

# Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

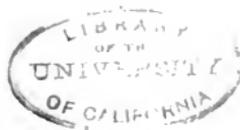
k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

---

Band XVIII. Jahrgang 1888.

---



**München**

Verlag der K. Akademie  
1889.

In Commission bei G. Franz.

Sitzung vom 1. Dezember 1888.

1. Herr E. LOMMEL macht eine Mittheilung „Ueber Phosphoro-Photographie des ultrarothem Spectrums“.

2. Herr L. RADLEOFER hält einen Vortrag „Ueber die Versetzung der Gattung Henoonia von den Sapotaecen zu den Solanaceen“.

3. Herr W. v. GÜMBEL bringt zur Vorlage eine Abhandlung des auswärtigen Mitgliedes Prof. Dr. F. v. Sandberger in Würzburg „Ueber Lithionit-Granite mit besonderer Rücksicht auf jene des Fichtelgebirges, Erzgebirges und des nördlichen Böhmens“.

4. Herr N. RÜDINGER spricht „Ueber die Bildung der Bogengänge des inneren Ohrs“.

### Phosphoro-Photographie des ultrarothem Spectrums

von E. Lommel.

(Mit Tafel V.)

(Eingelaufen 1. Dezember.)

Wird ein Spectrum auf der Oberfläche einer vorher zu schwachem Leuchten gebrachten phosphorescirenden Substanz, z. B. auf einem mit Balmain'scher Leuchtfarbe bestrichenen Schirm, aufgefangen, so wirken bekanntlich die verschiedenen Partien des Spectrums in sehr verschiedener

Weise auf die Substanz ein. Ein Theil der blauen und violetten, sowie ein Theil der ultravioletten Strahlen regen die Substanz zu erhöhtem Selbstleuchten an, die übrigen dagegen löschen das bereits vorhandene Phosphorescenzlicht mehr oder weniger aus, nachdem sie dasselbe zuerst zu hel-  
lerem Aufleuchten angefacht hatten.

Nach der Einwirkung erblickt man daher auf der phosphorescirenden Fläche ein eigenthümliches Bild, eine „Phosphorographie“, des Spectrums, welches an den von den erregenden Strahlen getroffenen Stellen heller, an den Stellen aber, auf welche die auslöschenden Strahlen wirkten, dunkler ist als der schwachleuchtende Grund.

Bei der genannten Substanz beginnt die Auslöschung, wenn wir von dem brechbareren Ende des Spectrums gegen das weniger brechbare vorschreiten, schon im Blau bei  $F\frac{1}{3}G$ , bewirkt im Gelb ein erstes Maximum der Dunkelheit, ein zweites zu beiden Seiten der Linie  $A$ , endlich ein drittes und dunkelstes im Ultraroth zwischen den Wellenlängen 861 bis 942  $\mu$ . Zwischen diesen beiden letzteren Maximis, welche als breite dunkle Streifen sich darstellen, findet nur eine sehr geringe auslöschende Wirkung statt; die beiden dunklen Streifen erscheinen daher durch einen hellgebliebenen Zwischenraum von einander getrennt, das von Draper sogenannte „helle Rechteck (bright rectangle)“.

Sehr bemerkenswerth ist, dass auch eine schmale Partie im Ultraviolett unmittelbar hinter der Linie  $H$  auslöschende Wirkung übt (Maximum der Dunkelheit bei  $\lambda = 390 \mu$ ), die noch brechbareren ultravioletten Strahlen von  $\lambda = 375$  bis  $\lambda = 345$  aber wieder lichterregend wirken, jedoch ein mehr grünliches Phosphorescenzlicht erzeugen, als die blauen und violetten Strahlen.

Sind in dem Spectrum, welches man auf der schwachphosphorescirenden Fläche entwirft, Lücken vorhanden, wie die Fraunhofer'schen Linien im Sonnenspectrum, so müssten sich

dieselben in dem hellen Theile der Phosphorographie, d. h. in dem Gebiete der erregenden Strahlen, dunkel auf hellem Grunde, in dem dunklen Theile aber, d. i. im Gebiete der auslöschenden Strahlen, hell auf dunklem Grunde abbilden.

Mit dem Auge sind diese Linien in dem lichtschwachen phosphorographischen Bilde nur schwer wahrzunehmen, und nur dann, wenn das Auge durch längeres Verweilen im Dunkeln empfindlich genug geworden ist.

Da aber das bläuliche Licht der phosphorescirenden Fläche reich ist an photographisch wirksamen Strahlen, so lässt sich das phosphorographische Spectrum einfach dadurch photographiren, dass man eine lichtempfindliche Trockenplatte (Bromsilbergelatine) auf die phosphorescirende Fläche legt. Die photographische Platte ist weit empfindlicher, als das Auge; sie erfasst und fixirt sofort alle Einzelheiten des phosphorographischen Bildes.

