Eruptionen in der Sundastrasse spricht besonders der Umstand, dass die feinen Auswurfstoffe, wie Kiessling nachgewiesen hat, vorzugsweise in Ost-West-Bewegung spiralförmig die Erde umkreisend nach Norden und Süden abgeflossen sind.

3. Über einige andere nach dem Ausbruch des Krakatau beobachtete optische Phänome.

Ausser den glänzenden Dämmerungserscheinungen und den im vorigen Paragraphen erwähnten in der Äquatorzone beobachteten farbigen Sonnenbildern sind gleichzeitig mit diesen noch einige andere Erscheinungen aufgetreten, welche nicht minder als jene die Aufmerksamkeit der Astronomen und Meteorologen auf sich gezogen haben.

An erster Stelle muss hier das zuerst von Sereno Bishop in Honolulu am 5. Sept. 1883 beobachtete und nach dem Vorschlage von Prof. Forel dem Entdecker zu Ehren als Bishop'scher Ring bezeichnete Phänomen genannt werden. Dieses Phänomen bestand darin, dass die ganze, gewöhnlich weissblaue Umgebung der Sonne in einem Abstand von 5 bis 6 Grad einen zart rötlichen Schimmer annahm, der nach aussen hin in eine mehr und mehr rotbraune Farbe überging; auf diese folgten wiederum zart rötliche Farbentöne, welche sich ganz allmählich in das Blau des Himmels verloren. In einem Abstände von 14 bis 15 Grad²⁾ lag die Region der grössten Farbensättigung, und nach aussen war die rote Färbung noch bis auf 25 bis 30° zu verfolgen.

Der Bishop'sche Ring ist in allen Zonen der Erde und zwar überall gleichzeitig mit den aussergewöhnlichen Dämmerungserscheinungen beobachtet worden. Sein Auftreten hing überall mit den Dämmerungserscheinungen aufs innigste zusammen, so dass er zweifellos mit diesen auf dieselbe Ursache zurückgeführt werden muss³⁾.

In Arnsberg wurde dieser Ring bei hohem Sonnenstande zuerst am 1. Jan. 1884 bemerkt und von dieser Zeit an bei hinreichend klarer Luft ohne Unterbrechung bis in den Juli 1886. Es ist aber wohl nicht zweifelhaft, dass er auch schon bei dem ersten Auftreten der glänzenden Dämmerung im November 1883 vorhanden war, wenigstens deuten einige Bemerkungen meiner S. I bis III mitgeteilten Beobachtungen darauf hin. Im November und December 1886 trat er bei sehr klarer Luft wiederum in sehr zarter Ausbildung hervor. Ob die Bedingungen seines Auftretens auch jetzt noch in der Atmosphäre

¹⁾ S. Neumayer: die vulkanischen Ausbrüche des Jahres 1883. Meteorol. Zeitschr. I. Jahrg. S. 52.

²⁾ Dr. A. Riggenbach findet in seiner Habilitationsschrift „Beobachtungen über die Dämmerung“, Basel 1886, aus 10, 5, 11. an verschiedenen Orten Europas 1884–85 angestellten Beobachtungen für die Dimensionen des Ringes die Werte 10°, 14°, 22°, während Verfasser aus 9, 10, 14 in Arnsberg im Jahre 1886 angestellten Messungen die Werte 6.5°, 14.6°, 26.6° ableitete.

³⁾ Näheres findet man bei Kiessling: „Beobachtungen des roten Sonnenringes“, in der Zeitschrift „Das Wetter“ I. S. S. 174–179 und: „Über die geographische Verbreitung des Bishop'schen Sonnenringes“, „Das Wetter“ II. S. 81–89.

vorliegen, liess sich noch nicht feststellen, jedenfalls aber nähert sich das Phänomen seinem Ende.¹⁾

Die Intensität des Ringes nahm im allgemeinen allmählich ab, jedoch zeigten sich auch einige vorübergehende Schwankungen derselben. Kiessling weist schon darauf hin, dass der Ring im Spätsommer 1884 und im Januar und Februar 1885 eine Intensitätszunahme erfuhr. Aus meinen (unter II) mitgeteilten Beobachtungen geht ausserdem hervor, dass die Intensität des Ringes auch in den Wintermonaten November 1885 bis Januar 1886 wieder wuchs und endlich, wie schon bemerkt, auch im November und Dezember 1886.

Auch die Farbe des Ringes war einigen Schwankungen unterworfen. Während das zentrale Feld desselben in der ersten Zeit mehr bläulich erschien, nahm es später einen gelblichen Farbenton an. Die Randfärbung, „welche sich früher zutreffend mit der Farbe des roten Sandsteins vergleichen liess, war im Winter 1885 schmutzig gelbbraun geworden.“ (Kiessling, das Wetter II S. 82). Später blasste diese Färbung mehr und mehr ab und nahm allgemein einen gelblichen Ton an, wie auch früher bei weniger klarem Himmel die Farbe des Ringes mehr gelblich war.

Die Gestalt des Ringes wechselte ziemlich häufig. Bald erschien derselbe kreisrund, bald mehr elliptisch und dann allemal mit vertikaler grosser Axe; bald erschienen die Ränder, besonders der innere, ziemlich scharf, bald dagegen sehr verschwommen, in einzelnen Fällen erschien er sogar in strahliger Struktur.

Während der Ring bei hohem Sonnenstande die oben angegebenen Dimensionen hatte, liess sich, während die Sonne zum Horizonte hinabsank, eine allmähliche Erweiterung desselben erkennen. Nach den Untersuchungen Riggenbach's (a. a. O.) hatten die Dimensionen bei einer Zenithdistanz der Sonne von 81° bis 89° die Werte 13.9° , 16.2° , 23.8° , bei einer Zenithdistanz der Sonne von 89° bis 92.3° aber 17.5° , 19.2° , 24.6° . Für das Jahr 1886 ergeben sich aus meinen Beobachtungen für dieselben Zenithdistanzen der Sonne die Werte: 16.5° , 21.8° , 31.8° bzw. 18.9° , 23.6° , 32.1° .

Eine dem Bishop'schen Ringe ähnliche Erscheinung ist auch um den Mond beobachtet worden. In der von Neumayer mitgeteilten Zusammenstellung finde ich folgende auf dieses Phänomen bezügliche Daten: S. M. Schiff „Carola“ berichtet vom 15. Sept. 1883 aus 14.8° N. Br. u. 20.8° W. L. „Um den Mond war abends ein heller circa 15° breiter Hof mit tiefrotem Rande nach aussen.“ 6. Dec. 1883 in 50° N. Br. u. 7° W. L. „Rötlicher Hof um den Mond;“ desgleichen am 6. Dez. notirte in 50° N. Br. u. 22° W. L. das Vollschiiff „Wilhelm“: „abends ein merklich rötlicher Hof um den Mond. Kiesling²⁾ teilt ausserdem noch folgende Beobachtungen mit: 11. Dez. 1883, Bark „Oberbürgermeister von Winter“ in 22.5° N. Br. u. 22.9° W. L.: „Der Mond hatte einen hellen Schein um sich“ und 12. Dez., Schoonerbrigg „Merkur“ in 19.6° N. B. u. 34.5° W. L.: „abends zwischen 10 und 12 Uhr war der Mond von einem rötlich gelben Schimmer umgeben (circa 15°).“

Auch in Europa ist in den Jahren 1884 und 1885 eine ungewöhnliche Färbung um den Mond beobachtet, wenn auch die Mitteilungen darüber nur vereinzelt dastehen.

