

Werk

Jahr: 1924

Kollektion: fid.geo

Signatur: 8 GEOGR PHYS 203:1

Digitalisiert: Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Werk Id: PPN101433392X_0001

PURL: http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0001

LOG Id: LOG_0072

LOG Titel: Polarlicht und Lufterlektrizität

LOG Typ: article

Übergeordnetes Werk

Werk Id: PPN101433392X

PURL: <http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X>

OPAC: <http://opac.sub.uni-goettingen.de/DB=1/PPN?PPN=101433392X>

Terms and Conditions

The Goettingen State and University Library provides access to digitized documents strictly for noncommercial educational, research and private purposes and makes no warranty with regard to their use for other purposes. Some of our collections are protected by copyright. Publication and/or broadcast in any form (including electronic) requires prior written permission from the Goettingen State- and University Library.

Each copy of any part of this document must contain these Terms and Conditions. With the usage of the library's online system to access or download a digitized document you accept the Terms and Conditions.

Reproductions of material on the web site may not be made for or donated to other repositories, nor may be further reproduced without written permission from the Goettingen State- and University Library.

For reproduction requests and permissions, please contact us. If citing materials, please give proper attribution of the source.

Contact

Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen
Georg-August-Universität Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen
Germany
Email: gdz@sub.uni-goettingen.de

Gerechtigkeitssinn es verlangte, auch von abweisender Schärfe sein. Hatte er eine Sache als wertvoll erkannt, so setzte er sich mit seiner ganzen Kraft dafür ein. Er wußte die Mittel und Wege, die ihn seinem Ziele näher bringen konnten, genau abzuwägen. Bei Verhandlungen zeigte er große Schlagfertigkeit und einen feinen diplomatischen Takt. Er wußte den richtigen Zeitpunkt abzapassen, um durch treffende Bemerkungen den Gang der Verhandlungen in seinem Sinne und meist erfolgreich zu beeinflussen. Hatte er jemand sein Vertrauen geschenkt, so suchte er ihn mit allen Mitteln zu fördern und ließ sich auch nicht durch Verdächtigungen darin beirren. Obwohl er sich seines Wertes voll bewußt war, bewahrte er sich eine herzerfreuende Bescheidenheit. Er hat sich nie in den Vordergrund gedrängt und sich stets suchen lassen. Deshalb ist auch von seiner großzügigen und an Erfolgen reichen Tätigkeit so wenig in die Öffentlichkeit gedrungen.

Wir haben in ihm einen Mann verloren, der als Gelehrter und als Persönlichkeit ein leuchtendes Vorbild war. Durch seine wissenschaftlichen Leistungen hat er der Ozeanographie und der Hydrographie auf lange Zeiten hinaus neue Wege gewiesen.

Dr. E. Kohlschutter.

Polarlicht und Lufterktrizität.

Von Dr. H. Rudolph, Coblenz.

Wenn jede irdische Energieströmung von beträchtlicher Intensität nur eine Umwandlung und Entwertung von Sonnenenergie darstellt, so muß die eigentliche Quelle der lufterlektrischen Vorgänge in einer so hochwertigen Energieform liegen, daß auch die experimentell am besten begründeten, bisherigen Theorien nur für Begleiterscheinungen und Auslösungsbedingungen Geltung haben können.

Durch L. Vegards Forschungen*) im Leidener Kaltlaboratorium ist endlich das Geheimnis der grünen Nordlichtlinie λ 5577 Å.-E. entschleiert worden. Das Ergebnis ist von höchster Bedeutung wegen der weitreichenden und trotzdem sehr sicheren Schlußfolgerungen, die sich daraus ziehen lassen.

Nach dem genannten Forscher muß die gasförmige Atmosphäre der Erde noch von einer Staubhülle aus feinsten Stickstoffkristallen in einer besonderen, eisartigen Modifikation, die nur unterhalb 35.5° absolut oder — 237.6°C beständig ist, umgeben sein. In ihr fehlt gasförmiger Stickstoff nicht ganz. Daher müssen positive und negative elektrische Strahlen, die den Kristallstaub zum Leuchten mit der Nordlichtlinie anregen und deren tatsächliches Vorkommen durch die jeder dieser Strahlenarten eigentümlichen, spektralen

*) L. Vegard. The Light emitted from Solidified Gases and its Relation to Cosmic Phenomena. Nature **114**, 357—359 (1924), Nr. 2862. Derselbe Das Nordlicht und die höheren Atmosphärenschichten Die Naturwissenschaften **13**, 541—550 (1925) [25].

