

**Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

**Die Bildung der Erdalkaliperoxyde**

**Engler, Carl**

**Heidelberg, 1910**

Das Spektrum des Amerika-Nebels

[urn:nbn:de:bsz:31-289891](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-289891)

Sitzungsberichte  
der Heidelberger Akademie der Wissenschaften  
Stiftung Heinrich Lanz  
Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse  
===== Jahrgang 1910. 27. Abhandlung. =====

# Das Spektrum des Amerika-Nebels

von

MAX WOLF

in Heidelberg

Eingegangen am 24. Oktober 1910



Heidelberg 1910

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung

Verlags-Nr. 508.

Das Spektrum  
des Amerika-Nebels

von  
MAX WOLF

in  
München

Verlag von G. Fischer 1895



München 1895

Druck von G. Fischer

Preis 1.00 M.

1. Eine der Aufgaben, die dem WALTZ-Reflektor unserer Sternwarte gestellt wurden, war jene, zu ermitteln, ob die ausgedehnten Nebelmassen des Milchstraßensystemes ein Gaspektrum oder ein Sternspektrum aussenden. Es war ja vom hellsten Teil des Orion-Nebels bekannt, daß er ein Emissionsspektrum gibt, aber ob seine weiteren Ausläufer, und besonders, ob die großen Nebelgebilde in der Milchstraße ein solches aussenden, war nur Vermutung; wurde doch auch behauptet, daß sie ein kontinuierliches Spektrum, wie der Andromeda-Nebel, besitzen.

Der erste Nachweis eines Emissionsspektrums gelang an dem großen Milchstraßennebel H V 15 Cygni im Jahr 1908. Später konnte ich von den Milchstraßennebeln H V 14 Cygni und N. G. C. 2023 bei  $\zeta$  Orionis ebenfalls den Nachweis erbringen.<sup>1)</sup>

Erst jetzt ist es mir gelungen an den Amerika-Nebel heranzukommen.

Dieser Nebelfleck gehört dem nördlichen Strom der Milchstraße an. W. HERSCHEL sah im Sternbilde des Schwanes in der Gegend

$$\alpha = 20^{\text{h}} 53,^{\text{m}} 6 \quad \delta = + 43^{\circ} 46' (1855,0)$$

die Spur eines als Nebel V 37 bezeichneten Objektes „von 7' bis 8' Länge und 6' Breite, an den Rändern sich allmählich verlierend“. Diese Gegend, später mit Fragezeichen versehen (G. C. 2096 ?), liegt in der ungeheueren Wolke des heute bekannten Amerika-Nebels zufällig gerade an einem Ort, wo sich in der von HERSCHEL etwa angedeuteten Ausdehnung eine nebelarme Höhlung in dem Gebilde befindet. HERSCHEL ist wohl durch den Kontrast zwischen dunklem und hellerem Grund auf die Stelle aufmerksam geworden. Jedenfalls ist die, einen beträchtlichen Teil des Himmels erfüllende, Nebelwolke, die mehr

<sup>1)</sup> A. N. 4271 und 4305.

als sieben Quadratgrade bedeckt, erst durch die Photographie zu unserer richtigen Kenntnis gekommen.<sup>2)</sup>

Die Wolke bietet dadurch besonderes Interesse, daß sie wohl das ausgedehnteste Objekt ist, das den Vorgang der Höhlenbildung unter den Gestirnen klar erkennen läßt. Bekanntlich zeigen alle größeren Milchstraßennebel die Eigentümlichkeit, daß sie am einen Rande einer ausgedehnten Höhle liegen, in der die schwachen Sterne mehr oder weniger verschwunden sind.<sup>3)</sup> Diese Erscheinung, deren typisches Beispiel der Nebel bei  $\pi_2$  Cygni bildet, ist natürlich für das Verständnis der Entwicklung des Milchstraßensystemes von hervorragender Bedeutung, und die naheliegende Frage ist die nach der spektralen Beschaffenheit dieser Wolken, die mit der Entstehung der Sternenebenen verknüpft sind.

Es wurde daher unser Reflektor mit dem ZEISS'schen Spektrographen aus zwei U. V.-Prismen auf solche Nebel gerichtet, um eine photographische Andeutung ihres Spektrums zu erhalten. Versuche mit Spalt waren wegen der Lichtschwäche bis jetzt ergebnislos. Aber diese Objekte waren für Spektralaufnahmen ohne Spalt natürlich denkbar ungeeignet, wegen ihrer großen Ausdehnung. Und doch bot nur das spaltlose Spektroskop Aussicht auf Erfolg.