¹⁾ Am 16. Februar 1887 erschien der Ring bei ganz aussergewöhnlich durchsichtiger Luft und SO-Wind als ganz zarter, dem ungeübten Auge nicht auffallender gelb-rötlicher Hof von 32° Radius.

²⁾ „Das Wetter“ II. 5. S. 85.

Dr. Kremser¹⁾ berichtet „von einem weiten Hof von violetter Farbe, die mit zunehmender Entfernung vom Monde an Tiefe abnahm und schliesslich in das sich aufhellende Schwarzblau des Himmelsgrundes übergang.“ Riggenbach sah diese Erscheinung am 29. Dez. 1884 abends in Basel und am 30. Dez. in Waldenburg im Jura und notiert (a. a. O.) über sie: „Mond ($\frac{3}{4}$ voll) auf rotvioletter Himmelsgrund. Himmel im Umkreis von circa 7° um den Mond auffallend dunkelrotviolett.“

In Arnsberg wurde dieser Hof häufig beobachtet, am schönsten und auffallendsten wohl am 23. März 1885 zwischen 6 und 8 Uhr abends.²⁾

Eine andere ungewöhnliche optische Erscheinung des Winters 1883/84 sind eigentümliche blaue Dunstnebel, welche in verschiedenen Gegenden Deutschlands aufmerksamen Beobachtern aufgefallen sind. Diese Nebel verliehen der Luft ein intensiv blaues Aussehen, welches namentlich vor einem Höhenzuge deutlich hervortrat und den Eindruck erweckte, als wenn die Luft mit einer Spur Moorrauch durchtränkt sei. Die Durchsichtigkeit der Luft wurde durch sie nicht beeinträchtigt. Ausser in Arnsberg wurden diese Nebel auch von Dr. Flögel in Schleswig-Holstein,³⁾ von Prof. Krone in Dresden⁴⁾ und, wie es scheint, von Riggenbach in Basel⁵⁾ beobachtet.

Es dürfen hier auch die eigenartigen silberhellen Wolken nicht unerwähnt bleiben, welche im Juni und Juli 1885 und 1886 im nördlichen Deutschland an vielen Orten beobachtet wurden. Dieses Phänomen bestand in der Hauptsache aus flockigen, weissglänzenden Cirren, welche etwa 1 oder $1\frac{1}{2}$ Stunden nach Sonnenuntergang auftraten und an einzelnen Orten zuweilen die ganze Nacht hindurch das ganze über dem Horizont liegende Segment der Dämmerung ausfüllten. Das Leuchten war auf der Insel Rügen am Abend des 7. Juli 1885 so intensiv, dass man um 11 Uhr noch kleine Schrift deutlich lesen konnte. Nach den genauen Ermittlungen des Astronomen Jesse⁶⁾ trat die Erscheinung in der Regel schon 15 bis 35 Minuten nach Untergang der Sonne über der ganzen Fläche des Himmels auf. Dieselbe war anfangs kaum bemerkbar, nahm aber mit tiefer sinkender Sonne immer mehr zu, während sie gleichzeitig allmählich von der der Sonne gegenüberliegenden Seite des Himmels ausgelöscht wurde. Die Wolken standen nicht ruhig am Himmel, sondern bewegten sich mehr oder weniger rasch aus NO, N oder NW; ihre Form wechselte fortwährend.

Die silberhellen Wolken sind auf verschiedene Weise erklärt worden. Jesse kommt (a. a. O.) durch eine sehr eingehende Untersuchung zu dem Schluss, dass der Silberglanz nichts anderes sei, als Sonnenlicht, welches von cirrusartigen Gebilden, die in sehr bedeutender Höhe über der Erdoberfläche schwebten, reflektiert wurde. Für diese Höhe leitet er die enormen Werte 49 bis 54 km ab. Nach der Meinung von Prof. Galle in Breslau ist die Beleuchtung durch die Sonne bis zu einem gewissen Grade unwahrscheinlich, diese habe vielmehr nur eine anregende Wirkung auf das Leuchten der Wolken ausgeübt, welches

¹⁾ Meteorologische Zeitschrift 1885. III/IV S. 142.

²⁾ Vergl. meine Mitteilungen in der Meteorol. Zeitschrift vom Juni 1885 S. 234.

³⁾ Meteorol. Zeitschrift.

⁴⁾ Meteorol. Zeitschr. Juli 1884 S. 278.

⁵⁾ Riggenbach a. a. O. S. 75.

⁶⁾ Jesse: Die auffallenden Abenderscheinungen am Himmel im Juni und Juli 1885. Meteorologische Zeitschrift Januar 1886.

vorzugsweise eine Phosphoreszenzerscheinung sei. Von anderer Seite endlich hat man das Leuchten für einen stillen elektrischen oder magnetischen Lichtprozess gehalten.¹⁾

In der leuchtenden Materie selbst findet Jesse einen höchst zarten „kosmischen“ Stoff, welcher sich ganz allmählich aus dem Weltenraum auf die Erde gesenkt hat. Gegen diese Anschauung, welche die grosse Höhe der Materie wohl am besten erklärt, scheint mir aber die Thatsache zu sprechen, dass man früher noch niemals eine ähnliche Erscheinung beobachtet hat und dass dieselbe sich gerade in den Monaten Juni und Juli 1886 wiederholte. Der letzte Umstand, sowie überhaupt das Auftreten der Erscheinung im Sommer deutet vielmehr darauf hin, dass dieselbe durch terrestrische Vorgänge bedingt war. Ich möchte glauben, dass jene eigenartige Materie aus einem Teil der ausserordentlich zarten Eruptionsprodukte des Krakatau bestand, welche, nachdem sie grösstenteils nach hohen Breiten abgeflossen, nun infolge der Verschiebung der Temperaturverhältnisse im Hochsommer der nördlichen Hemisphäre wieder nach Süden sich bewegte. Dass die Atmosphäre im Sommer 1885 und 1886 noch Reste dieser Eruptionsprodukte enthielt, beweist das bis in diese Zeit ununterbrochene Auftreten des Bishop'schen Ringes.

