

Werk

Titel: Über die Natur der Nordlichtstrahlen

Autor: Stark, J.

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006 | LOG_0108

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

29. März 1918.

Heft 13.

Über die Natur der Nordlichtstrahlen.

Von Prof. Dr. J. Stark, Greifswald.

Für das Nordlicht besteht ein Interesse, das weit über die Kreise der Geophysiker hinausgeht. Seine Großartigkeit und Merkwürdigkeit wirken sowohl auf den, der es mit eigenen Augen schaut, als auch auf den, der nur Abbildungen und Schilderungen von ihm kennt. Aus diesem Grunde mag es am Platze sein, wenn ich in dieser Zeitschrift kurz über eine spektralanalytische Untersuchung berichte, welche zur Beantwortung der Frage nach dem Ursprung des Nordlichts geführt hat.

Diese Frage hat ja seit vielen Jahren die Phantasie und die Forschung beschäftigt, und sie ist im letzten Jahrzehnt wohl endgültig und übereinstimmend von mehreren Forschern dahin beantwortet worden, daß das Nordlicht von elektrischen Strahlen hervorgebracht wird, welche von der Sonne ausgehen. Dieser Schluß ist mit Sicherheit aus folgenden Tatsachen zu ziehen: Das Polarlicht legt sich um den magnetischen Nord- und Südpol der Erde herum, die Tageszeit, zu der es an einem Ort sichtbar ist, und sein zeitliches Zusammenfallen mit der Fleckentätigkeit der Sonne verknüpfen es mit dieser. Diese Tatsachen lassen sich nur so deuten, daß elektrische Strahlen, welche von der Sonne ausgehen und in die Nähe der Erde kommen, von deren magnetischen Kraftlinien abgelenkt und nach einer die magnetischen Erdpole umgebenden Zone zusammengeleitet werden. Die eingehende Beweisführung für diese Deutung findet der interessierte Leser in einem ausführlichen Berichte *L. Vegards* über das Nordlicht im 14. Band des Jahrbuch. d. Rad. u. Elektronik.

Wenn nun auch darüber unter den beteiligten Forschern Übereinstimmung herrschte, daß das Nordlicht von elektrischen Strahlen, die von der Sonne ausgehen, verursacht wird, so gingen doch die Meinungen über die Natur dieser Strahlen auseinander. Eine Gruppe von Forschern, so vor allem *Birkeland*, vertrat die Ansicht, daß jene elektrischen Sonnenstrahlen Kathodenstrahlen, also schnelle negative Elektronen seien, *Lenard* insonderheit folgerte, daß diese Sonnenkathodenstrahlen eine so große Geschwindigkeit wie die β -Strahlen von Radioelementen haben müßten, um die tatsächliche Ablenkung der Nordlichtstrahlen zu liefern. Andere Forscher dagegen, so *Vegard*, versuchten nachzuweisen, daß die Eigenschaften des Nordlichts besser mit der Annahme verträglich seien, daß die Nordlichtstrahlen positiv geladene Atomstrahlen (Kanalstrahlen), insonder-

heit α -Strahlen (He^{++} -Strahlen) von Radioelementen seien.

Zwischen diesen beiden Auffassungen habe ich nun durch eine sachgemäße Untersuchung über das Spektrum der Stickstoff-Kanalstrahlen und durch ihren kritischen Vergleich mit den Untersuchungen über das Nordlichtspektrum entscheiden können. Die folgende Überlegung, nach welcher ich hierbei vorging, ist einfach und nahelegend.

Wie ich in zahlreichen spektralanalytischen Untersuchungen feststellen konnte, ist bei vielen Elementen das Spektrum, welches positive Strahlen (Kanalstrahlen) zur Emission bringen, verschieden von dem Spektrum, welches Kathodenstrahlen erregen. Dieser Unterschied kann so weit gehen, daß gewisse Linien eines Elements in seinem Kanalstrahlspektrum sehr intensiv sind, während sie im Kathodenstrahlspektrum sehr schwach oder unmerklich sind; umgekehrt können andere Linien schon von mäßig schnellen Kathodenstrahlen intensiv angeregt werden, während sie Kanalstrahlen von gleichem Kathodenfall noch dunkel lassen. Diese Linien erscheinen auch im kondensierten Funken intensiv und werden darum *Funkenlinien* genannt. Die Linien der ersten Art kommen im Falle metallischer Elemente intensiv im gewöhnlichen Lichtbogen heraus und heißen darum *Bogenlinien*; aus diesem Grunde habe ich diese Bezeichnung auf die Linien aller Elemente ausgedehnt, welche von mäßig schnellen Kanalstrahlen intensiv angeregt werden, intensiver als von Kathodenstrahlen gleichen Kathodenfalls¹⁾.