Diese Methode, das phosphorographische Spectrum zu photographiren, wurde bereits von Draper<sup>1)</sup> angewendet. Draper gibt jedoch an, dass eine Phosphorographie, und demnach auch ihr photographisches Bild, niemals scharf erscheinen, und keine feineren Linien zeigen kann, und zwar aus folgendem Grunde. Das von der Substanz ausgestrahlte blaue Phosphoreszenzlicht ist selbst wieder fähig, die nämliche Substanz zum Leuchten anzuregen. Deckt man z. B. auf eine phosphorescirende Platte eine andere noch nicht erregte, so wird auch diese leuchtend. Auf einer und derselben phosphorescirenden Platte breitet sich daher die Lichtwirkung seitlich aus, und greift von den durch directe Strahlung leuchtend gewordenen Theilchen auch auf benachbarte Theilchen über, welche von erregenden Strahlen gar nicht getroffen wurden. In dem phosphorographischen Spectrum werden daher die dunklen Linien, welche auf dem hellen

1) Draper, *Philos. Mag.* (5) XI. 160. 1881.

Grunde erscheinen sollten, durch diese seitliche Wirkung der benachbarten leuchtenden Theilchen wieder zum Leuchten gebracht und sonach mehr oder weniger verwischt.

Dies gilt jedoch, wie ich gefunden habe, nur für das Gebiet der erregenden Strahlen, wo die Linien dunkel auf hellem Grunde erscheinen würden, nicht aber für das Gebiet der auslöschenden Strahlen. Die auslöschende Wirkung greift nämlich nicht nach seitwärts über, und die seitliche Ausbreitung der auf dunklem Grunde stehen gebliebenen hellen Linien wird durch die auslöschende Wirkung, welcher die Nachbartheilchen ausgesetzt sind, hinreichend im Schach gehalten.

Diese Beobachtung, welche ich insbesondere hinsichtlich der Linie *A* schon früher gemacht hatte<sup>1)</sup>, liess erwarten, dass man auf dem Wege der „Phosphoro-Photographie“ wenigstens im Auslöschungsgebiet, welches den weitaus grössten Theil des Spectrums einnimmt, und besonders im Ultraroth, dennoch scharfe Bilder der Fraunhofer'schen Linien erhalten könne.

Ich veranlasste daher einen meiner Schüler, Herrn L. Fomm, nach Draper's Methode das phosphorographische Bild des Spectrums zu photographiren. Die grösste Schwierigkeit bot die Herstellung möglichst ebener phosphorescirender Flächen. Herr Fomm hat diese Aufgabe mit grossem Geschick gelöst.

Der Erfolg entsprach jener Erwartung. Das hellleuchtende Gebiet der erregenden blauen und violetten Strahlen erscheint auf der photographischen Platte sehr dunkel, ohne scharfe Linien, das Auslöschungsgebiet dagegen hell mit den Fraunhofer'schen Linien, von  $F \frac{1}{3} G$  abwärts bis ins Ultraroth, wo jedoch der für Auslöschung fast unempfindliche Zwischenraum, das helle Rechteck Dra-

1) Lommel, Wied. Ann. XX. 847. Taf. VII. Fig. 18. 1883.

per's, als ein breiter dunkler Streifen sich geltend macht. Die Eigenthümlichkeit der Substanz, für Strahlen dieser besonderen Brechbarkeit fast unempfindlich zu sein, erschwert die Abbildung von Linien, welche diesem speciellen Gebiete angehören. Der Umstand jedoch, dass auch in dieser dunkeln Region einige noch dunklere Linien wahrgenommen werden, beweist, dass auch hier noch auslöschende Wirkung, wenn auch in sehr geringem Grade, vorhanden ist.

Von den zahlreichen Aufnahmen des prismatischen Spectrums, welche gemacht wurden, sind auf der beigegebenen Tafel zwei in Photographiedruck unmittelbar nach den Originalplatten reproducirt. Das Spectrum Fig. 1 wurde mit einem Prisma aus Thalliumglas, dasjenige Fig. 2 mit einem Flintprisma erhalten. Ersteres erstreckt sich vom Ultraroth bis über die Linie *D*, letzteres bis über die Linie *b* hinaus.

Um die Linien im Ultraroth, welche theils in dem dunklen Gebiet, das in der Phosphorographie dem hellen Rechteck entspricht, theils in dem hellen Theil, wo das Hauptmaximum der Auslöschung liegt, sich zeigen, mit den vorhandenen Zeichnungen des ultrarothem Spectrums, insbesondere mit denjenigen Becquerel's<sup>1)</sup> und Abney's<sup>2)</sup>, vergleichen zu können, wurde folgendes Verfahren eingeschlagen. Da die Brechungscoefficienten des Prismas für die sichtbaren Fraunhofer'schen Linien bekannt waren, konnten diejenigen im Ultraroth unter der Voraussetzung, dass die Abstände der Linien im Spectrum (das Prisma war bei der Aufnahme für die Linie *A* auf das Minimum der Ablenkung eingestellt) den Differenzen ihrer Brechungscoefficienten proportional sind, leicht berechnet werden.

---

1) Becquerel, Ann. chim. phys. (5) XXX. p. 5. 1883.

2) Abney, Philos. Transact. Vol. 171. p. 653. 1880. Vol. 177. p. 467. 1887.