Da kam mir der Gedanke, von diesen Gebilden solche Stellen herauszusuchen, die lineare Form besitzen und dabei von übrigen Teilen der Nebel möglichst isoliert stehen. Wurde dann der Prismenzug senkrecht zu der linearen Erstreckung des Nebelbandes befestigt, dann mußte der Nebelstreifen wie ein linearer Spalt wirken und ein reines Spektrum erhoffen lassen. So verfuhr ich bei den früher behandelten Nebelflecken, und jetzt bei dem Amerika-Nebel.

Bei diesem wurde eine Stelle auf unseren früheren Aufnahmen herausgesucht, die bei relativ großer Intensität ein recht schmales, isoliertes Band bildet. Faßt man den Nebel als große Trombe, dann liegt die Gegend in der untersten Einschnürung ihres Schlauches. Der Amerika-Nebel trägt seinen Namen von der lächerlichen Ähnlichkeit seiner Umrisse mit jenen einer Karte des nordamerikanischen Kontinentes. Die Stelle, die in Arbeit

<sup>2)</sup> Heidelberger Platte B. 207, 1890, Dez. 12.

<sup>3)</sup> A. N. 3848.

genommen wurde, findet sich dort, wo auf der Landkarte Guatemala liegen würde. Sie hat die Koordinaten

$$\alpha = 20^{\text{h}} 52,^{\text{m}}9 \quad \delta = + 42^{\circ} 50' (1855,0)$$

und bildet einen schmalen, unter dem Positionswinkel von  $30-40^{\circ}$  verlaufenden Grat, der etwas gekrümmt ist. Auf diesen Positionswinkel wurde der Prismenzug angenähert orientiert.

Da der Nebel im Fernrohr nicht zu sehen ist, so mußte an benachbarten Sternchen die Justierung vorgenommen, und der Reflektor nach der gegenseitigen Lage der umgebenden Sterne auf den richtigen Ort gebracht werden.

Die Belichtung erfolgte:

1910 Oktober 1: von  $10^{\text{h}} 59,^{\text{m}}2$  bis  $12^{\text{h}} 7,^{\text{m}}2$  M. Z. Kgst.

5: „ 8 19, 2 „ 12 41, 2 „

6: „ 7 31, 0 „ 12 31, 0 „

also mit zusammen 10 Stunden 30 Minuten Dauer auf einer Platte von TH. MATTER in Mannheim, die besonders empfindlich war, und die, wie gewöhnliche Platten, ihr Empfindlichkeitsmaximum etwa bei der Wellenlänge  $453 \mu\mu$  besaß.

Die fertige Aufnahme zeigt, eingebettet zwischen den Spektren einer Anzahl von Sternen, in der Tat eine Reihe nebeneinander geordneter, monochromatischer Bilder des Nebelstreifens, von denen eines hervorragende Intensität besitzt.

Damit ist nachgewiesen, daß der Amerika-Nebel ein Emissionsspektrum aussendet. Wir können nun wohl annehmen, daß allen Milchstraßennebeln ein solches eigentümlich ist.

2. Große Schwierigkeiten bietet die Bestimmung der Wellenlängen aus solchen ohne Spalt hergestellten Spektrogrammen.

Wenn es sich um die Spektralphotographie eines im Fernrohr sichtbaren Objektes, wie eines Kometen oder eines helleren planetarischen Nebels handelt, dann kann man sich leicht helfen. Man stellt den Prismenzug bei der Aufnahme in die Ebene des Deklinationskreises und bringt vor und nach der Belichtung des Objektes einen Stern, dessen Spektrum bekannt ist, beiderseits der Aufnahmestelle des Objektes auf den Deklinationsfaden. Die Vergleichspektra liegen dann Seite an Seite mit dem Spektrum des Objektes und können unmittelbar zur Auswertung benutzt werden.

Bei einem Objekt aber, das man nicht sieht, kann man dies Verfahren nicht anwenden.