Nun verlaufen die elektrischen Sonnenstrahlen, welche das Nordlicht hervorbringen, zweifellos in Stickstoff in den obersten Schichten der Erdatmosphäre; sie müssen also an den von ihnen gestoßenen Stickstoffmolekülen oder aus diesen durch den Stoß freiwerdenden Stickstoffatomen Spektren des Stickstoffs zur Emission bringen. Und wenn der Stickstoff außer Funkenlinien auch Bogenlinien besitzt, so ist folgender Schluß möglich: Treten die Bogenlinien des Stickstoffs intensiv im Spektrum des Nordlichts auf, so wird dieses von positiven Atomstrahlen hervorgebracht; fehlen dagegen im Nordlichtspektrum die N-Bogenlinien, so ist es durch Kathodenstrahlen verursacht.

Nun wußte ich bereits aus früheren eigenen und meiner Mitarbeiter Untersuchungen, daß

¹⁾ Vergl. *J. Stark*, Bericht über die Träger der Spektren der chemischen Elemente. Jahrb. d. Rad. u. El. 14, 139, 1917.

Stickstoff in der Tat Bogen- neben Funkenlinien besitzt. Diese Untersuchungen waren indes für die vorliegende Aufgabe unzureichend, da sie für eine andere Aufgabe, die Beantwortung der Frage nach den Trägern der Stickstoffspektren, ausgeführt worden waren. Ich habe sie daher für den vorliegenden Zweck, die Aufklärung des Nordlichtspektrums, zusammen mit Herrn *Hardtke* erweitert. Das Ergebnis meines Vergleiches des Kanal- und Kathodenstrahlspektrums des Stickstoffs mit dem Nordlichtspektrum ist folgendes.

Im Nordlichtspektrum treten die positiven und negativen Stickstoffbanden auf, eine Tatsache, die bereits von mehreren Forschern, zuletzt von *Vegard*, festgestellt worden ist. Doch läßt sich aus ihr nichts über den Charakter der Nordlichtstrahlen folgern. Diese zwei Bandenarten werden nämlich in Stickstoff sowohl von schnellen Kanal-, wie von schnellen Kathodenstrahlen zur Emission gebracht.

Auch wurde bereits von mehreren Forschern behauptet, daß im Nordlichtspektrum die N-Funkenlinien des Stickstoffs vorkämen. Eine Nachprüfung dieser Behauptung lieferte mir nur für 2 N-Funkenlinien die Gewißheit, daß sie im Nordlichtspektrum auftreten, nämlich für die stärkste blaue und blaugrüne N-Funkenlinie. Auch diese Feststellung gestattet noch keinen Schluß auf die Natur der Nordlichtstrahlen, da die N-Funkenlinien ebenfalls von schnellen Kanal- wie Kathodenstrahlen angeregt werden.

Neu und von entscheidender Bedeutung ist indes folgender Nachweis: Im Nordlichtspektrum kommen zahlreiche N-Bogenlinien übereinstimmend mit dem Kanalstrahlenspektrum vor, und zwar erstreckt sich die Übereinstimmung nicht allein auf die Wellenlängen, sondern auch auf deren Intensitätsverhältnis.