Eigenschaften von Vegard erwiesen ist, auch innerhalb der Staubhülle ionisierend wirken, wie in verdünntem Gas.

In Hohen bis weit über 700 km wird der feine Kristallstaub durch elektrische Abstoßung schwebend erhalten, und er bildet wohl die von F. Schmid*) nachgewiesene Staublinse, die nach ihm in der Ekliptikebene etwa 4000 km, an den Polen 800 km hoch ist und die das Zodiakallicht verursacht, in dem sich alle stärkeren Absorptionslinien des Sonnenlichts, aber auch die grüne Nordlichtlinie finden, ähnlich wie in dem zuerst von F. Schmid und E. Wiechert**), neuerdings besonders von Lord Rayleigh***) nachgewiesenen Nachthimmelslicht. Während das Nordlicht nach den magnetischen Polen hin zunimmt, ist das Nachthimmelslicht intensiver in niederen Breiten.

Die an Gas äußerst arme, aber an Stickstoffstaub reiche Hülle muß schon dicht über der durch erdmagnetische und wellentelegraphische Untersuchungen bereits seit langer Zeit bekannten Heavisideschicht beginnen. Das ist eine Luftschicht in etwa 80 km Höhe, die so gut leitet, daß sie fast vollständig ionisiert sein muß, was nur bei ihrem gasförmigen Zustand möglich ist. Es ist nun höchst merkwürdig, daß nach Vegard in nur wenig größerer Höhe bereits die Isothermenfläche von -237.6° C liegt. Es muß sich also in dieser Höhe eine Sprungschicht der Temperatur befinden, vielleicht gerade infolge der Heavisideschicht, deren erdmagnetisch durch die tägliche Variation nachweisbaren Ströme nicht ohne Heizwirkung bleiben können.

In derselben Höhe muß jedoch auch eine Sprungschicht der Dichte liegen, die Vegard zwar nicht erwähnt, die sich aber aus der elektrischen Abstoßung der höheren Staubschichten ergibt, weil der auf die untersten Schichten ausgeübte Rückstoß durch Einbettung derselben in Gas-schichten abgefangen werden muß, die im Vergleich zu den aufgelockerten Staubschichten darüber als relativ dicht zu bezeichnen sind; was jedoch nicht hindert, daß nach Vegard in den höchsten Staubschichten wiederum eine mittlere Stoffdichte von weit höherem Betrage als nach der barometrischen Höhenformel herrscht.

Fast noch wichtiger als diese wertvollen und sehr zuverlässigen Aufschlüsse über Dichte und Temperatur in der äußersten Hülle unseres Planeten sind die von Vegard aufgefundenen Bedingungen für spektrale Unterschiede beim Nordlicht und Nachthimmelslicht. Denn dadurch wird der Spektrograph für das Polarlicht und mit Hilfe von Beobachtungsmethoden, die Lord Rayleigh eingeführt hat, auch für das Nachthimmelslicht zu einer Art Sonde, mit der man den elektrischen Zustand jener

*) F. Schmid: Nouvelles observations sur la nature de la lumière zodiacale. Archives des sciences physiques et naturelles **39** [4], 149—166 und 237—246 (1915) [1].

***) E. Wiechert: Polarlichtbeobachtungen in Göttingen. Phys. Zeitschr. **3**, 365 (1902).

***) Lord Rayleigh. The Aurora Line in the Spectrum of the Night Sky. Proc. Roy. Soc. London (A) **100**, 367—378 (1922), Nr. 705. Derselbe. The Light of the Night Sky. Its Intensity Variations, when Analysed by Colour Filters. Proc. Roy. Soc. London (A) **106**, 117—137 (1924), Nr. 736.

Regionen nicht nur hinsichtlich des Vorzeichens, sondern sogar in bezug auf die durchlaufenen Spannungsdifferenzen und Feldstärken bestimmen kann. So hat Vegard festgestellt, daß beim Nachthimmelslicht und Zodiakallicht, die beide nach niederen Breiten hin zunehmen, auch positive Strahlen beteiligt sind, während das eigentliche Polarlicht nur durch langsame Kathodenstrahlen verursacht wird, die aber mindestens 350 Volt frei durchlaufen haben müssen.

