



24274

DIE PLANETARISCHEN NEBEL ALS ANALOGON DER PLEOCHROITISCHEN HÖFE DER GESTEINSKUNDE

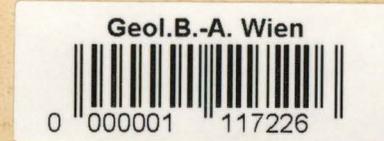
Von Prof. Dr. Robert Schwinner, Graz.

Da vermutlich Astronomen noch seltener gesteinskundliche Schriften lesen als Geologen astronomische,¹⁾ wird hier vorerst eine kurze Beschreibung der sog. „pleochroitischen Höfe“ nötig sein. Man findet in Krystallen meist von Massengesteinen, Graniten und ähnl., in dunkeln Glimmern, aber auch in Hornblendern, Cordieriten, Staurolithen usf. kugelige Partien verfärbt und von anderer Doppelbrechung als der unveränderte Krystall (daher im Polarisationsmikroskop pleochroitisch herausfallend), etwa 10 bis 40 μ groß, im Kern stets ein Körnchen einer radioaktiven Substanz, deren α -Strahlung den „Hof“ erzeugt hat — was auch experimentell nachgemacht werden konnte. Gute Schnitte (Dünnschliffe) lassen nicht bloß ein strukturloses Scheibchen erkennen, sondern Ringe in ihm und um dasselbe herum, die stets nach außen schärfer abgesetzt sind, oft aber auch sich klar von einem hellern Hof innen abheben. Dieses Bild entspricht dem eigenartigen Verhalten der α -Teilchen, die gerade am Ende ihrer Laufbahn sich sozusagen noch einmal aufbäumen; unmittelbar darauf verlieren sie ihre Wirksamkeit und unterscheiden sich weiter in nichts von gewöhnlichen He-Atomen.

Gegen diese Auffassung ist eingewendet worden, daß das anfängliche Ansteigen der Bragg'schen Ionisationskurve durch die quadratische Abnahme der Strahlendichte mit der Entfernung in ihrer Wirkung auf einen kugelförmigen Hof gerade wettgemacht werden müßte²⁾. Es scheint mir aber nicht richtig, eine unter speziellen Voraussetzungen abgeleitete empirische Formel von beschränkter Gültigkeit derart gegen, und ohne weiteres sogar über unmittelbare Beobachtung auf einem anderen Gebiete zu stellen. Denn das ist an den pleochroitischen Höfen unmittelbar beobachtet, daß ein Büschel von α -Strahlen, das ungefähr

1) Meine Bekanntschaft mit den planetarischen Nebeln stammt aus Müller-Pouillet's Lehrbuch der Physik, 11. Aufl., Bd. V/2, 1928, S. 383 ff. (E. von der Pahlen) und aus Becker F. und Grotian W. Über die galaktischen Nebel und den Ursprung der Nebellinien. Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, Berlin 1928, Bd. 7.

2) Gudden, der dies zuerst bemerkt hat (Dissertation, Göttingen 1919), wollte die Beobachtung dunklerer Ringe als Kontrastwirkung des Randes dunkel/hell deuten. Eine solche Kontrastempfindung — die übrigens an den hellen selbstleuchtenden Scheibchen der Nebel bei ähnlich scharfem Absetzen ebenso oder stärker auftreten muß — kann ja in gewissen Fällen mitspielen. Für andere



homogen ist (d. i. aus gleichschnellen Teilchen besteht) gerade am Ende seiner Reichweite sehr merklich stärker wirkt, als in der von ihm durchstrahlten inneren Kugelschale³⁾. So färbt Ra C' bereits die Kugelschale von $34,5 \mu$ merklich, während die geschlossene Verfärbung vom Zentralkern weg erst 16 bis 17μ vorgeschritten ist usf.⁴⁾. Jenes gewöhnlichste Bild zeigt also innen eine tief und ziemlich gleichmäßig verfärbte Kugel, deutlich absetzend gegen einen lichtern Ring, der dann noch außen von einer dünnen dunklern Kugelschale umschlossen und gegen den nicht beeinflussten Krystall abgegrenzt wird; als unmittelbares Zeugnis für die Intensität der Wirkungen, welche ein α -Strahlen-, „Spektrum“ von Art der Uranzerfallreihe auf den Umkreis eines strahlenden Kernes ausübt.