Das Auftreten der N-Bogenlinien im Nordlichtspektrum verlieh diesem Spektrum bis jetzt den Charakter des Merkwürdigen und Ungeklärten. Man kannte nämlich bis jetzt nur das Banden- und Funkenpektrum des Stickstoffs; *unbekannt war bis jetzt sein Bogenspektrum.* Jeder Vergleich des Nordlichtspektrums mit den zwei ersten Spektren an der positiven Säule, am negativen Pol (Kathodenstrahlen) oder am kondensierten Funken ließ daher eine Anzahl von Linien übrig, welche in den Stickstoffspektren nicht unterzubringen waren. Vor allem blieb die Natur der stärksten Nordlichtlinie im Gelbgrün, „der Nordlichtlinie“, völlig ungeklärt; es wurde bekanntlich sogar die Hypothese aufgestellt, diese Linie gehöre einem leichten Gas („Geokoronium“) an, das nur in den obersten Schichten der Erdatmosphäre vorkäme. Die Sache ist in Wirklichkeit einfach: Diejenigen Nordlichtlinien, welche nicht mit N-Banden oder N-Funkenlinien übereinstimmen, entsprechen in der Mehrzahl den neuen, von mir und meinen Mitarbeitern (*Hermann* und *Hardtke*) aufgefundenen N-Bogenlinien. Ich habe die sieben stärksten N-Bogenlinien im

Nordlichtspektrum gemäß den Angaben seiner Beobachter nachweisen können, nämlich eine violette, eine blaue, eine blaugrüne, drei grüne und vor allem die intensivste gelbgrüne, die „Nordlichtlinie“. Eingehende Angaben über die Wellenlängen dieser Linien finden sich in meiner ausführlichen, demnächst in den *Ann. d. Phys.* erscheinenden Abhandlung.

Der Nachweis der N-Bogenlinien im Nordlicht gestattet nun einen sicheren Schluß auf die Natur der Nordlichtstrahlen. Sie werden nämlich nur von positiven Strahlen (Kanalstrahlen), dagegen nicht von Kathodenstrahlen in erheblicher Intensität zur Emission gebracht. Somit dürfen wir schließen, daß die elektrischen Strahlen der Sonne, welche das Nordlicht hervorbringen, positive Atom- oder Molekülstrahlen sind.

Dieses Ergebnis legt uns sofort die weitere Frage vor: *Welchem Element gehören die positiven Nordlichtstrahlen an,* sind es α -(He⁺⁺-)Strahlen von Radioelementen, sind es H⁺-Strahlen, welche durch elektrische Entladungen in der Nähe der Sonne erzeugt werden? Und selbst der spektralanalytisch wenig erfahrene Leser mag folgende Überlegung anstellen: Die Nordlichtstrahlen bringen die Spektren des Stickstoffs in den obersten Schichten der Erdatmosphäre dadurch zur Emission, daß sie auf N₂-Moleküle bzw. N-Atome, die relativ zum Beobachter ruhen, stoßen und sie so zu inneratomischen Schwingungen veranlassen; die N-Banden und N-Bogen- und -Funkenlinien im Nordlicht sind also Linien ruhender Träger oder „ruhende“ Linien. Wenn nun die Nordlichtstrahlen bewegte positive Atomionen sind, so müssen sie durch ihren Stoß auf N₂-Moleküle an sich selbst die Emission ihrer eigenen Linien anregen, und diese müssen „bewegt“ sein, also gemäß dem Dopplerschen Prinzip, nach längeren oder kürzeren Wellen aus ihrer „ruhenden“ Lage verschoben sein, je nachdem die Nordlichtstrahlen von dem Beobachter fort oder auf ihn zu laufen. Das Auftreten „bewegter“ Linien im Nordlichtspektrum muß uns also über die chemische Natur der Nordlichtstrahlen Aufschluß geben.

So einfach und zwingend diese Überlegung ist, so bietet ihre experimentelle Prüfung doch große Schwierigkeiten. Diese liegen in der sehr kleinen Intensität der Spektrallinien des Nordlichts; diese läßt keine genauen Messungen ihrer Wellenlängen zu. So mag es sich erklären, daß die Nordlichtspektroskopiker bis jetzt noch nicht zufällig Linien beobachtet haben, deren Wellenlänge mit der Stellung der Sehachse zu Nordlichtstrahlenbündeln sich ändert. Und mit Absicht wurden bis jetzt noch keine Beobachtungen am Nordlicht gemäß der vorstehenden Überlegung angestellt. Gleichwohl habe ich in der einschlägigen Literatur Angaben gefunden, welche die aufgeworfene Frage wenigstens zum Teil beantworten lassen.

Zahlreiche Nordlichtspektroskopiker haben in der Gegend von λ 486 μ , also am Ort der blauen