

## Werk

**Jahr:** 1931

**Kollektion:** fid.geo

**Signatur:** 8 GEOGR PHYS 203:7

**Digitalisiert:** Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

**Werk Id:** PPN101433392X\_0007

**PURL:** [http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X\\_0007](http://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?PPN101433392X_0007)

**LOG Id:** LOG\_0069

**LOG Titel:** Filteraufnahmen von Polarlicht

**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](mailto:gdz@sub.uni-goettingen.de)

## Filteraufnahmen von Polarlicht

Von **Leiv Harang** in Tromsø — (Mit 10 Abbildungen)

Die Intensitätsvariation in Grün und Violett in einzelnen Polarlichtern wird mittels Filteraufnahmen studiert.

Die Variationen in der spektralen Zusammensetzung des Polarlichtes sowohl in einzelnen Teilen eines individuellen Nordlichtes als von den verschiedenen Nordlichttypen sind noch wenig untersucht. Vegard\*) hat mittels eines kleinen lichtstarken Glasspektrographen einige Aufnahmen von unterem und oberem Rande eines draperieförmigen Nordlichtbogens aufgenommen — und die Spektrogramme zeigen eine Zunahme der Intensität der violetten Stickstoffbanden im Vergleich zu der grünen Nordlichtlinie im oberen Rande des Bogens. Störmer\*\*) hat Spektralaufnahmen von dem von ihm neu entdeckten Nordlichttypus, die sonnenbelichteten Nordlichter, aufgenommen — und gezeigt, daß die violetten Stickstoffbanden in den sonnenbelichteten Nordlichter bedeutend stärker im Vergleich zu der grünen Nordlichtlinie sind als beim Nordlicht, das sich im Erdschatten abspielt.

Um die spektrale Zusammensetzung der einzelnen Nordlichter zu untersuchen, wurden in Tromsø im Winter 1930 bis 1931 durch Benutzen von geeigneten Platten und Filter Aufnahmen vom Nordlicht gemacht.

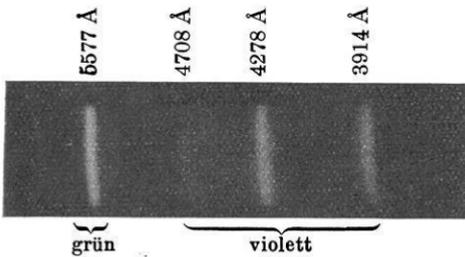


Fig. 1

Experimentelle Anordnung. Fig. 1 zeigt ein Nordlichtspektrum mit einem kleinen Glasspektrographen aufgenommen.

Durch Anwendung von zwei Nordlichtkameras, die mit einem gelben und einem violetten Filter versehen waren, konnten gleichzeitig Aufnahmen von Nordlicht

in grünem und violetterm Licht gemacht werden. Die photographisch wirksame Linie in der grünen Aufnahme ist die grüne Nordlichtlinie, in der violetten Aufnahme hauptsächlich drei Banden, die der ersten negativen Serie des Stickstoffmoleküls ( $N_2^+$ ) gehören.

Eine Reihe von Platten wurden in bezug auf ihre Grünempfindlichkeit untersucht, und als brauchbar erwiesen sich die Agfa Chromo-Isorapid-Platten und, noch besser, die Agfa Isochrom-Platten. Als Objektive wurden zwei identische

\*) Zeitschr. f. Geophys. 6, 42 (1930).

\*\*) Ebenda 5, 177 (1929).

Kino-Plasmat-Objektive von Hugo Meyer, Görlitz benutzt — Brennweite 5 cm, Lichtstärke 1 : 1.5. Das Objektiv mit gelbgrünem Filter wurde mit voller Öffnung benutzt, während das Objektiv mit violetterem Filter durch die Blende auf Lichtstärke 1 : 2.2 herabgesetzt wurde, damit die Schwärzungen der zwei Aufnahmen von derselben Größenordnung herauskämen. Die Exponierungszeiten waren von der Größenordnung 40<sup>s</sup> bis 80<sup>s</sup>.

In einigen Fällen wurden gleichzeitig mit den Filteraufnahmen parallaktische Aufnahmen von zwei Stationen aus genommen, wodurch die Lage im Raume des Nordlichts genau ermittelt werden konnte. Im folgenden wird eine Auswahl von Filteraufnahmen von verschiedenen Nordlichttypen näher besprochen, wodurch die charakteristischen Eigentümlichkeiten der grünen und violetten Aufnahmen (im folgenden als G- und V-Aufnahmen bezeichnet) ersichtlich sind.