4. Der Verlauf einer normalen Dämmerung.

Das Ungewöhnliche der Dämmerungsercheinungen des Winters 1883/84 wird am besten erkannt, wenn man sich den Verlauf einer normalen Dämmerung etwas genauer vergegenwärtigt. Herr Kiessling beschreibt die letztere sehr prägnant und zutreffend in folgender Weise:²⁾

„Das Phänomen einer vollkommen entwickelten normalen Dämmerung kann als ein dreiaktiges Schauspiel bezeichnet werden, welchem stets ein einfaches Vorspiel vorausgeht und bisweilen, aber doch verhältnismässig selten, ein Nachspiel folgt; es spielen sich jedoch diese als verschiedene Akte bezeichneten Phasen des gesamten Phänomens nicht zeitlich streng von einander getrennt ab, sondern sie entwickeln sich zum Teil gleichzeitig nebeneinander, und ineinander übergehend.

Das Vorspiel der Dämmerung umfasst eine Reihe wenig in die Augen fallender Veränderungen, welche sich am westlichen Himmel noch vor Sonnenuntergang vollziehen. Bereits am frühen Nachmittag, wenn die Sonne noch am Himmel steht, ist dieselbe, wenigstens in unseren nördlichen Breiten, von einem hellen weisslichen Schein umgeben, welcher in gleicher Ausdehnung nach allen Seiten hin sich deutlich vom dunkleren Himmel abhebt. Seit dem Herbst des Jahres 1883 scheint dieser Schein von einem rauchig rötlichen Ring umgeben zu sein, welcher noch gegenwärtig (März 1885) unter günstigen Verhältnissen wahrgenommen werden kann; derselbe tritt um so deutlicher hervor, je klarer und reiner die Luft ist. So lange die Sonne noch über dem Horizont steht, befindet sie sich genau in der Mitte dieses kreisförmigen Scheines; sobald sie sich aber dem

¹⁾ Grützmacher: „Leuchtende Wolken.“ Das Wetter, October 1886.

²⁾ J. Kiessling: Die Dämmerungsercheinungen im Jahre 1883 und ihre physikalische Erklärung. S. 23.

Horizont nähert, tritt sie unter den Mittelpunkt des Scheines, dessen Randfärbung zugleich an Ausdehnung erheblich zunimmt. Damit hat der erste Akt des allmählich am Abendhimmel sich entwickelnden Dämmerungsschauspieles begonnen. Während die Sonne ganz zum Horizont hinabsinkt, bildet sich die excentrische Stellung in dem sie umgebenden Schein immer entschiedener aus. Bei 2° – 3° Horizontalabstand ist sie schon unter den unteren Rand desselben hinunter getreten. Zugleich erblasst die Randfärbung verhältnismässig schnell, und wenn die Sonne meist als dunkelorange leuchtende, aber glanzlose Scheibe in die gewöhnlich dem Horizont aufgelagerte Nebelbank einsinkt, hat sich über ihr in etwa 15° – 20° Höhe ein heller, gelblichweiss glänzender, nahezu kreisförmiger Fleck ausgebildet. Unterdessen hat auch schon, bei aufmerksamer Beobachtung deutlich erkennbar, der zweite Akt der Dämmerung begonnen, nämlich die Entwicklung zum Horizont parallel liegender farbiger Schichten. Dieselben machen sich zuerst in erheblichem Maasse der untergehenden Sonne gerade gegenüber am östlichen Horizont bemerkbar, wo der Himmel in grosser seitlicher Ausdehnung allmählich eine bläulich violette bisweilen ins Rötliche hinüberspielende Färbung annimmt. Diese bildet die sogenannte Gegendämmerung, deren Höhe und Intensität wesentlich von der Anwesenheit lichtreflektierender Nebel oder Wolkengebilde beeinflusst wird. Sobald die Sonne unter den Horizont hinabgesunken ist, wird am Osthimmel, unmittelbar dem Horizont aufliegend, ein mehr oder minder deutlich nach oben abgegrenzter, sehr schmaler, ganz dunkel — blaugrauer Streifen, der sogenannte Erdschatten, erkennbar. Während die Sonne immer tiefer unter den Horizont hinabsinkt, gewinnt die Gegendämmerung erheblich an Farbentiefe und räumlicher Ausdehnung, aber mit stets wechselndem Umfang; zugleich steigt die obere Grenze des Erdschattens gleichmässig. Etwa 20 — 25 Minuten nach Sonnenuntergang nimmt jedoch die Färbung der Gegendämmerung auffallend schnell an Intensität ab, und zugleich entzieht sich die Grenze des Erdschattens der Wahrnehmung. Während diese Erscheinungen am östlichen Horizont sich abspielen, sind gleichzeitig am westlichen Himmel, über der untergegangenen Sonne, erhebliche Veränderungen eingetreten. Der helle weissliche Schein hat weder seine Färbung, noch seine Stellung zum Horizont wesentlich geändert, hingegen haben sich, nachdem die Sonne den Horizont überschritten hat, intensiv leuchtende, horizontale farbige Schichten entwickelt, und zwar unter fortgesetzter seitlicher und vertikaler Ausbreitung. Daher wird trotz bedeutender Abnahme der allgemeinen Helligkeit, doch in der unmittelbar vom westlichen Horizont ausgehenden Lichtwirkung eine Steigerung bemerkbar. Ueber dem meist bräunlich glänzenden, dem Horizont aufliegenden Dunst erhebt sich eine breite, ockergelb leuchtende Schicht, welche bisweilen durch einen deutlich entwickelten gelblich grünen Streifen von dem über den ganzen westlichen Himmel ausgebreiteten weisslichen Dämmerungsschein getrennt erscheint. Unmittelbar nachdem die Gegendämmerung im Osten ihre grösste Ausbreitung und Farbenintensität erreicht hat, also 20—25 Minuten nach Sonnenuntergang, beginnt der dritte, weitaus interessanteste Akt der Dämmerung, die Entwicklung des sogenannten Purpurlichtes. Verhältnismässig hoch über den horizontalen Farbensichten beginnt in ziemlicher Ausdehnung ein rötlicher Farbenton im hellen Blau des Himmels sich geltend zu machen, zuerst so schwach, dass nur ein sehr geübtes Auge diese Farbenveränderung zu erkennen vermag, doch wächst dieser rötliche Schimmer überraschend schnell an Intensität, während zu gleicher Zeit die Gegendämmerung im Osten