Eine Möglichkeit zur genäherten Bestimmung der Wellenlängen bieten aber die Spektren der zufällig mit im Gesichtsfeld aufgenommenen Sterne dar. Orientiert man die Platte im Meßapparat parallel der Längsrichtung der Spektren der Sterne, dann kann man die linearen Koordinaten der FRAUNHOFER'schen Linien in den Sternspektren und der Emissionslinien des Nebelspektrums vermessen. Auf einer unmittelbaren photographischen Aufnahme derselben Himmelsstelle wird man dann, wenn sie genau gleich orientiert wird, die entsprechenden Koordinaten der Bilder der Sterne und des Nebels ebenfalls ausmessen können. Aus dem Vergleich beider Messungsreihen erhält man die Wellenlängen der Nebellinien. Diesen Weg benutzte ich zuerst, um die Linien unseres Nebels festzulegen.

Die Platte enthält trotz des kleinen Feldes recht viele Sternspektren. Meist sind es Sterne vom Vegatypus. Eines der hellsten Spektren des Bildes gehört dem Stern

Größe 9,2 BD + 42,° 3925 20<sup>h</sup> 53, <sup>m</sup>2 + 42° 53' (55,0)

an, der ganz in der Nähe des untersuchten Nebelteiles steht. Leider ist das Spektrum eines schwächeren Sternes zum Teil auf seines gefallen, so daß es zur Messung nicht verwandt werden kann. Der Stern besitzt ein Spektrum vom WOLF-RAYET-Typus.

Die meßbaren Spektren rühren von folgenden Sternen her:

Stern (1)	Größe	9,5	BD + 42,° 3927	20 <sup>h</sup> 53, <sup>m</sup> 5 + 42° 54'	(55,0)
" (2)	"	11	(?)	20 52, 5 + 42 55	"
" (3)	"	9,1	BD + 42,° 3923	20 52, 7 + 42 41	"
" (4)	"	11	(?)	20 53, 1 + 42 48	"
" (5)	"	10	(?)	20 52, 3 + 42 50	"

Alle diese Sterne sind vom I. Typus. Bei Stern (1) konnten fünf FRAUNHOFER'sche Linien gemessen werden, bei Stern (2) vier, bei Stern (3) sieben, bei Stern (4) zwei und bei Stern (5) zwei.

Sternplatte und Spektralplatte besitzen nicht den gleichen Maßstab, das Spektroskop zeichnet etwas größer. Daher kam es auch, daß, bei der geschilderten Orientierung der Platte parallel den Spektren im Meßapparat, es nicht genau genug gelang, die entsprechende Orientierung der Sternplatte zu erzielen. So mußte dann von Linie zu Linie die anzubringende Korrektion ermittelt werden, um die Wellenlängen der Nebellinien zu redu-

zieren. Bei der geringen Anzahl Linien und der Unsicherheit der Einstellung in den Spektren der schwächeren Sterne blieb eine ziemliche Willkürlichkeit, die mir das Resultat fraglich erscheinen ließ. Ich bin nachher, wie weiter unten zu erwähnen, zu einer anderen Orientierung übergegangen. Hier das Resultat der ersten.

Aus den Linien des Sternes (1)

$\lambda$  434,1       $\lambda$  410,2       $\lambda$  383,6  $\mu\mu$

mit den X-Koordinaten

4,82      6,24      8,23 mm

folgte die HARTMANN'sche Kurve:

$\lambda_0 = 188,80$      $n_0 = 8,38$      $c = -3237,96$ .

Da die Hauptlinien des Nebels bei

6,80      8,90      9,87      13,20 mm

lagen, und sich durch die Vergleichung der Spektralplatte mit der Sternaufnahme die Reduktionen ergeben hatten

-0,56    -0,63    -0,64    -0,83 mm,

so folgten für die Nebellinien die X-Koordinaten im Spektrum des Sternes (1)

6,24      8,27      9,23      12,37 mm

und somit aus der HARTMANN-Kurve die Wellenlängen:

410,2      383,7      372,7      344,8  $\mu\mu$

für die Hauptlinien des Amerika-Nebels.

Trotz der scheinbaren Übereinstimmung dieses Resultates mit den zu erwartenden Wellenlängen, habe ich, wie gesagt, eine andere Orientierung vorgezogen.