Auswertung der Platten. Was auf die Platte photographiert wird, ist die Projektion des Nordlichts auf eine Fläche senkrecht zur Visierichtung. Die Intensität  $I(x, y)$  in einem Punkte  $(x, y)$  in Projektion ist bestimmt durch folgende Integralgleichung\*):

$$I(x, y) = \int_{z_1}^{z_2} F(x, y, z) dz,$$

wo  $F(x, y, z)$  die Intensität im Punkte  $(x, y, z)$  im Nordlicht ist. Die Integration ist der Visierichtung entlang auszuführen und  $z_1$  und  $z_2$  sind bestimmt durch die Oberfläche des Nordlichts. Falls man die Form der leuchtenden Luftmasse kennt, kann man unter gewissen Voraussetzungen, von der Intensität in Projektion auf die wahre Intensität im Raume schließen und dadurch die Flächen gleicher Helligkeit (isophote Flächen) bestimmen. Da das Volumen der leuchtenden Luftmassen im Nordlicht im allgemeinen als unbekannt vorausgesetzt werden muß, werden wir uns damit begnügen, die Variationen von  $I(x, y)$  (isophote Kurven) in den G- und V-Aufnahmen zu vergleichen.

Jede Filteraufnahme wurde mit einer Schwärzungsskala versehen, die mit konstanter Lichtintensität und variierenden Exponierungszeiten hergestellt wurde. Durch Anwendung des Schwarzschildschen Gesetzes über die Abhängigkeit der Schwärzung von der Lichtintensität ist es möglich — nach besonderer Bestimmung der Schwarzschildschen Konstante der angewandten Platten — jeden Photometerschnitt auf wahre Lichtintensität zu überführen. Auf ein jedes Paar von Aufnahmen wurden identische Schnitte mittels eines lichtelektrischen Photometers ausgemessen. Durch Aufeinanderlegen der G- und V-Aufnahmen auf eine solche Weise, daß die Sterne auf den zwei Aufnahmen einander überdecken, konnten auf beiden Aufnahmen dieselben Schnitte für Ausphotometrieren bestimmt werden.

Die anguläre Ausdehnung des Nordlichts von unten nach oben ist oft bedeutend. Da die atmosphärische Extinktion das grüne und violette Licht mit abnehmender Höhe über den Horizont verschieden beeinflusst, ist es notwendig,

\*) Vgl. P. ten Bruggencate: Sternhaufen.

die gemessenen Intensitäten für die Wirkung der atmosphärischen Extinktion zu befreien. Die Extinktionsformel lautet bekanntlich:

$$I_{\lambda m} = I e^{-\alpha_{\lambda} m}.$$

Für  $e^{-\alpha_{\lambda}}$  wurden folgende Werte benutzt [Rosenberg\*]:  $e^{-\alpha_{\text{grün}}} = 0.814$ ,  $e^{-\alpha_{\text{violett}}} = 0.614$ . Der Extinktionskoeffizient für Grün entspricht der Wellenlänge 5577 Å, der Extinktionskoeffizient für violett entspricht die mittlere Wellenlänge der wirksamen Wellenlängen in Violett 4110 Å. Die Werte von  $m$  für verschiedene Höhen über den Horizont sind den Tabellen von Bemporad zu entnehmen.

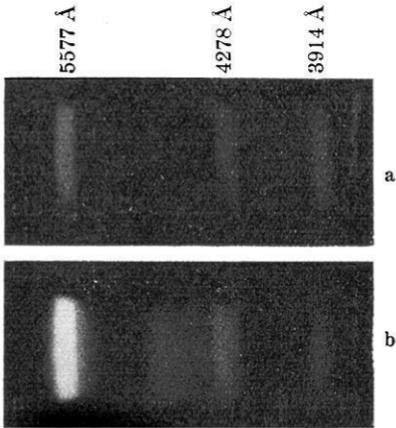


Fig. 2

Die Wirkung der Extinktion kommt besonders deutlich hervor bei den Spektralaufnahmen in Fig. 2. Die beiden Spektren sind mit einem kleinen lichtstarken Spektrographen aufgenommen, der dauernd während des Nachts automatisch jede Stunde ein Spektrum — mit einer Exponierungszeit von einer Stunde — das Nordlicht photographiert. Spektrum *a* zeigt eine Aufnahme mit normaler Intensitätsverteilung im Spektrum, aufgenommen am 24. November 1930.

Spektrum *b* zeigt eine fünfständige Aufnahme von Nordlicht am 28. November 1930 aufgenommen, das sich hinter den Wolken tief am Horizont bei leichtem Schneefall abspielt. Die starke Schwächung der violetten Banden im Spektrum *b* im

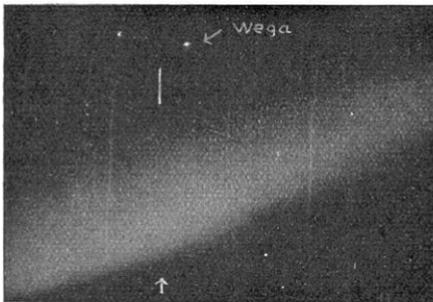


Fig. 3 a. Aufnahme vom Bogen in Grün



Fig. 3 b. Aufnahme vom Bogen in Violett

Vergleich zu der grünen Nordlichtlinie wird erklärt durch die starke Extinktion im Violett. Die Wirkung der Extinktion wird übrigens aus den Aufnahmen von Draperien im folgenden ersichtlich.

\* ) Nova Acta d. Kaiserl. Leop.-Car. Ak. Halle 1915.