ganz schnell erblasst, so dass oft schon nach 2—3 Minuten nur noch ein schwacher blässvioletter Schimmer am östlichen Horizont bemerkbar ist. Diese rosenrote Färbung erreicht ungefähr in derselben Höhe, in welcher unmittelbar nach Sonnenuntergang der oben erwähnte hellglänzende Fleck sich ausgebildet hatte, also etwa 25° über dem Horizont, die grösste Intensität. Sie bildet dann eine nahezu kreisförmige Fläche mit äusserst zart, namentlich oben und seitwärts verwaschenen Rändern, welche selten höher als 45° hinauf reichen. Dieser wunderbar glänzende rosenrote Schimmer gleitet in schnell sinkender Bewegung hinter die horizontalen Farbschichten hinab, dehnt sich dabei seitwärts aus und vermischt sich deutlich erkennbar mit den vor ihm liegenden Färbungen, das Gelb in Orange, das Orange in Zinnoberrot verwandelnd. Ist die Sonne etwa 5° bis 6° unter den Horizont gesunken, so ist auch das Purpurlicht hinter dem hellen Segment am westlichen Himmel verschwunden, und der weitere Verlauf der Dämmerung besteht im allgemeinen nur in dem fortgesetzt schnellen Sinken des zuletzt nur noch matttrüblich schimmernden Dämmerungsscheines am westlichen Himmel. Bisweilen aber verhältnismässig selten, folgt dem dritten Akt der Dämmerung als merkwürdiges Nachspiel ein einmaliges Wiederaufleuchten des bereits untergegangenen Purpurlichtes über dem bereits tief gesunkenen Dämmerungsschein mit vorausgehender Gegendämmerung im Osten. Dieses sogenannte zweite Purpurlicht¹⁾ ist aber meistens von so geringer Intensität, dass nur das Auge eines aufmerksamen Beobachters es zu erkennen vermag; sehr selten bewirkt es eine allgemein auffallende Verlängerung der gewöhnlichen Dämmerung.“

Wenn wir diese Beschreibung einer in allen Teilen ausgeprägten Dämmerung mit dem S. II mitgeteilten Verlauf der Dämmerung im Nov. 1883 vergleichen, so fällt uns sofort auf, dass der Unterschied kein wesentlicher ist, sondern nur in einer erheblichen Steigerung der Intensität der einzelnen Phasen besteht. Das Phänomen des Jahres 1883 war also kein eigentlich ungewöhnliches Phänomen, das Ungewöhnliche bestand vielmehr in der ausserordentlichen Intensität desselben. Ganz besonders auffallend war die lange anhaltende Verlängerung des zweiten Purpurlichtes, welches in der That unter normalen Verhältnissen so selten auftritt, dass es beispielsweise in Arnsberg im Jahre 1886 an den 60 Tagen, an denen das erste Purpurlicht zur Entwicklung kam, kein einziges Mal beobachtet wurde. Eigentlich neu scheinen auf den ersten Blick zwar die ringförmige Gestalt der Gegendämmerung und der Bishop'sche Ring zu sein. Wenn man jedoch durch häufige Beobachtungen das Auge an das Auffassen auch der zartesten Farbenübergänge am Abend- oder Morgenhimmel gewöhnt hat, so gelingt es in der Regel auch jetzt noch, nach Sonnenuntergang sowohl am Osthimmel als namentlich am Westhimmel eine kreisförmige Anordnung der Farben, besonders in den unteren Teilen des Himmels zu entdecken, während ein gutes, aber ungeübtes Auge keine Spur einer solchen Anordnung bemerkt. Die ringförmige Gegendämmerung und der Bishop'sche Ring, besonders der letztere, scheinen also gleichfalls Bestandteile einer normalen Dämmerung zu sein, aber in der Regel so schwach aufzutreten, dass sie nicht sofort in die Augen springen.

¹⁾ Die Bezeichnung „erstes“ und „zweites Purpurlicht“ ist von von Bezdold eingeführt.

5. Die physikalische Erklärung des Bishop'schen Ringes und der Dämmerungsfarben.

Der Bishop'sche Ring und das ganze Farbenspiel der Dämmerung lassen sich durch Diffraction der Sonnenstrahlen an fremdartigen Körperchen, welche in der Atmosphäre schweben, erklären. Es ist das unbestrittene Verdienst des Herrn Prof. Kiessling in Hamburg, diese Thatsache durch glänzende Experimentaluntersuchungen festgestellt zu haben.

Bevor ich an der Hand dieser Untersuchungen auf die Erklärung der genannten Phänomene näher eingehe, ist es notwendig, den physikalischen Vorgang der Diffraction mit einigen Worten zu erläutern.

Wenn ein kreisrundes Scheibchen oder Kügelchen von einer Lichtquelle beleuchtet wird, so besteht der Schatten desselben nicht aus einem dunklen Punkte, sondern aus einem System concentrischer Ringe. Ist die Lichtquelle einfarbig, etwa rot, so erscheinen diese Ringe abwechselnd dunkel und rot, während bei weissem Lichte dunkle und in den Regenbogenfarben glänzende Ringe aufeinander folgen. Trifft nun das Licht auf eine grosse Anzahl Körperchen, so wirkt jedes in derselben Weise. Sind hierbei alle Körperchen von derselben Grösse, so ist das Schattenbild dem durch ein einzelnes Körperchen erzeugten ganz ähnlich, nur von viel grösserer Lichtstärke; sind dagegen die Körperchen von sehr verschiedener Grösse, so fallen die verschiedenartigen Farbentöne übereinander und geben nur einen kreisförmigen, gelbweissen Lichtschein. Blickt man etwa durch eine mit semen lycopodii bestreute Glasplatte nach einer Kerzenflamme, so lassen sich vor einem recht dunklen Hintergrunde wenigstens drei Ringe recht deutlich unterscheiden, in welchen die Farben von innen nach aussen in der Reihenfolge des Spektrums, blau, grün, gelb, rot, aufeinander folgen. Am auffallendsten erscheinen die roten Farbentöne. Aber auch ohne irgend welches Hilfsmittel erblickt ein einigermaassen geübtes Auge diese Ringe um jede Kerzenflamme, falls nur der Hintergrund recht dunkel ist. Der innere helle Schein umgiebt ohne die farbigen Ringe jede Lichtquelle, welche durch eine mit Wassertröpfchen beschlagene Fensterscheibe gesehen wird. Auf dieselbe Weise entstehen die bekannten gelbweissen oder rötlichen Höfe um Sonne und Mond, wenn der Himmel mit einer Dunstschicht bedeckt ist, oder wenn liches Gewölk vorüberzieht, durch welches diese Gestirne zeitweise bedeckt werden.