Es wurde die  $\lambda$  434-Linie in den Spektren der Sterne (1) und (3) mit den Bildern der Sterne (1) und (3) in die gleiche X-Koordinate gebracht, ohne Rücksicht auf die Neigung der Spektren gegen die X-Skala des Meßapparates, so daß bei dem geringen Unterschied im Maßstab, die Bilder sich fast deckten. Dann hatten die Sterne und der Nebel auf der Sternaufnahme die folgenden X-Koordinaten:

Stern (1)	0,41 mm
„ (2)	6,38 „
„ (3)	0,41 „
„ (4)	0,86 „
Nebel	1,90 „
Stern (5)	6,69 „



Auf der Spektralplatte waren die X-Koordinaten der FRAUNHOFER'schen Linien dieser Sterne in Millimetern:

	*1	*2	*3	*4	*5
$\lambda$ 434	0,41	5,92	0,41	0,51	6,32
410	1,87	7,50	1,86	1,39	7,84
397	2,76	(8,52)	2,77		
389	3,37	9,09	3,35		
384	3,83	9,41	3,80		
380			4,11		
377			(4,32).		

Die Orientierung der Platte war dabei um  $5^\circ$  geändert gegen diejenige der ersten Anordnung.

Damit ergab sich mit recht mäßiger Übereinstimmung für die Spektrallinien des Nebels die Reduktion, bezogen auf den Stern (3), in Millimetern

$$-1,90 + 0,41 + 0,35 = -1,14.$$

Diese Reduktion ist an den X-Koordinaten der Nebellinien anzubringen, um sie auf das Spektrum des Sternes (3) zu reduzieren. Ein genaues Resultat ist natürlich nicht zu erwarten.

Die HARTMANN-Kurve für Stern (3) erhielt mit den Normalen:

$$\begin{aligned} n_1 &= 0,42 & \lambda_1 &= 434,1 \\ n_2 &= 2,77 & \lambda_2 &= 396,9 \\ n_3 &= 3,82 & \lambda_3 &= 383,6 \end{aligned}$$

die Konstanten:

$$\begin{aligned} \lambda_0 &= 181,26 \\ n_0 &= -13,20 \\ c &= -3443,14. \end{aligned}$$

Für die, übrigens nicht leicht einzustellenden, monochromatischen Bilder des Nebels erhielt ich die Messungen:

$$1,55 \ 2,88 \ 3,25 \ 4,55 \ 4,98 \ 5,92 \ 9,29 \text{ mm,}$$

oder reduziert auf das Spektrum des Sternes (3):

$$0,41 \ 1,74 \ 2,11 \ 3,41 \ 3,84 \ 4,78 \ 8,15 \text{ mm.}$$

Aus der obigen Kurve berechnen sich damit die Wellenlängen:

$$434,3 \ 411,8 \ 406,2 \ 388,6 \ 383,4 \ 372,8 \ 342,6 \ \mu\mu,$$

wo die Zehntel keine Berechtigung haben.

Die Linie  $\lambda$  412 ist wohl aus  $\lambda$  410,  $\lambda$  412 und  $\lambda$  413 zusammengesetzt.

Die deutlichste Linie ist weitaus  $\lambda$  372, gerade wie bei den früher untersuchten Milchstraßennebeln. Sie ist sehr viel heller als alle übrigen.

Berücksichtigt man noch, daß für diese kurze Wellenlänge die Platte schon recht unempfindlich sein muß, so erhellt, daß das Gas, welches diese Farbe aussendet, in dem Nebel die Hauptrolle spielen wird.

Leicht zu sehen ist auch die Linie  $\lambda$  343.<sup>4)</sup> Das kommt aber nur daher, daß sie so isoliert steht. Jedenfalls sind  $\lambda$  383 und  $\lambda$  410 und die nicht leicht einzeln auffaßbaren Bilder zwischen  $\lambda$  383 und  $\lambda$  412 beträchtlich heller. In dieser Gegend des Spektrums überdecken sich die Bilder etwas, so daß wohl nicht alle Linien auseinandergehalten werden konnten. So scheint unter anderen noch ein Bild um  $\lambda$  409 angedeutet.

Wir finden also, um zusammenzufassen, im Spektrum des Amerika-Nebels, soweit das naturgemäß rohe Meßverfahren es gestattet,

$$\lambda = 434 \mu\mu$$

412
406
389
383
373
343

als Emissionslinien vertreten, wobei das unbekannte Gas, das die Lichtart  $\lambda$  373 aussendet, wie bei den anderen Milchstraßennebeln, vorherrscht.

Heidelberg, Königstuhl-Sternwarte, Oktober 1910.

<sup>4)</sup> PALMER (Lick Obs. Bull. 35) findet bei mehreren planetarischen Nebeln die Linie  $\lambda$  345, mehr entsprechend meiner ersten Messungsreihe.



C. F. Wintersche Buchdruckerei.