I. Homogene Nordlichtbogen. Aufnahmen am 18. Januar 1931, 17<sup>h</sup> 2<sup>m</sup> Gr. M. T. Fig. 3a und b zeigt die V- und G-Aufnahmen. Fig. 4 zeigt einen Abzug der Photometerkurven eines Schnittes. Die Registrierrichtung ist vertikal von unten nach oben. Die Photometerkurven werden von dem Punkte aus verglichen, wo die Schwärzung ihren Maximalwert hat. An sich ist es aber nicht undenkbar, daß die Intensitätsmaxima im Grün und Violett im Verhältnis zueinander verschoben sind. Um dies zu untersuchen, wurden auf Bogenaufnahmen Photometer-schnitte ausgemessen, die quer zu einem Stern ( $\alpha$  Lyrae) laufen. Die Schwärzung des Sternbildes bewirkt einen Knick in der Registrierkurve — Ausmessung der Entfernung vom Stern bis zum Intensitätsmaximum zeigt, daß die Intensitätsmaxima innerhalb der Meßgenauigkeit im Verhältnis zueinander nicht verschoben sind.

Wie früher erwähnt ist, ist das Objektiv für die violette Aufnahme auf Lichtstärke 1:2.2 abgeblendet, während das Objektiv für die Aufnahme im Grün

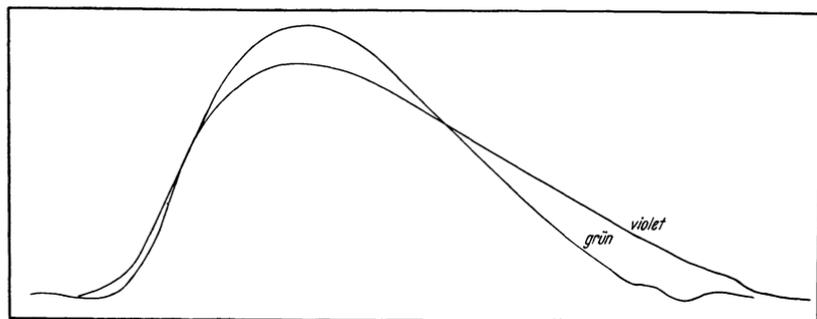


Fig. 4

mit voller Öffnung, Lichtstärke 1:1.5, benutzt wird. Dadurch wird erzielt, daß die Schwärzung im oberen Teil des Bogens, der eben unser Interesse hat, von derselben Größenordnung auf beide Filteraufnahmen wird. Auf sämtliche Bogenaufnahmen erstrecken sich die Photometerkurven der V-Aufnahmen ein wenig höher über das Intensitätsmaximum als auf die G-Aufnahmen. Die Schwärzung im Lichtmaximum dagegen ist auf die G-Aufnahmen immer größer als auf die V-Aufnahmen.

Fig. 5 zeigt die Variation in Intensität vom Intensitätsmaximum nach oben gerechnet auf den G- und V-Aufnahmen. Die Intensität im Lichtmaximum ist auf beide Aufnahmen gleich 100 gesetzt. Die starke Wirkung der selektiven Extinktion ist ersichtlich.

Die parallaktischen Aufnahmen, die gleichzeitig mit den Filteraufnahmen gemacht wurden, zeigen, daß die mittlere Höhe des unteren Randes des Bogens 97 km ist. Die Entfernung ist 270 km, die Höhe des Intensitätsmaximums über den Horizont 18.6°. Tabelle 1a und b zeigt, wie  $a$  die Intensität,  $I$  für jeden 5 km vom Intensitätsmaximum nach oben gerechnet, abnimmt, und  $b$  wie die