Mit Hülfe dieser physikalischen Erscheinung wird der Bishop'sche Ring völlig befriedigend erklärt. Offenbar muss dieses Phänomen aufgefasst werden als ein unvollkommenes Diffractionsbild, hervorgerufen durch den Durchgang des Sonnenlichtes durch eine in der Atmosphäre schwebende Schicht sehr feiner Körperchen von ziemlich kongruentem Korn, es ist der erste rote Ring eines vollkommenen Diffractionsbildes, in welchem die äusseren Ringe wegen der grossen Intensität des Tageslichtes nicht sichtbar sind. Diese Erklärung entspricht den physikalischen Erscheinungen so vollkommen, dass es gestattet ist, umgekehrt aus dem Auftreten des Ringes auf das Vorhandensein einer ziemlich homogenen Schicht sehr kleiner Körperchen zu schliessen.¹⁾ Ob diese Schicht aus Staub, Rauch oder Nebel be-

¹⁾ Die Theorie der Diffraction gestattet sogar einen Schluss auf den Durchmesser der Körnchen dieser homogenen Nebelschicht. In der Gleichung $d = \frac{\lambda}{\sin \alpha}$ bedeutet d diesen Durchmesser, α den

stand, ist hier gleichgültig, denn die Entstehung eines Diffraktionsbildes ist von der materiellen Beschaffenheit der kleinen Körper ganz unabhängig. Da nun das Ringphänomen eine bis zum Herbst 1883 bzw. bis zum Ausbruch des Krakatau völlig unbekannte Erscheinung ist, so ist seit dieser Zeit unsere Atmosphäre offenbar in einer solchen Weise verändert, dass die Bedingungen für lebhaftere Diffraktionserscheinungen aussergewöhnlich günstig wurden. Der Bishop'sche Ring muss daher als ein höchwichtiges Moment für die vulkanische Theorie der seit dem Spätherbst 1883 beobachteten, aussergewöhnlichen optischen Erscheinungen der Atmosphäre und als ein vorzügliches Kriterium zur Beurteilung der Dauer der Nachwirkung jener Phänomene betrachtet werden.

Die oben, Seite VIII erwähnte Erweiterung des Bishop'schen Ringes um Sonnenuntergang wird von Riggenbach (a. a. O.) in sehr zutreffender Weise als ein Übergang des Diffraktionsbildes einer weissen Lichtquelle in das einer monochromatisch-roten erklärt. Die Theorie der Diffraktionsringe verlangt nämlich, dass bei Anwendung einer weissen Lichtquelle der erste rote Ring einen kleineren Radius hat, als bei einfarbigem Lichte der erste helle, also bei rotem Lichte der erste rote Ring. Die Beobachtung und namentlich die spektroskopische Untersuchung lehrt nun aber, dass das Licht der Sonne, während diese zum Horizont hinabsinkt, sich mehr und mehr gleichmässig rot färbt, indem es immer dichtere Luftschichten durchläuft, welche die übrigen Lichtarten absorbieren. Infolge dessen darf also von vornherein eine dieser Änderung entsprechende Umwandlung des Bishop'schen Ringes erwartet werden, ganz wie sie sich thatsächlich zeigt.²⁾

Um die Zeit des Sonnenunterganges muss sich auch der Einfluss der unteren Luftschichten, welche stets mehr oder weniger stark mit Dunst, Rauch oder Staub erfüllt sind, auf die Erscheinung des Ringes geltend machen. „Selbstverständlich werden die einzelnen Stoffteilchen, welche diese Dunsthülle bilden, sich ihrem absoluten Gewicht, also ihrer Grösse entsprechend, in horizontalen Schichten anordnen. Da nun aber der scheinbare Abstand der in derselben Färbung erscheinenden Diffraktionskörperchen von der Lichtquelle um so grösser ist, je kleiner dieselben sind, so wird die Diffraktion so geschichteter Stoffteilchen bewirken, dass sich bei tiefstehender Sonne um dieselben ein Lichtschein ausbildet, welcher über der Sonne eine wesentlich grössere Breite besitzt als unterhalb derselben. Kommt nun hierzu noch die von diesen Dunstschichten ausgeübte, nach unten hin stark wachsende Absorption, infolge deren die untersten Schichten fast alles in sie eindringende

Bogenabstand einer bestimmten Farbe des Ringes von dem Sonnenmittelpunkte und λ die Wellenlänge der dieser Farbe zukommenden Lichtart. Nimmt man nun, dem Radius der grössten Intensität des roten Ringes entsprechend, $\alpha = 14^\circ$ und für die mittleren roten Strahlen $\lambda = 0,00066$ mm, so folgt $d = \frac{0,00066}{0,2419} = 0,0027$ oder rund 0,003 mm. Dieser Wert stimmt mit dem von Prof. Hagenbach berechneten genau überein, während Flögel die Zahl 0,001 findet.

Interessant ist ein Vergleich dieser Werte mit denjenigen, welche sich für den ersten roten Ring der gewöhnlichen Mondhöfe ergeben. Für diese findet nämlich Prof. Müller (Lehrbuch der kosmischen Physik S. 430) die Werte $d = 0,01$ und in einem anderen Falle $d = 0,05$ mm. Auch dieser wesentliche Unterschied weist darauf hin, dass der Bishop'sche Ring durch fremdartige, unter normalen Verhältnissen nicht vorhandene Körperchen erzeugt wurde.

²⁾ Näheres bei Riggenbach a. a. O. S. 14 bis 16.

Licht verschlucken, so erklärt sich ganz naturgemäss die Entstehung eines über der untergehenden Sonne liegenden hellen, kreisförmigen oder elliptischen Flecks.“¹⁾)

Bei der Erklärung der eigentlichen Dämmerungsfarben muss man unterscheiden zwischen den gesättigten gelben und braunen Farbentönen, welche dem Horizont unmittelbar aufgelagert erscheinen und den darüber sich abspielenden roten Farbentönen der Purpurlichter und der Gegendämmerung. Die ersteren sind von Kiessling in folgender Weise experimentell dargestellt worden. Wenn man in einem grossen Glasballon hinreichende Mengen Staubnebel von rauchartiger Beschaffenheit, etwa von Phosphorsäure, schwefelsaurem Ammoniak, Chlorammonium, Schiesspulver u. a. m. erzeugt und den Ballon eine Zeit lang ruhig stehen lässt, so ordnen sich die Staubteilchen nach Grösse und Gewicht derartig in horizontalen Schichten an, dass die unteren Schichten die grösseren und schwereren enthalten, während nach oben hin allmählich Teilchen von feinerem Korn folgen. So werden in der Glaskugel Verhältnisse hergestellt, die denen ganz ähnlich sind, welche sich in den unteren der Erdoberfläche unmittelbar aufliegenden Luftschichten bei ruhiger Luft naturgemäss stets ausbilden. Man kann sich fast an jedem klaren Tage zur Zeit des Sonnenaufganges oder Unterganges von dem Vorhandensein aus mehr oder minder feinem Nebel bestehender Horizontalschichten überzeugen. Diese Schichten geben sich nämlich als äusserst zarte Dunststreifen in dunkler Schattierung in der Nähe des Horizontes zu erkennen.

Lässt man nun auf die in der gedachten Weise präparierte Glaskugel nur von einer Seite zerstreutes Tageslicht fallen, am besten, indem man sie bei zur Hälfte herabgelassenen Rouleaux möglichst weit und etwas höher als der untere Fensterrand in einem Zimmer aufstellt, so zeigen die Nebelschichten vor einem mässig dunklen Hintergrunde „in überraschender Intensität von unten nach oben die Färbungen rotbraun, gelb, grünlichgelb und matthellblau, also ganz genau dieselben Farben, welche man während und namentlich unmittelbar nach Sonnenuntergang bei völlig wolkenlosem Himmel am westlichen Horizont beobachten kann.“²⁾) Da diese Färbungen erst dann am Westhimmel in grösster Intensität auftreten, wenn die Sonne bereits untergegangen ist, wenn also an Stelle der direkten Lichtquelle das unterhalb des Horizontes liegende von der Sonne beleuchtete Atmosphärensegment die uns sichtbaren unteren Luftschichten erleuchtet, so ist die Übereinstimmung des Experimentes mit der Wirklichkeit so vollkommen, wie man sie nur wünschen kann.