Versuchen wir nun, unser Bild aus mikroskopischen Ausmaßen ins Kosmische zu übersetzen: wir nehmen fürs erste an, daß der Zentralstern neben anderer auch reichlich Korpuskularstrahlung in seine Gashülle aussendet. Das ist bei der durch den Spektraltyp verbürgten ungeheuren Hitze dieser Sterne nichts unwahrscheinliches; sendet doch selbst unsere kühle Sonne (etwa 6000° gegen 40000° effektive Temperatur) solche aus und erregt damit auch richtig Lumineszenz in verdünnten Gasen (Nordlicht!). Strahlung, die dem gewöhnlichen Exponentialabsorptionsgesetz folgt (Wellen und β -Strahlen) erregt das Leuchten einer Scheibe, die gegen die Ränder lichtschwächer ist als in der Mitte = d. i. Typ F, der planetarischen Nebel, wie sie Curtis eingeteilt hat (B. & G., S. 14); ein Büschel von α -Strahlen mit großer Streuung der Geschwindigkeiten liefert eine ziemlich gleichmäßig helle Scheibe, deren Ränder aber (wegen der oben erwähnten Kontrastwirkung) noch heller aussehen = Typ C von Curtis, entsprechend dem Zusammenfließen der Höfe von UI bis Ra A, wie es in den Krystallen meistens beobachtet wird; und schließlich homogene (und schnelle) α -Strahlung liefert eine leuchtende Kugelschale, in der Perspektive „Ring“ = Typ B von Curtis; analog dem äußeren Hofring von RaC' in den Krystallen. Zonare Variationen in Reichweite und Stärke der Lumineszenz können hervorgerufen werden durch ungleiche Verteilung der Emission nach astrophotographischer Breite (Sonnenflecken!) und durch Ablenkung und Sortierung der Korpuscularstrahlen im Magnetfeld des Sternes (Nordlicht!). Damit können die übrigen Erscheinungen dargestellt werden, die Curtis als breite äquatoriale Ringe, die nach den Polen zu dünner werden, und als ellipsoidische Schalen, deren Dicke vom Pol zum Äquator hin abnimmt, deutet. (B. & G. S. 14/15.) Und zwar da es sich nur um Beleuchtungseffekte handelt, braucht man sich nicht weiter darüber zu grämen, daß „die physikalische Möglichkeit der Existenz solcher schalenförmiger Gebilde zunächst sehr problematisch bleibt.“ (Müller-Pouillet, S. 388), auch gewisse Schwierigkeiten und Unstimmigkeiten, die in Bezug auf die visuelle Helligkeit der Zentralsterne derzeit bestehen, würden

ist diese Deutung bestimmt nicht möglich. Beleg dafür die schönen Lichtbilder bei Schilling (-Göttingen) in Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. Beil. Bd. 53 Abt. 1926, Taf. XIX, Fig. 1—5 und bes. Taf. XXII, Fig. 29 — der übrigens die Sinnestäuschungshypothese seines Vorgängers mit Stillschweigen übergeht.

3) Schilling (l. c. S. 246) stellt sowohl fest, daß „Wirkungen am Reichweitenende der α -Strahlengruppen früher fühlbar werden als näher am Kern“, als auch, daß dies mit der gebräuchlichen Anwendung der Bragg'schen Kurve nicht stimmt, er findet aber nur den Ausweg mit einer typischen Überbrückungshypothese seine Beobachtungen umzudeuten.

4) Schilling l. c. S. 245 ff.

sich vermutlich in diesem Zusammenhange leichter bereinigen lassen. Auch warum dieses Phänomen relativ selten ist, erklärt sich nunmehr: solche enorm aktive Sterne sind an sich selten, vermutlich haben dann nicht alle eine Gashülle, und vielleicht ist auch nicht jede Gashülle geeignet (Ob wirklich nur so wenig Elemente in diesen Nebeln vorkommen, steht dahin, aber jedenfalls wenn O, H, in zweiter Linie N und He in Fortfall kämen, würde man von den meisten planetarischen Nebeln wenig sehen.)

Zum Schluß eine ziffernmäßige Gegenprobe: die Reichweite in Luft (0° C. und 760 mm Druck) beträgt für U₁ 2,53 cm, für Ra C' 6,600 cm, für Th C' 8,168 cm. Für die Umrechnung auf ein anderes Medium kann man im allgemeinen setzen $r_1 d_1 f(A_1) = r_0 d_0 f(A_0)$ auch die Absorption der α -Strahlen ist in erster Linie proportional der ganzen durchstrahlten Masse, und somit die Reichweite r umgekehrt proportional der Dichte d . Daneben ist sie aber in gewissem Maß abhängig vom Atomgewicht (oder von der Stellenzahl desselben) von der Geschwindigkeit der α -Teilchen und vielleicht noch von anderen Umständen. Für diese Beziehungen sind nur rein empirische Formeln gegeben worden, (Bragg—Kleemann, Rausch v. Traubenberg, Glasson, Rosenblum) mit denen man nicht ohne weiteres auf die exceptionellen Verhältnisse eines kosmischen Nebels extrapolieren darf. Andererseits kann — bei der Vorhand von O — die stoffliche Zusammensetzung des Nebels von der atmosphärischen Luft nicht besonders abweichen, insbesondere nachdem die sonst gegebenen Ziffern voraussehen lassen, daß die Variationen im atomaren Bremsvermögen in unserem Fall die Reichweiten wenigstens der Größenordnung nach nicht verfälschen werden. Setzen wir die maximale Reichweite $r_0 = 8,2$ cm in Luft von der Dichte $d_0 = 1,293 \cdot 10^{-3}$ g. cm⁻³ und die Durchschnittsdichte des Nebels $d = 10^{-21}$ (B. & G. geben für den Mittelpunkt 10^{-20}) so ist $r = \frac{r_0 d_0}{d} = 1,060 \cdot 10^{19}$ cm oder 3,45 Parsec (zu $3,076 \cdot 10^{18}$ cm). Nun geben Becker und Grotrian (l. c. S. 73) für die Halbmesser der planetarischen Nebel die Schätzung 5 bis 10 Parsec. Der Größenordnung nach stimmt das genügend, und das läßt es — im Verein mit den morphologischen Analogien — berechtigt erscheinen, diesen Gedankengang den Astrophysikern zur Nachprüfung anzuempfehlen.

*