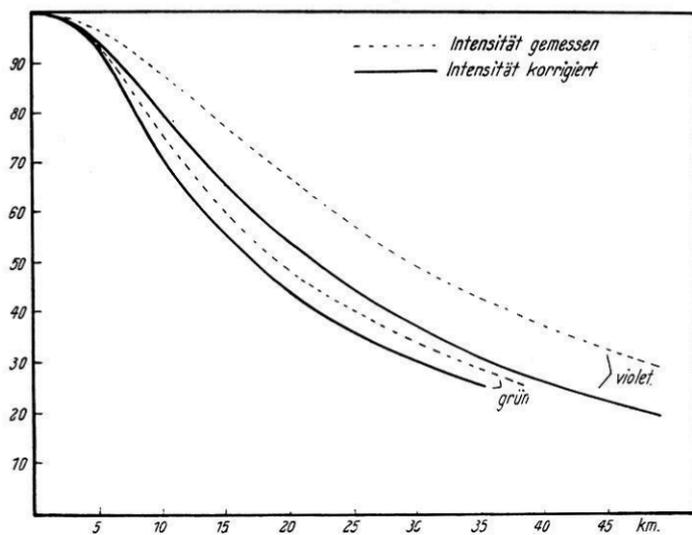


Fig. 5

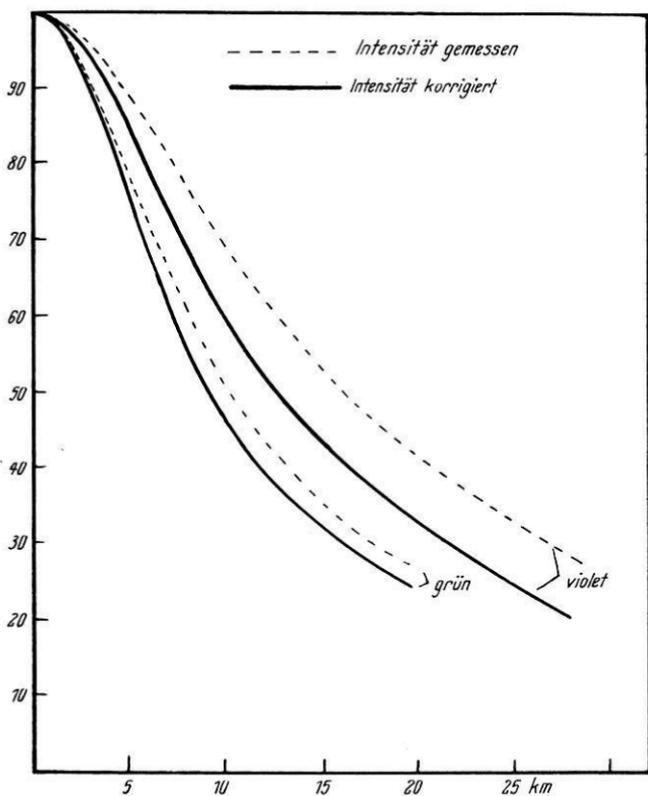


Fig. 6

Entfernungen der Punkte mit den Intensitätswerten 75, 50 und 30 vom Intensitätsmaximum ( $I = 100$ ) variieren.

Tabelle 1 a				Tabelle 1 b		
km	$I_{\text{grün}}$	$I_{\text{violett}}$	$\frac{I_{\text{grün}}}{I_{\text{violett}}}$	$I$	grün km	violett km
0	100	100	1.00	100	0.0	0.0
5	91	94	0,97	75	9.0	11.4
10	71	79	0.90	50	17.4	21.8
15	56	65	0.86	30	30.0	37.0
20	44	54	0.82			
25	36	44	0.82			

Aufnahmen von Bogen am 18. Januar 1931, 16<sup>h</sup> 8<sup>m</sup> G. M. T. Die paralaktischen Aufnahmen zeigen, daß die Höhe am unteren Rande dieses Bogens 109 km ist. Die Entfernung ist 380 km, und die Höhe des Intensitätsmaximums über dem Horizont 15.5°. Fig. 6 und Tabelle 2 zeigen die Variation vom Intensitätsmaximum aus nach oben gerechnet auf den G- und V-Aufnahmen.

Tabelle 2 a				Tabelle 2 b		
km	$I_{\text{grün}}$	$I_{\text{violett}}$	$\frac{I_{\text{grün}}}{I_{\text{violett}}}$	$I$	grün km	violett km
0	100	100	1.00	100	0.0	0.0
5	75	85	0.88	75	11.0	13.8
10	46	59	0.78	50	18.8	22.4
15	33	43	0.76	30	26.7	30.7
20	24	32	0.75			

Aufnahmen von Bogen am 18. Januar 1931, 17<sup>h</sup> 18<sup>m</sup> G. M. T. Die paralaktischen Aufnahmen zeigen, daß die Höhe am unteren Rande dieses Bogens 104 km ist. Die Entfernung ist 200 km und die Höhe des Intensitätsmaximums über dem Horizont ist 32°. Fig. 7 und Tabelle 3 zeigen die Variationen in Intensität vom Intensitätsmaximum aus nach oben gerechnet auf den G- und V-Aufnahmen.

Tabelle 3 a				Tabelle 3 b		
km	$I_{\text{grün}}$	$I_{\text{violett}}$	$\frac{I_{\text{grün}}}{I_{\text{violett}}}$	$I$	grün km	violett km
0	100	100	1.00	100	0.0	0.0
5	92	95	0.97	75	11.0	13.8
10	78	85	0.92	50	18.8	22.4
15	62	71	0.87	30	26.7	30.7
20	47	57	0.82			
25	34	43	0.79			

Vegard\*), der mit einem lichtstarken Spektrographen die relative Intensitätsabnahme vom unteren bis zum oberen Rande eines draperieförmigen Bogens

\*) l. c.

aufgenommen hat, findet eine relative Abnahme von der Nordlichtlinie,  $5577 \text{ \AA}$ , von 0.69 bzw. 0.77, indem er die Bande  $4278 \text{ \AA}$  als Vergleichslinie benutzt. Der Höhenunterschied wird zu 60 km geschätzt. Da die Spektralaufnahmen nicht für die Wirkung der atmosphärischen Extinktion korrigiert sind, ist die wirkliche Intensitätsabnahme nicht so groß wie diese Zahlen angeben, allerdings von derselben Größenordnung wie bei den Filteraufnahmen, gefunden.