In dem vorliegenden Bericht soll nun gezeigt werden, wie sehr diese neuen Tatsachen im Sinne des seit mehr als 25 Jahren vom Verf. betonten gemeinsamen Ursprungs aller lufterlektrischen Erscheinungen auf der Erde sprechen. Den Anlaß dazu gaben die Patentschriften Nr. 98288, Klasse 77, und Nr. 98180, Klasse 21; beide vom 19. Januar 1897. Durch die vor deren Abfassung erforderliche Sammlung aller erreichbaren Aufzeichnungen über elektrische Vorgänge in der Atmosphäre befestigte sich beim Verf. die Überzeugung, daß jede Theorie, welche die Trennung positiver und negativer Ionen als eine bloße Begleiterscheinung gewöhnlicher oder außerordentlicher meteorologischer Vorgänge ansieht, wegen der tatsächlich vorkommenden Feldstärken und der gewaltigen Kräfte, mit denen diese sofort den Ionentrennungsprozeß stilllegen müßten, abzulehnen sei.

Eine gleichzeitige Untersuchung über die Entstehung der Sonnenflecken*) führte dann zur Annahme der auch von Birkeland u. a. als erwiesen angesehenen Kathodenstrahlung der Sonne als der allein möglichen Ursache aller irdischen, natürlichen elektrischen Erscheinungen von Bedeutung. Des Raummangels wegen kann hier nicht auf die weitere Entwicklung dieses Grundgedankens eingegangen werden, und es sei deshalb nur kurz auf einige diesbezügliche Schriften des Verf. verwiesen**).

In den beiden Veröffentlichungen des Jahres 1918 konnte in großen Zügen etwa folgender Zusammenhang als logische Notwendigkeit bezeichnet werden: Durch Aufsaugung des im interstellaren Raume stets neugebildeten atomisierten Stoffes seitens der großen Weltkörper würden letztere immer weiter an Größe zunehmen, wenn nicht die Festigkeit der Atome eine Grenze hätte. Der zunehmende Gravitationsdruck muß also zuletzt zur Atomzermalmung im Kern der Sonnen führen und verhindern, daß deren Masse über einen gewissen Grenzwert hinaus anwächst. Die hierbei frei werdende Energie deckt, abgesehen

*) H. Rudolph Über die Ursachen der Sonnenflecken. Denkschriften der math.-naturw. Kl. d. Akad. d. Wiss. in Wien **68**, 463—482 (1899) (Sitzung v. 12. Mai 1899) Derselbe Die Entstehung der Sonnenflecken. Meteorol Zeitschr. **17**, 418—419 (1900) [9]

) H. Rudolph: Erdmagnetismus und Lufterlektrizität Coblenz 1906. Selbstverlag. Derselbe. Die Magnetfelder der Sonnenflecken und die Kathodenstrahlung der Sonne. Gaea **45, Heft 10 und 11 (1909). Derselbe. Über eine mögliche Ursache der Erdbeben. Gaea **45**, 112—115 (1909) [2]. Derselbe. Ergebnisse und fernere Ziele der wissensch. Drachen- und Ballonaufstiege. Naturwissensch. Wochenschr. (2) **9**, 369—376 (1910) [24] Derselbe Zum allgemeinen Magnetfeld der Sonne. Die Naturwissenschaften **10**, 57—58 (1922) [3]. Derselbe. Über die Vorgänge in den Sonnenflecken. Sirius **51**, Heft 9 (1918). Derselbe. Der Zusammenhang zwischen dem Sonnenfleckenphänomen und dem Erdmagnetismus. Sirius **51**, 181—186 (1918) [10].

von Schwankungen während der Dauer von Äonen, die Ausstrahlung der Sonnen und ist zugleich Quelle ihrer primären Kathodenstrahlung in den Raum hinaus.

Eine entsprechende primäre positive Strahlung gibt es nicht, weil beim Zermalmten eines Atoms zwar seine als scheibenförmige Ätherwirbel gedachten Elektronen entweichen können, nicht aber die positiv geladenen Kerne, welche nach des Verf. Ansicht die durch Schleuderkraft leer gehaltenen innersten Teile eines schlauchförmigen Ätherwirbels sind, um welchen die Elektronen kreisen. Werden diese Zusammenflußstellen des Raumäthers in den Atomen vom Gravitationsdruck im Kerne von Sonnen bis über die Grenze ihrer scheinbaren Elastizität gegen äußeren Druck beansprucht, so fallen sie zugleich mit dem Mikrokosmos des Atoms, in und mit dem sie allein existenzfähig sind, der Zerstörung anheim. Es bleibt weiter nichts übrig als Elektronenather und dessen kinetische Energie, herrührend von der fortschreitenden Bewegung dieser flachen und mit ihrer Scheibe natürlich um und um gewirbelten Rotationsgebilde, die den Energieaustausch zwischen Atomen und Raumäther vermitteln.