Während die auf diese Weise völlig befriedigend erklärten Horizontalfarben sich in den unteren Luftschichten entwickeln, sind die prachtvollen roten Farbentöne der beiden Purpurlichter und der Gegendämmerung eine Diffraktionserscheinung in einer homogenen Hochnebelschicht. Das beweisen nicht allein einige bei der Beobachtung unmittelbar sich ergebende Momente, wie namentlich das deutliche Hinabsinken des ersten Purpurlichtes hinter die horizontal ausgebreiteten Farben, sondern auch die sehr eingehenden Berechnungen von O. Jesse,³⁾) nach denen diese Schicht im Winter 1883/84 eine Höhe von

¹⁾ Kiessling, die Dämmerungserscheinungen im Jahre 1883. Seite 29.

²⁾ Kiessling a. a. O. S. 53.

³⁾ O. Jesse: Die Höhe der Dunstschicht, durch welche die merkwürdigen Dämmerungserscheinungen der letzten Monate hervorgerufen worden sind. *Metereol. Zeitschr.* 1884 S. 127—137.

17 Kilometer hatte. Die interessanteste Bestätigung findet diese Thatsache aber durch eine Beobachtung, auf welche Riggenbach (a. a. O. S. 40) aufmerksam macht, und welche gleichzeitig die einfachste Erklärung des ersten Purpurlichtes enthält. Das erste Purpurlicht beginnt nämlich kurze Zeit nach dem völligen Verschwinden des Bishop'schen Ringes an denjenigen Stellen des Himmels aufzuleuchten, an welcher bei dem augenblicklichen Stande der Sonne die hellste Stelle des Bishop'schen Ringes sich zeigen würde. Da ausserdem das erste Purpurlicht in Spektrum und Polarisation mit dem Bishop'schen Ringe vollständig übereinstimmt, so schliesst Riggenbach mit Recht, dass es höchst wahrscheinlich nichts anderes sei, als eine Fortsetzung des Ringes nach Sonnenuntergang, als eine Diffraktionserscheinung des infolge des Durchganges durch ausgedehnte Atmosphärenschichten mehr oder weniger rot gefärbten Sonnenlichtes in derselben homogenen Nebelschicht, welche auch den Bishop'schen Ring erzeugt. Die vorhin erwähnte Thatsache, dass der Bishop'sche Ring nicht kontinuierlich in das Purpurlicht übergeht, sondern kurz vor dem Auftreten des letzteren in der Regel vollständig verschwindet, kann gegen diese Anschauung nicht ins Gewicht fallen, denn kurz vor und nach Sonnenuntergang liegen zwischen dem Rot des Purpurlichtes und dem Auge des Beobachters ungemein viele hell erleuchtete Dunstteilchen, welche durch ihren intensiven Glanz das viel zartere Rot des Purpurlichtes vollständig verdecken. Das Purpurlicht wird also gewiss schon früher vorhanden sein, aber erst dann, wenn die Intensität des diffusen Tageslichtes bei tiefer sinkender Sonne eine gewisse untere Grenze erreicht hat, kann es hervortreten. Hiermit stimmt auch die Beobachtung überein, dass bei dunstigem Westhimmel, wenn also das diffuse Licht erheblich gedämpft erscheint, meistens eine ziemlich bedeutende Verfrühung des Purpurlichtes eintritt und selbst noch in einer Höhe erkannt wird, wo bei klarem Himmel keine Spur von rötlicher Farbe mehr entdeckt werden kann.¹⁾

Das im Winter 1883/84 häufig so schön ausgebildete halbkreisförmige rote Segment der Gegendämmerung²⁾ ist von Kiessling als ein Diffraktionsvorgang des vom Osthimmel reflektierten Sonnenlichtes erklärt worden.³⁾ Zur experimentellen Begründung dieser Ansicht liess der genannte Forscher die parallelen Strahlen einer elektrischen Lampe auf eine grosse, mit homogenem Nebel gefüllte Glaskugel fallen. Dann zeigte sich nicht nur im durchgehenden, sondern auch im reflektierten Lichte ein intensives, aus verschiedenartigen konzentrischen Ringen zusammengesetztes Bild. Das im durchgehenden Lichte auftretende, also von der hinteren, der elektrischen Lampe gegenüberliegenden Seite der Glaskugel zu beobachtende Bild, entspricht offenbar dem Bishop'schen Ringe, bzw. dem ersten Purpurlichte, während das an der Vorderseite der Kugel sichtbare Bild die

¹⁾ Mit dieser (Riggenbach'schen) Erklärung des ersten Purpurlichtes stimmt die von Kiessling gegebene im wesentlichen überein. Während aber Riggenbach die rote Farbe des Purpurlichtes durch Absorption der blauen und grünen Farbentöne der durch ausgedehnte Luftschichten gegangenen Sonnenstrahlen erklärt und der Diffraktion bloss die Ablenkung derselben nach dem Auge des Beobachters zuschreibt, kommt Kiessling durch seine Experimentaluntersuchungen zu der Ansicht, dass die rote Farbe allein eine Wirkung der Diffraktion sei. Näheres findet man bei Kiessling: „Die Dämmerungserscheinungen etc.“ S. 31 u. ff.

²⁾ Vergl. meine Beobachtung S. II.

³⁾ Meteorol. Zeitschr. Jahrg. 1885, Seite 71.

ringförmige Gegendämmerung darstellt. Zwischen den Erscheinungen des Experimentes und denen der Dämmerung besteht kein Unterschied, nur befindet sich der Beobachter im letzteren Falle in der Kugel (Halbkugel) selbst, durch welche die Strahlen hindurch dringen.