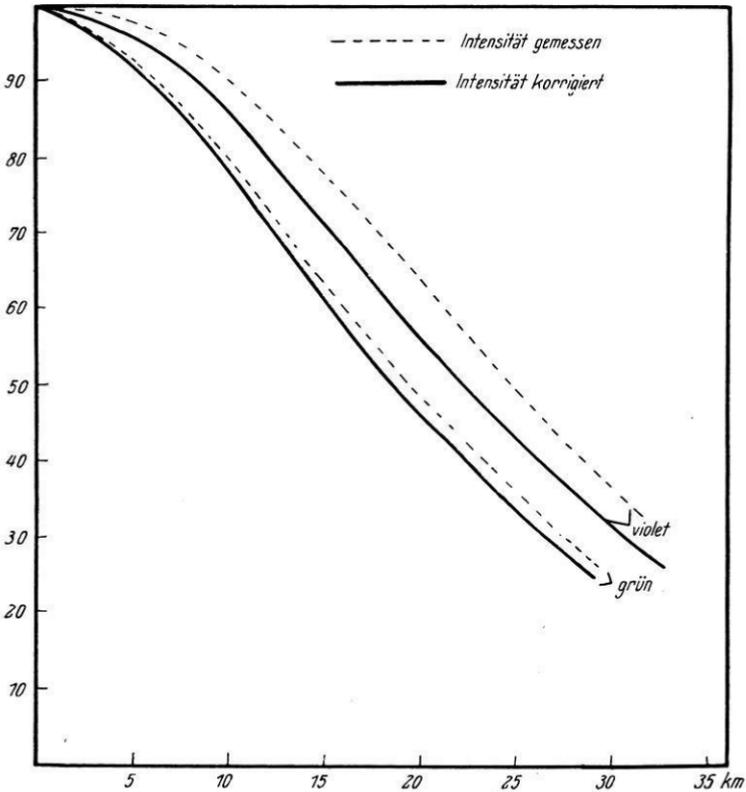


Fig. 7

Wie sich die Intensität vom Intensitätsmaximum nach unten im Grün und Violett variiert, wird späteren Untersuchungen vorbehalten. Da sämtliche Bogen, die im letzten Winter photographiert wurden, ziemlich tief am Horizont standen, wird die Korrektur für die Extinktion am untersten Rande, wo das Leuchten verschwindet, ziemlich groß und eine Feststellung des verschiedenen Verlaufs der Lichtabnahme im Grün und Violett dementsprechend unsicher.

II. Draperien. Aufnahmen am 6. Februar 1931, 21<sup>h</sup> 11<sup>m</sup> G. M. T. Diese Aufnahme zeigt die Wirkung der Extinktion besonders stark. Wie aus Fig. 8a und b ersichtlich ist, ist der unterste Teil der violetten Aufnahme, der sich 5 bis 6° über dem Horizont befindet, durch die Extinktion stark geschwächt, während die grüne Aufnahme dort mäßige Intensität aufweist. Eine Rechnung zeigt, daß dies auch mit den angewandten Werten der Extinktionskoeffizienten in Übereinstimmung ist.



Fig. 8 a.

Fig. 8 b.

Aufnahme von Nordlichtdraperie  
in Grün

Aufnahme von Nordlichtdraperie  
in Violett

Tabelle 4

Schnitt	$h$	$I_{\text{grün}}$	$I_{\text{violett}}$	$\frac{I_{\text{grün}}}{I_{\text{violett}}}$
b	17.8°	100	100	1.00
c	27.6°	26	53	0.49

Tabelle 4 zeigt die Maximalintensitäten der zwei oberen Schnitte, Fig. 9 zeigt Intensitätsvariationen durch Isophoten dargestellt.

Wie aus Tabelle 4 hervorgeht, sinkt die Intensität im Grün mit der Höhe ungefähr zweimal so schnell wie im Violett. Nehmen wir an, daß die Höhe des Schnittes *b* über der Erdoberfläche 150 km ist, was nach unseren Erfahrungen von parallaktischen Messungen der Größenordnung wahrscheinlich entspricht, wird der Abstand zwischen Schnitt *b* und *c* zu 85 km berechnet.

Tabelle 5.

Schnitt	$h$	$I'_{\text{grün}}$	$I_{\text{grün}}$	$I'_{\text{violett}}$	$I_{\text{violett}}$
a	12.8°	74	84	48	80
b	16.0°	100	100	88	100
c	26.0°	60	48	100	60