Zeigen sich positive Strahlen in der Hülle einer Sonne oder eines Planeten, so sind sie an Ort und Stelle sekundär, ebenso wie die daselbst ebenfalls auftretenden sekundären Kathodenstrahlen durch kosmische Kraftfelder infolge von ausgesandten oder empfangenen primären Kathodenstrahlen entstanden. Wie alle Sonnen, so sendet auch unsere Sonne ständig Elektronen aus; ein Teil der vom Magnetfeld der Erde eingefangenen wird in der Staubhülle in der Nähe der Magnetpole niedergeschlagen. Aber auch dieser Teil muß, ebenso wie der Schwarm der nicht absorbierten Elektronen, später irgendwie wieder in den Weltraum zurückkehren, da bei jeder irdischen Ionisierung positive und negative Elementarladungen in gleicher Anzahl frei werden. Mithin ist wohl eine vorübergehende, aber keine endgültige Neutralisierung der von der Sonne stammenden Elektronen auf Erden möglich.

Weil selbst die schnellsten Kathodenstrahlen im Magnetfeld der Erde noch in engen Windungen um die Kraftlinien kreisen müssen, können die kosmischen Elektronen die Erde nur dort wieder endgültig verlassen, wo die Kraftlinien radial gerichtet sind, also genau über den Polen. Dort besteht demnach ein ständiger Abfluß von negativer Elektrizität in den Weltraum hinaus, einerlei, ob mit oder ohne Polarlicht, entsprechend dem freilich starken Schwankungen unterworfenen Zufluß von Sonnenelektronen an nahezu denselben Stellen in der Umgebung der Magnetpole. Dieser kosmische Energiestrom ist es, der die Trennung der vermischten Ionen beiderlei Vorzeichens in der Gasatmosphäre der Erde bewirkt, und zwar mit Kräften von solcher Intensität, daß auch kein irdischer Vorgang überhaupt dazu imstande wäre.

Das Ergebnis ist eine periodische positive Aufladung der Luft unterhalb der Heavisideschicht, und zwar vorzugsweise in niederen Breiten, sowie eine Diffusion von negativen Gasionen auf der ganzen Erde aus der Heavisideschicht der Polkapfen in die Gebiete der barometrischen Minima, die gemäß der Bjerknesschen Auffassung, wie schon früher nach Dove, Schauplätze des Kraftspiels zwischen der Polar- und der Äquatorialfront sind.

Die vorläufige Vereinigung eines Teiles der über den Polkappen niedergeschlagenen Sonnenelektronen, die wohl sehr schnell, aber wenig dicht sein werden, so daß sie kaum schon bei ihrem Eintritt in die Staubhülle der Erde ein bemerkbares Leuchten hervorbringen können, mit irdischen positiven Ionen geschieht nur selten, während großer Polarlichter, langs der magnetischen Kraftlinien innerhalb der Stickstoffstaubhülle, sondern findet meistens auf vielen, etwa 10 bis 20 einzelnen, rings um die Erde verteilten Bahnen von im Mittel 4000 km Länge mit zweimaligem Durchtritt durch die Erdoberfläche statt. Solche Bahnen bieten einen weit geringeren Widerstand, als ihn die Nordlichtstrahlen auf vielmal längeren Wegen in dem extremen Vakuum der Staubhülle haben müssen.

Wenn die Bahnen zwischen zwei positiv und negativ geladenen Gebieten der Erdoberfläche, die mit den darüber befindlichen, entgegengesetzt geladenen Luftregionen bis hinauf zur Heavisideschicht jedesmal einen Doppelkondensator von etwa zweimal 10 Millionen Quadratkilometern Gesamtfläche bilden, von denen vielleicht 18 bis 19 Millionen Quadratkilometer auf den negativ geladenen und 2 bis 1 Million auf den in Schlechtwettergebieten entsprechend hoher positiv geladenen Erdoberflächenteil kommen, je nach der augenblicklichen Wetterlage auch starkem Wechsel unterworfen sein müßten, so kommen doch zwei Einflüsse hinzu, die sie in Wirklichkeit außerordentlich stabil machen werden. Das ist einerseits die richtende Kraft des permanenten Erdfeldes auf das horizontale Stück der Strombahn, welches in den gut leitenden magmatischen Regionen bis etwa 40 km Tiefe verläuft, und andererseits die Unveränderlichkeit der meistens in den Hochgebirgen der Erde liegenden Ein- und Austrittsstellen der vertikalen Ströme.