Nun haben Herr Wüllner<sup>1)</sup> und ich<sup>2)</sup> gezeigt, dass die Dispersionsformel

$$n^2 - 1 = \frac{a + b\lambda^2}{1 - \frac{\lambda_0^2}{\lambda^2}}$$

ihre für die sichtbaren Strahlen schon früher erprobte Giltigkeit auch im Ultraroth bewahrt, so dass aus ihr nicht nur für jede gegebene Wellenlänge der zugehörige Brechungscoefficient, sondern auch, wenn die Brechungscoefficienten bekannt sind, die zugehörigen Wellenlängen ermittelt werden können.

So ergaben sich für die mit den entsprechenden Buchstaben (Fig. 1) bezeichneten Stellen im ultrarothem Spectrum die folgenden Wellenlängen:

<i>A</i>	760	$\pi$	901—910
<i>X</i> <sub>2</sub>	857	$\rho$	912—927
<i>X</i> <sub>3</sub>	869	$\sigma$	937—950.

Können diese Zahlen in Anbetracht ihrer indirecten Herleitung einen Anspruch auf grosse Genauigkeit nicht erheben, so genügen sie doch, um die in unserem Spectrum vorkommenden Linien und Liniengruppen mit denjenigen, welche Abney in seinen nach directer Photographie mittels Bromsilberemulsion angefertigten Zeichnungen des ultrarothem Spectrum mit den gleichen Buchstaben bezeichnet hat, als identisch erkennen zu lassen. Bei Abney finden wir nämlich:

<i>A</i>	760	$\pi$	905
<i>X</i> <sub>2</sub>	854,2	$\rho$	930
<i>X</i> <sub>3</sub>	866,1	$\sigma$	950

Auch im allgemeinen Aussehen stimmt unser ultrarothes Spectrum sehr gut überein mit der Zeichnung, welche Ab-

1) Wüllner, Sitzungsber. d. k. bayer. Ak. d. Wiss. XIV. p. 245. Wied. Ann. XXIII. p. 306. 1884.

2) Lommel, Sitzungsber. d. k. bayer. Ak. d. Wiss. XVI. p. 283. 1886. Wied. Ann. XXX. p. 473. 1887.

ney von dem prismatischen Spectrum gibt. Die Linien  $X_2$  und  $X_3$  sind wie in der Abney'schen Zeichnung Einzel-  
linien; auch die von Abney mit  $Z$  bezeichneten Linien  
finden sich auf einigen Platten (Fig. 2) innerhalb des dunk-  
len Raumes angedeutet. Die Linien  $\pi$ ,  $\rho$ ,  $\sigma$  erscheinen wie  
bei Abney als Liniengruppen, zu deren Auflösung stärkere  
Dispersion nöthig wäre. Dagegen gelang es mir nicht, unser  
Spectrum mit der Zeichnung, welche Becquerel nach  
einer Phosphorographie auf hexagonaler Blende (künstlich  
dargestelltem Wurtzit) entwarf, in vollen Einklang zu bringen.  
Für Linien, welche dem Aussehen und der Gruppierung nach  
mit den unsrigen etwa übereinstimmen würden, findet man  
bei Becquerel ganz andere Wellenlängen angegeben.

Ueber die Wellenlänge 950 reicht unser Spectralbild  
nicht hinaus, weil, wie es scheint, die Balmain'sche Leucht-  
farbe für Strahlen grösserer Wellenlänge nicht hinreichend  
empfindlich ist. Es findet sich eben in demselben nicht nur  
die Beschaffenheit der Sonnenstrahlung, sondern daneben auch  
das merkwürdige optische Verhalten der benutzten phosphor-  
escirenden Substanz ausgeprägt.

Lassen sich die beigegebenen Spectralbilder des weniger  
brechbaren und insbesondere des ultrarothern Spektrums, was  
die Ausdehnung und die Fülle der Linien betrifft, den  
grossen Abney'schen Tafeln, welche das Gitterspectrum  
wiedergeben, auch nicht an die Seite stellen, so dürfen sie  
doch als die ersten bezeichnet werden, in welchen der Ha-  
bitus des ultrarothern Spektrums, ohne Dazwischenkunft der  
Hand eines Zeichners, gleichsam in Naturselbstdruck ver-  
öffentlicht wird.

Die Versuche, nach dieser Methode das ultrarother  
Spectrum zu photographiren, insbesondere auch das Gitter-  
spectrum, werden im physikalischen Institut der Universität  
fortgesetzt.

Fig. 1

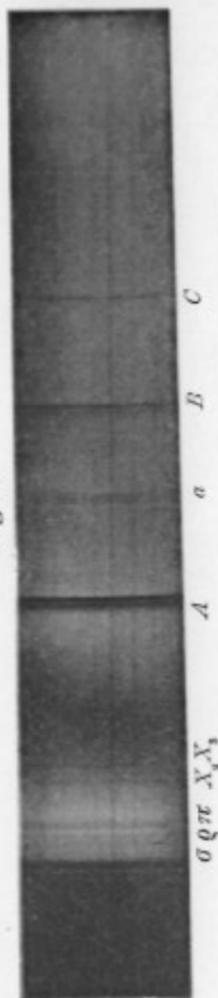


Fig. 2