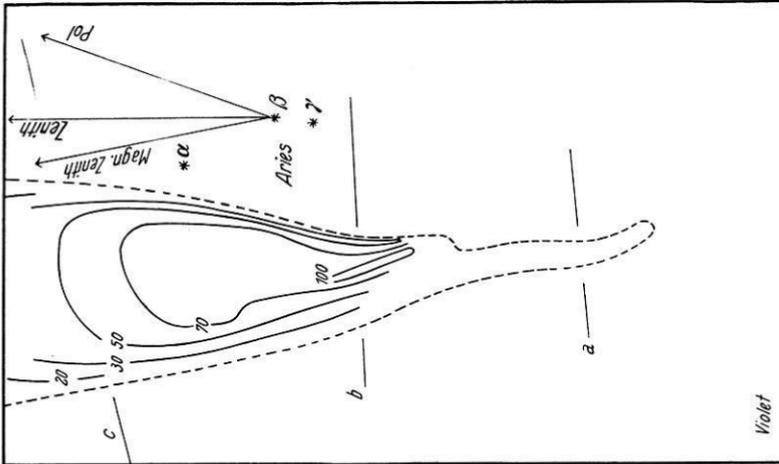


Fig. 9 b

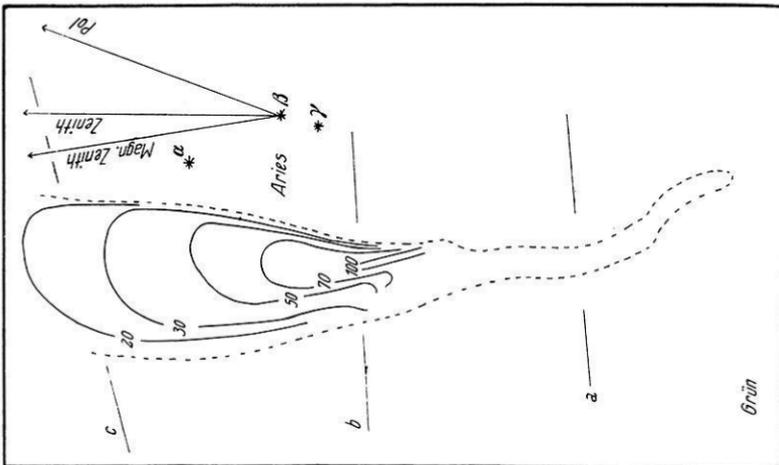


Fig. 9 a

Aufnahmen am 12. März 1931, 20<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> G. M. T. Drei Schnitte dieser Draperie wurden ausgemessen. Tabelle 5 zeigt die Maximalintensitäten jeden Photometerschnitts.  $I'$  ist die gemessene Intensität,  $I$  ist die für die Wirkung der atmosphärischen Extinktion korrigierte Intensität, und  $h$  ist die anguläre

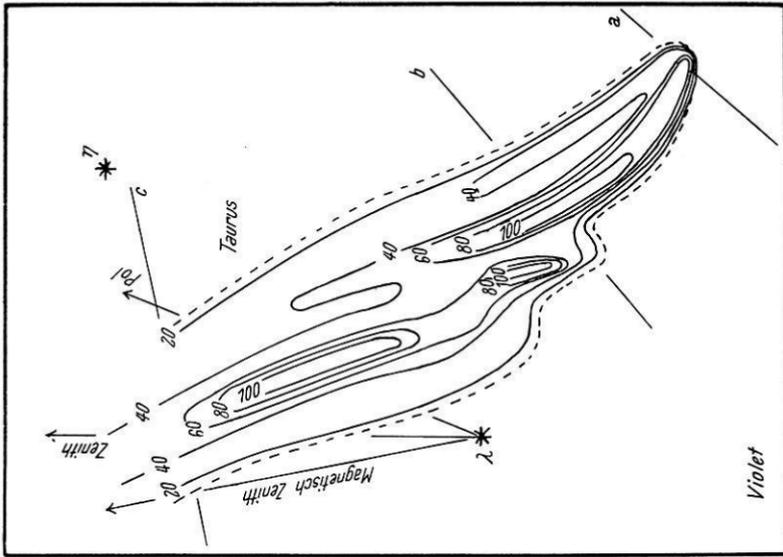


Fig. 10 b

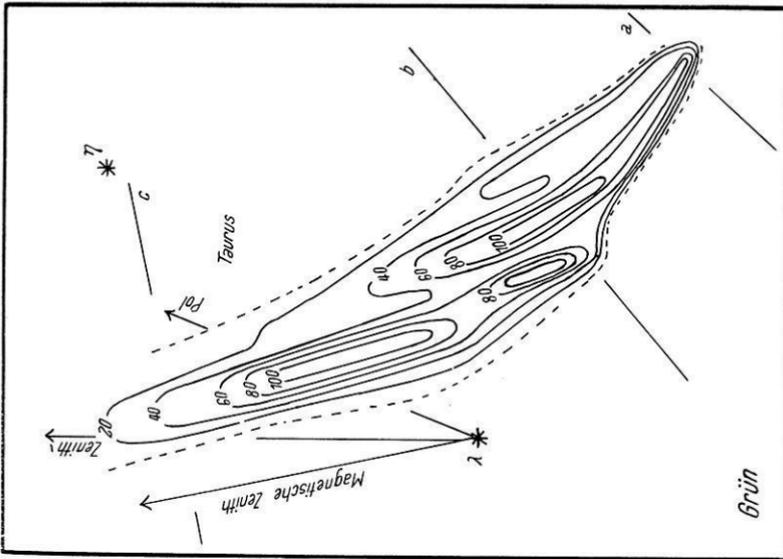


Fig. 10 a

Höhe über dem Horizont jedes Schnittes. Fig. 10 zeigt die entsprechende Isophoten-  
darstellung.