Der Durchtritt durch die Erdoberfläche wird in der Hauptsache durch St. Elmsfeuer über den Gipfeln und Kämmen stattfinden, denen es bei Sturm auch entlang laufen kann, um nach dem Abreißen am Ende wieder auf den Anfang des Kammes zurückzuspringen. Denn bei dieser luftelektrischen Erscheinung ist die Leitfähigkeit der Luft soviel mal größer wie bei Gewitter oder gar bei schonem Wetter, daß für die ganze Erde nur eine glimmende Gesamtfläche von 10 qkm nötig wäre. Wechselt das Vorzeichen des St. Elmsfeuers, so wechselt nur die Gruppierung der zu einem Doppelkondensator gehörigen positiven und negativen Teile der Erdoberfläche, nicht aber die Stromrichtung innerhalb des Gürtels der hauptsächlichsten Anfangs- und Endpunkte von Strombahnen, der auf einer Erdkarte etwa das Aussehen wie eine Darstellung der Haupterdbebengebiete haben muß.

Da in niederen Breiten auch Regionen mit täglichen tropischen Gewittern und positivem Gefälle zu den abnorm leitfähigen Gebieten gehören, so wird das Ergebnis der erdmagnetischen Untersuchungen von L. A. Bauer*) zu einem weiteren Beweisgliede in der Kette von Schlüssen über die wirklichen Erde-Luftströme, deren Größenordnung 10 bis 20 Millionen Ampere statt des vermeintlichen einseitigen Stromes von 1000 Ampere für die ganze Erde beträgt.

*) L. A. Bauer On the physical composition of the earths magnetic field in 1922. Phys. Rev. (2) 21, 370—371 (1923) [3].

Alle bekannten Tatsachen sind also in Einklang mit denjenigen Leitsätzen, welche der Verf. nun schon über ein Vierteljahrhundert gegen die herrschenden Ansichten über die Lufterlektrizität immer von neuem begründet hat. Sie lauten:

1. Der Ursprung aller Formen der Lufterlektrizität, nicht nur des Polarlichts, liegt in der ununterbrochenen, wenn auch starken Intensitätsschwankungen unterworfenen Aussendung von Kathodenstrahlen durch die Sonne.
2. Die Trennung der beiden Elektrizitäten in dem hierbei nötigen Ausmaße kann nur durch kosmische Kraftfelder und eine Art Elektronengitterwirkung erklärt werden, da kein mit erheblicher Ionentrennung verbundener Massentransport auf der Erde gegen die Feldkräfte der getrennten Raumladungen aufrechterhalten bleiben konnte.
3. Die lufterlektrischen Vertikalströme sind von der Größenordnung, die sich aus L. A. Bauers Untersuchungen ergibt, da die Anwendung der direkten Meßmethoden unter Vernachlässigung des St. Elmsfeuers im Hochgebirge einem Versuche gleicht, aus dem vom Wind fortgewehten Wasserstaub den Energiestrom der stürzenden Massen des Wasserfalles selbst zu bestimmen.

Am nötigsten wäre daher die bis jetzt gänzlich vernachlässigte systematische Beobachtung des St. Elmsfeuers in allen Hochgebirgen der Erde, verbunden mit Ermittlung der von ihm ausgehenden wellentelegraphischen Störungen nach dem Vorschlage des Verf.*). Ferner eine ebenso systematische Beobachtung der Eigenladung des Erdbodens an möglichst vielen und über die ganze Erde verteilten Punkten nach der Methode von Ramsauer**).

Hoffentlich läßt sich letztere bei jeder Witterung anwenden, damit endgültig festgestellt werden kann, ob die ganze Erde unter Einrechnung der Polkappen eine in der Hauptsache einheitliche Eigenladung besitzt oder nicht.

*) H. Rudolph Lufterlektrizität und wellentelegraphische Störungen. Radio-Umschau 2, 781—782 (1925) [21].

***) C. Ramsauer Über den unmittelbaren Nachweis der elektrischen Erdladung Ann. d. Phys (4) 75, 449—458 (1924) [21].

Coblenz, den 5. Juli 1925.