Sehr häufig erscheint das erste Purpurlicht und zuweilen auch das Rot der Gegendämmerung in Strahlen angeordnet, welche in einzelnen Fällen, wie im Winter 1883/84 das ganze Himmelsgewölbe gleichsam mit einem roten Fächer überspannen. Diese Strahlen konvergieren, wie sich leicht feststellen lässt, stets nach der Sonne, bzw. nach dem anti-solaren Punkte; in Wirklichkeit sind dieselben aber parallel, und ihre Konvergenz ist nur eine Folge der Perspektive. Ähnliche Strahlen sieht man auch sehr häufig vor Sonnenuntergang durch Wolkenlücken hervorbrechen, sie erscheinen alsdann freilich nur in einem hellen, blauweissen Farbentone, während die Schlagschatten der Wolken in einem dunkleren Tone sich abheben.¹⁾ Zweifellos werden auch die roten Dämmerungsstrahlen in der Regel durch den Durchgang des Sonnenlichtes durch Lücken von Wolken hervorgerufen, welche sich unter dem Horizont befinden. Einen ziemlich direkten Beweis für diese Anschauung glaube ich durch einige Beobachtungen erhalten zu haben an Tagen, an welchen der Westhimmel um Sonnenuntergang teilweise bedeckt war. Abgesehen davon, dass an solchen Tagen das Purpurlicht, so oft es überhaupt auftrat, fast ohne Ausnahme in strahliger Struktur erschien, so brach zuweilen, wenn tief am Westhorizont eine dichte Stratusbank beobachtet wurde, lange Zeit nachdem das erste Purpurlicht hätte auftreten müssen, plötzlich ein einzelner hoch hinaufgehender roter Strahl hinter der Wolkenschicht hervor, und zwar an einer Stelle, wo diese sich zu lockern anfang. In anderen Fällen erschien das Purpurlicht nur an der Nord- oder Südseite, wo gerade in der tief am Horizont liegenden Wolkenschicht eine lichte Stelle sich bildete, oder aber das bereits vorhandene Purpurlicht verschwand an einem solchen Punkte zuerst, wo eine Wolkenbank sichtbar wurde.

Die roten Dämmerungsstrahlen sind zuerst von Necker beschrieben und auch auf den Einfluss von Wolken zurückgeführt worden. Dieser Autor hat aber schon darauf hingewiesen, dass vielleicht auch Berge zu ihrer Entstehung Veranlassung geben können.²⁾ Neuerdings hat nun wieder der Italiener Riccò diesen Gedanken ausgesprochen. Nach seiner Meinung können überhaupt Wolken diese Strahlen nicht hervorrufen, weil sie zu einer Zeit gefehlt hätten, in welcher die Sonne in dem freien Meere zwischen Sardinien und Afrika untergegangen sei. Dieser Schluss erscheint aber, wie schon Herr Assmann hervorhebt,³⁾ nicht einwurfsfrei, weil zufällig während jener Zeit, in welcher die Sonne im freien Meere unterging, der Himmel in weiter Ausdehnung wolkenfrei gewesen sein könnte. Assmann macht auch darauf aufmerksam, dass es unschwer erreichbar sei, aus der Berechnung des Azimuthes und des Abstandes der Sonne vom Horizont bei dem Auftreten der radialen Streifen in der Dämmerung diejenige Bodenerhebung zu ermitteln, welche diese Schattenstreifen im gegebenen Falle erzeugen. Ich möchte an dieser Stelle noch auf einen anderen, wahrscheinlich leichter zum Ziele führenden Weg hinweisen. Die Strahlenbildung

¹⁾ Im Sommer 1885, als der Bishop'sche Ring noch bei hohem Sonnenstande deutlich hervortrat, machte Verfasser auch einigemal die Beobachtung, dass alle am Himmel zerstreut schwebende cumuli, auch die kleinsten, ihre Schlagschatten warfen. Merkwürdiger Weise hoben sich diese in einem rötlichen Farbentone von dem Blau des übrigen Himmels ab.

²⁾ Riggenbach a. a. O., Seite 26 und 27.

³⁾ Naturwissenschaftliche Rundschau von 1886, Nr. 30.

im Purpurlichte tritt zuweilen an Tagen auf, an welchen nicht die geringste Spur von Bewölkung sichtbar ist und an denen, wegen der augenblicklichen Wetterlage, auch in sehr weitem Umkreise wahrscheinlich keine Wolken vorhanden sind. Wenn man nun solche Tage auswählt, so wäre an der Hand der Wetterkarten nur festzustellen, ob während der Entwicklung des Purpurlichtes in der Richtung, welche die Sonnenstrahlen für einen bestimmten Ort genommen haben, thatsächlich Wolken vorhanden gewesen sind oder nicht. Wenn nicht, so wird man die roten Dämmerungsstrahlen gewiss nicht mehr auf Wolken allein zurückführen dürfen. Es ist übrigens, wie mir scheint, nicht unwahrscheinlich, dass schon jene zarten, kaum wahrnehmbaren Verdichtungen der Dünste in den unteren Atmosphärenschichten zu schwacher Strahlenbildung Veranlassung geben.

Nachdem die letzten Spuren des ersten Purpurlichtes unter den Horizont gesunken sind, erscheint unter günstigen Verhältnissen das zweite Purpurlicht. Dieses zeichnet sich vor dem ersten Purpurlichte durch seinen mehr diffusen Charakter aus und ordnet sich sehr selten in Strahlen an. Wenn man, wie es wohl geschehen ist, auch dieses Phänomen durch direkte Diffraktion der Sonnenstrahlen in einer hochliegenden Nebelschicht erklären wollte, so müsste man dieser Nebelschicht eine Höhe von über 100 Kilometer, im Winter 1883/84 sogar von 200 bis 300 km, zuschreiben. Es ist aber durchaus unwahrscheinlich, dass in einer solchen Entfernung von der Erdoberfläche noch kräftig lichtbrechende Materie sich halten kann. Ausserdem entspricht es auch mehr dem diffusen Charakter des zweiten Purpurlichtes, wenn man es als eine Wirkung des reflektierten Lichtes auffasst, nämlich desjenigen Lichtes, welches von dem bereits untergegangenen und in weitere Entfernung vom Beobachter gerückten ersten Purpurlichte ausstrahlt und nun von unten die Dünste der höchsten Luftregionen beleuchtet.)

6. Über die homogene Hochnebelschicht, welche die Purpurlichter der Dämmerung erzeugt.

Zur Beantwortung der Frage, wie man sich die Entstehung der hochliegenden homogenen Nebelschicht, welche die Purpurlichter der Dämmerung erzeugt, zu denken habe, geben uns die interessanten Untersuchungen von Coulier und Mascart aus dem Jahre 1875, von Aitken aus dem Jahre 1880, von Kiessling und Robert v. Helmholtz aus den letztverflossenen Jahren den Schlüssel. Als wichtigstes Resultat haben alle diese Untersuchungen ergeben, dass das Vorhandensein fester Staubkerne in der Luft eine notwendige Bedingung zur Bildung von Nebel ist. Wenn man Wasserdampf in zwei grosse Glasgefässe treten lässt, von denen das eine gewöhnliche Luft enthält, während die Luft in dem anderen durch eine mit reiner Watte gefüllte Röhre geleitet und gereinigt ist, so entstehen in dem ersten Gefäss Nebel, in dem anderen bleibt, obschon es mit Wasser-

¹⁾ Vergl. Braun a. a. O. S. 248, auch Rigggenbach a. a. O. S. 50 und Kiessling: „Das Wetter“ 1885, Septemberheft.

dampf übersättigt ist, die Luft völlig klar und durchsichtig. Nicht minder beweisend ist folgender Versuch: Bringt man mit Wasserdampf völlig gesättigte Luft unter den Rezipienten einer Luftpumpe und vermindert nun den Druck ein wenig, wodurch bekanntlich Abkühlung bewirkt wird, so entsteht, wenn man mit gewöhnlicher Luft experimentiert, ein dichter Nebel; dieser Nebel bleibt aus, wenn filtrierte Luft gebraucht wird. Wie R. v. Helmholtz¹⁾ gezeigt hat, kann man auf diese Weise sogar eine Druckverminderung bis zu $\frac{1}{2}$ Atmosphäre, d. h. eine Abkühlung um ungefähr 50° C. erzeugen, ohne dass eine Spur von Nebel sichtbar wird, obschon diese Abkühlung einer zehnfachen Übersättigung bei gewöhnlicher Temperatur entspricht. Im günstigsten Falle sieht man alsdann höchstens einzelne durchsichtige Wasserkügelchen in dem Apparate umherfliegen.