Diese Aufnahmen zeigen auch die schnellere Abnahme des grünen Lichtes,  
wenn auch nicht so stark wie auf die erst behandelte Draperie.

III. Von Strahlen sind mehrere Aufnahmen genommen. Die Aufnahmen zeigen, daß das violette Leuchten im oberen Teil noch von bedeutender Intensität ist, wenn das grüne Leuchten völlig verschwunden ist, trotzdem, daß die Schwärzung der G-Aufnahme im unteren Teil stärker ist als die Schwärzung der V-Aufnahme. Weiter scheint das Intensitätsmaximum im Strahl auf die V-Aufnahme nach oben verschoben zu sein im Vergleich zu dem Intensitätsmaximum der G-Aufnahme. Eine quantitative Feststellung von diesem kann indessen erst durch Ausphotometrieren mit einem Hartmannschen Mikrophotometer gegeben werden.

IV. Diffus leuchtende Flächen. Eine eigentümliche Nordlichtform, welche am Ende ungewöhnlich starker Nordlichter auftritt, sind die diffus leuchtenden Flächen. Die Farbe ist grün-grau und die Lichtintensität klein. Filteraufnahmen dieser leuchtenden Flächen zeigen eine fast verschwindende Lichtintensität im Grün im Vergleich zu Violett. Die Bildung dieser Flächen kann beim dauernden Abspielen von Nordlichter an einem Abend mittels Filteraufnahmen in Violett verfolgt werden. Auf die ersten Filteraufnahmen früh abends von Bogen und Draperien, besitzen die Aufnahmen keinen Hintergrund von kontinuierlicher Schwärzung. Mit der Zeit bekommen die Filteraufnahmen in Violett einen immer dunkler werdenden Hintergrund, welcher am Abend mit großen Ausladungen von Nordlicht, die Filteraufnahmen in Violett unbrauchbar macht. Um 23 bis 24<sup>h</sup> abends hört gewöhnlich die Bildung von Draperien und Strahlen für einige Stunden auf und zurück am Himmel stehen schwach leuchtende Flächen.

Die Höhe dieser Flächen ist nach parallaktischen Messungen in Tromsø 100 bis 110 km, d. h. dieselbe Höhe wie Bogen und Draperien. Die große Intensität im Violett dieser Nordlichter darf deshalb nicht als ein Verschiebungseffekt mit der Höhe gedeutet, sondern muß als ein Typeneffekt angesehen werden.

Zur Erklärung der Änderung der spektralen Zusammensetzung im Nordlicht. Ein Versuch zur Erklärung der Intensitätsvariationen muß sich auf die gegenwärtigen Vorstellungen über den physikalischen Zustand im Nordlichtregion stützen. Die grüne Linie 5577 Å wird gemäß der Deutung von McLennan einem verbotenen Übergang im metastabilen Sauerstoffatom zugeschrieben, das violette Leuchten wird nach Vegard\*) drei Stickstoffbanden, 4708, 4278 und 3914 Å, der ersten negativen Bandenserie des Stickstoffmoleküls ( $N_2^+$ ) zugeschrieben. Die erregende Strahlung, die als Elektronenstrahlung angenommen wird, folgt nach der mathematischen Theorie von Störmer geodätischen Kurven auf einem Kegel. Das Elektronenbündel wird beim Durchgang der Atmosphäre dauernde Absorption erleiden. Die Absorption der Elektronenbündel ist ein komplizierter Prozeß, der sich aus echter Absorption, Streuung und Geschwindigkeitsverlust zusammensetzt. Nach Becker\*\*), der den Durchgang von Elektronenbündeln durch Metallfolien mittels der elektromagnetischen Analyse untersucht hat, hat

\*) Handb. d. Exper. Phys. 25, 445.

\*\*) Ann. d. Phys. 78, 209 (1925).

das Elektronenbündel nach Geschwindigkeitsverlust beim Durchgang durch die Materie wenig an Homogenität der Geschwindigkeit verloren. Wir müssen deshalb mit einem Elektronenbündel von kontinuierlich abnehmender Geschwindigkeit und Intensität rechnen.

Die Lichterregung eines Elektronenbündels mit kontinuierlich abnehmender Geschwindigkeit ist besonders durch eine Reihe Arbeiten von Hanle untersucht\*). Die Ergebnisse seiner Untersuchungen sind in kurzem: 1. Die Anregungsfunktion, d. h. die Lichtausbeute bei konstanter Stromstärke weist mit abnehmender Geschwindigkeit ein Maximum in Lichtintensität auf. 2. Linien einer Serie zeigen ähnlichen Verlauf der Anregungsfunktion, d. h. jeder Term besitzt eine charakteristische Anregungsfunktion. 3. Linien verschiedener Serien zeigen typisch verschiedene Anregungsfunktionskurven.

Die Anregungsfunktionen der Bandenspektren von Stickstoff sind noch nicht untersucht, es ist doch kein Zweifel darüber, daß die Bandenspektren von Stickstoff Anregungsfunktionen desselben Charakters wie oben erwähnt, haben. Von der Sauerstofflinie 5577 Å darf man wegen den speziellen Anregungsbedingungen vom Druck und Zumischungen von Edelgasen, nicht von einer Anregungsfunktion in dem oben erwähnten einfachen Sinne sprechen. Die letzte Untersuchung von McLennan\*\*) zeigt indessen, daß die Intensität von 5577 Å stark mit der Stromstärke variiert, mit winziger Stromstärke im Entladungsrohr kommt die Linie 5577 Å als einzige Sauerstofflinie im Spektrum vor.

Es ist deshalb zu erwarten, daß die spektrale Zusammensetzung des Lichtes mit der Höhe variieren muß, wenn ein Elektronenbündel mit abnehmender Geschwindigkeit die Atmosphäre durchsetzt.

Neben der Wirkung der verschiedenen Form der Anregungskurven von 5577 Å und der violetten Stickstoffbanden kommt auch die Wirkung der wechselnden Zusammensetzung der Atmosphäre mit wachsender Höhe. Berechnungen über die Zusammensetzung der Atmosphäre im Nordlichtregion, die unter Voraussetzung von idealem Gleichgewicht von einer bestimmten Höhe aus, ausgeführt sind (Wegener, Jeans, Störmer), zeigen, daß die Menge von Stickstoff im Vergleich zu Sauerstoff mit der Höhe immer zunimmt. Wahrscheinlich wird dies auch eine Zunahme der Intensität der violetten Stickstoffbanden im Vergleich zu 5577 Å mit der Höhe hervorrufen.

Falls die Intensitätsvariation mit der Höhe eine wesentliche Wirkung der verschiedenen Form der Anregungsfunktionskurven ist, wäre zu erwarten, daß Filteraufnahmen im Gebiet 3800 bis 3100 Å — wo das Licht überwiegend aus Gliedern der ersten, zweiten und dritten positiven Bandenserie des Stickstoffs besteht, eine andere Intensitätsvariation mit der Höhe im Vergleich zu Grün

\*) Z. B. Zeitschr. f. Phys. **56**, 115 (1929).

\*\*) Proc. Roy. Soc. London (A) **129**, 41 (1930).

und Violett zeigen wird, da die optischen Anregungsfunktionen, und dem entsprechend auch die elektrischen Anregungsfunktionen, verschieden sind.

Für seine wertvolle Hilfe bei dem Nordlichtphotographieren darf ich Herrn cand. mag. E. Tönsberg meinen herzlichsten Dank aussprechen. Ich möchte auch Herrn Prof. J. Holtsmark und Herrn Dr. B. Trumphy an der Technischen Hochschule Trondheim für freundliches Entgegenkommen während der photometrischen Arbeit meinen besten Dank aussprechen.

Tromsö, Nordlysobservatoriet, Juli 1930.

## Untersuchungen über die Sonnenkorona

Von E. v. d. Pahlen, Astrophys. Obs. Potsdam und A. Kohlschütter, Sternwarte Bonn

(Schluß)

**Die Intensität des Magnetfeldes in der Umgebung der Sonne.** Das Ergebnis der mitgeteilten Rechnungen in bezug auf den numerischen Wert der Konstanten  $k^2$ , welche nach Formel (9) dieses Kapitels die Bedeutung

$$k^2 = \frac{eM}{mcv} \dots \dots \dots (1)$$

hat, war, daß zur Erklärung der Erscheinungen der Sonnenkorona diese Konstante einen etwa zwischen den Grenzen

$$k^2 = 3 \cdot 10^{22} \quad \text{und} \quad k^2 = 1 \cdot 10^{22}$$

(in c. g. s.-Einheiten) liegenden Wert haben muß (entsprechend den Werten  $r_0 = 0.4$  und  $r_0 = 0.6$  des Sonnenradius in der durch den jeweiligen Wert von  $k$  festgelegten Längeneinheit).

Wir wollen uns nun die Frage stellen, welche Schlüsse hieraus über die Beschaffenheit des Magnetfeldes der Sonne und die die Koronastrahlen bildenden Teilchen, sowie über die Geschwindigkeit letzterer gezogen werden können. Zur Vereinfachung der Diskussion wollen wir im nachfolgenden stets voraussetzen, daß diese Teilchen freie Elektronen sind, da die zu gewinnenden Resultate dann immer sehr leicht auch auf andere Teilchenarten — einfach und mehrfach ionisierte Ionen — umgerechnet werden können, indem der in Formel (1) auftretende Faktor  $e/mc$  noch mit dem Faktor  $N/1830 A$  multipliziert wird, wo  $A$  das Atomgewicht und  $N$  den Grad der Ionisation bedeutet. Im Falle von Elektronen ist

$$\begin{aligned} e &= 4.77 \cdot 10^{-10} \text{ cm}^{3/2} \text{ g}^{1/2} \text{ sec}^{-1}, \\ m &= 0.899 \cdot 10^{-27} \text{ g}, \\ c &= 3 \cdot 10^{10} \text{ cm sec}^{-1}, \end{aligned}$$