Diese Versuche berechtigen zu der Annahme, dass auch zur Bildung des Nebels in der Atmosphäre, insbesondere in hohen Atmosphärenschichten, feine Staubteilchen durchaus notwendig sind. Unter diesem „Staub“ hat man, wie aus Aitken's Versuchen folgt, weniger die grossen als „Sonnenstäubchen“ im auffallenden Sonnenlichte sichtbaren in der Luft schwebenden Partikeln, als vielmehr ausserordentlich kleine, meistens wohl auch mikroskopisch nicht einmal wahrnehmbare Körperchen zu verstehen. Die hauptsächlichsten Quellen²⁾ des in der Atmosphäre stets vorhandenen Staubes sind die zahllosen Verbrennungsprozesse, aber auch die zahlreichen Salzteilchen, welche durch den Wasserstaub des Meeres der Luft zugeführt werden sowie der Meteorstaub spielen dabei eine Rolle. Aussergewöhnlich grossartige Verbrennungsvorgänge, wie sie bei einem Sternschnuppenregen oder bei einem Vulkan-ausbruch sich ereignen, werden also zweifellos in der Atmosphäre die Bedingungen zur Bildung von homogenem Hochnebel ganz erheblich steigern können.

Zur Entstehung des Nebels genügt nun aber das Vorhandensein von „Staubteilchen“ allein nicht, dazu ist vielmehr, wie die Versuche lehren, auch eine Sättigung der Luft mit Wasserdampf erforderlich. Diese muss aber eintreten, sobald an einem heitern, mehr oder weniger windstillen Tage infolge der Erwärmung der Erdoberfläche eine aufsteigende Luftbewegung entsteht, denn die in höhere Atmosphärenschichten geführten Luftmassen werden allmählich bis zu ihrem Sättigungspunkte abgekühlt. Heitere windstille Tage müssen also zur Bildung einer Hochnebelschicht und somit zur Entwicklung des Purpurlichtes ganz besonders geeignet sein. Das entspricht vollkommen der Beobachtung.

Es scheint übrigens noch eine offene Frage zu sein, ob allein der durch feinen Staub und Rauch erzeugte Nebel intensive Diffraktionswirkungen hervorzurufen vermag, oder ob jener Staub ohne das Vorhandensein von Wasserdampf dazu ausreicht. Die durch den Ausbruch des Krakatau bewirkte aussergewöhnliche Steigerung der Diffraktionsphänome der Atmosphäre, insbesondere aber die lange andauernde Sichtbarkeit des früher niemals beobachteten Bishop'schen Ringes scheinen anzudeuten, dass feine Staub- und Rauchteilchen, wenn sie in hinreichender Menge vorhanden sind, eine derartige Wirkung wohl erzeugen können. Wie nämlich aus den Beobachtungen des Bishop'schen Ringes hervorgeht, war dieses Phänomen beinahe völlig unabhängig von dem Witterungszustande in den unteren Luftschichten, es wurde stets beobachtet, so oft nur die Durchsichtigkeit der Luft seine Wahrnehmung ermöglichte. Wenn man dieses Phänomen also durch Diffraktion der

¹⁾ „Über Dämpfe und Nebel, besonders über solche von Lösungen“. Wiedemann's Ann. Bd. 27, S. 508.

²⁾ S. Jahrbuch der Erfindungen 22. Jahrgang, S. 130.

Sonnenstrahlen in einer feuchten Nebelschicht erklären will, so muss man annehmen, dass seit dem Ausbruch des Krakatau oder richtiger seit Ende November 1883 in unseren Breiten ununterbrochen in einer Höhe von 10 bis 20 km eine Schicht feuchten homogenen Nebels vorhanden gewesen ist. Diese Annahme ist aber nicht sehr wahrscheinlich. Durch die Bildung von feuchtem Nebel wird nämlich, wie sich auch experimentell beweisen lässt, das Niedersinken der Staubteilchen ganz beträchtlich beschleunigt, und es würde daher die ohnehin schon schwierige Frage der so auffallend lange anhaltenden Suspension jener Staubteilchen in der Atmosphäre nicht unbedeutend erschwert. Ausserdem hätte sich aber zwischen dem Auftreten des Ringes und der Entwicklung glänzender Purpurlichter eine erheblich grössere Uebereinstimmung bzw. für letztere eine grössere Unabhängigkeit von Wind und Wetter ergeben müssen. Es ist daher wohl am wahrscheinlichsten, dass der Bishop'sche Ring vorzugsweise ein Diffraktionsphänomen des Sonnenlichtes in einem trockenen Hochnebel war, während glänzende Purpurlichter schon durch feuchte Nebel hervorgerufen werden.

Wie die endgültige Entscheidung dieser Frage aber auch ausfallen mag, die eine Tatsache steht fest, dass zu einer ausserordentlichen Steigerung der gesamten Diffraktionserscheinungen in der Atmosphäre eine aussergewöhnliche Anhäufung von kleinen fremdartigen Diffraktionskörpern durchaus erforderlich ist. Die Veranlassung zu einer derartigen Anhäufung kann aber nur durch eine aussergewöhnliche Thätigkeit der Quellen des atmosphärischen Staubes gegeben werden. Es ist klar, dass hier ganz besonders Vulkan- ausbrüche und das Eindringen grosser Massen kosmischer Materie in unsere Atmosphäre in Frage kommen.

Die Erscheinungen der letztverflossenen Jahre sind, wie als erwiesen angesehen werden muss, durch den Ausbruch des Vulkans Krakatau hervorgerufen worden; dagegen ist noch nicht der Einfluss des meteorischen Staubes festgestellt. Unsere Kenntnisse über den Zusammenhang der Nebelbildung mit dem atmosphärischen Staube sind noch zu neu, die Beobachtungen über das Phänomen der Dämmerung, namentlich über die Intensität der Dämmerungsfarben, noch zu spärlich, um in dieser Richtung Schlüsse zu gestatten. Erst dann, wenn lange Beobachtungsreihen über die Dämmerung aus den verschiedensten Gegenden der Erde vorliegen, wird sich diese hochinteressante Frage entscheiden lassen.

