

**7. Über die Zeemaneffekte der Wasserstofflinie H_α
in schwachen Magnetfeldern;
von Peter Erochin.**

Die nachstehend beschriebenen Beobachtungen wurden im Sommer 1912 im Physikalischen Institut der Universität Göttingen unter Leitung des Hrn. Geheimrat Prof. Voigt ausgeführt; die Bearbeitung der Resultate ist aber durch Erkrankung verzögert worden. Auch jetzt gebe ich nur einen Ausschnitt aus den Ergebnissen.

1. Hilfsmittel der Beobachtung.

Ich benutzte bei meinen Beobachtungen eine gewöhnliche Geisslerröhre von 16 cm Gesamtlänge mit einer Kapillaren von 7 cm Länge und mit Aluminiumelektroden. Die Röhre wurde in das Innere des Elektromagneten, den Kraftlinien parallel eingeschaltet. Der Elektromagnet war von geschlossenem Typus mit einer doppelten Brücke, deren Zweige nebeneinander lagen, und die den magnetischen Widerstand zu einem Minimum abschwächte.

Um ein scharfes und lichtstarkes Spektrum zu bekommen, wandte ich nach einigen Versuchen die Methode von Rümelin¹⁾ an, die mir sehr gute Resultate gab.

Der Wasserstoff wurde elektrolytisch aus Kalilauge entwickelt und in einem Vorratsgefäß über P_2O_5 getrocknet, dann kam er durch eine Reihe Kapillarröhren und endlich in die Geisslerröhre, von wo aus er stetig mit der Gaedekapselpumpe ausgepumpt wurde (Fig. 1).

Der Durchmesser der Kapillarröhren wurde so gewählt, daß der Druck in der Geisslerröhre beständig 1,75 mm war.

1) G. Rümelin, Physik. Zeitschr. 11. p. 908. 1910.

Nach einigen Stunden des Auswaschens mit dem Gase wurde das Spektrum des Wasserstoffs sehr scharf und rein.

Zur Erregung der Geissleröhre benutzte ich ein kleines Induktorium von 1,5 cm Funkenlänge. Durch die Primärspule ließ ich einen Wechselstrom von einem Gleich-Wechselstrom-Umformer fließen, der mit einem Strom von 0,35 Amp. Stärke und 220 Volt Spannung betrieben wurde.

Die Geissleröhre leuchtete außerordentlich intensiv, ohne daß sich Kapillare und Elektroden stark erwärmten.

Für die Untersuchung der Linienstruktur benutzte ich eine Lummerplatte 4,92 mm dick und mit dem Brechungsindex in Hartmanns Darstellung¹⁾

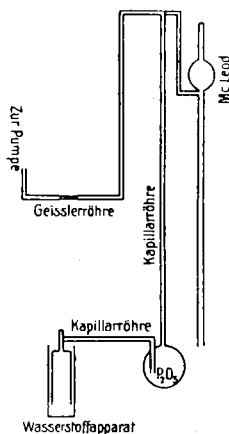


Fig. 1.

$$n = 1,50082 + \frac{77.7}{\lambda - 1696,1}.$$

Die Berechnung des Abstandes zweier Linien oder Komponenten geschah nach der Formel²⁾

$$d\lambda = \frac{\lambda^2 \sqrt{n^2 - 1}}{2D \left(n^2 - 1 - n\lambda \frac{dn}{d\lambda} \right)} \frac{d\theta'}{d\theta},$$

wo λ die Wellenlänge, $d\lambda$ der gesuchte Abstand, D die Dicke der Platte, n ihr Brechungsindex, $d\theta$ die Winkeldifferenz zweier Ordnungen, $d\theta'$ die Winkeldifferenz der beiden Linien bzw. der Komponente und der Hauptlinie ist. Aber da mit wachsendem Einfallswinkel die Abstände zweier Ordnungen wachsen, so darf man für $d\theta'$ und $d\theta$ nicht direkt die auf der Teilmaschine gemessenen Entfernungen in die Formel einsetzen, sondern muß graphisch interpolieren, oder aber die Mittelwerte zweier entsprechenden Abstände nehmen.³⁾

1) J. Hartmann, *Astrophys. Journ.* 8. p. 218—222, 1898.

2) O. v. Baeyer, *Verh. d. Deutsch. Physik. Ges.* 10. p. 733—740. 1908; *Physik. Zeitschr.* 9. p. 831—834. 1908.

3) O. v. Baeyer, *Verh. d. Deutsch. Physik. Ges.* 10. p. 357—365. 1908.

Das Auflösungsvermögen der Platte für H_α war 340000. Für photographische Aufnahmen von H_α wurde die Spektralplatte von Wratten und Wainwright „panchromatic A“ verwendet. Die Expositionszeit betrug der Regel nach 1 Min.

Die Aufnahmen wurden photometrisch mit dem Mikrophotometer von Hartmann¹⁾ untersucht und dann die Intensitätskurve gezeichnet.

Die Messungen mit Hilfe des Mikrophotometers gaben für den Abstand der Komponenten der H_α -Linie 0,130 Å.-E.; die Messungen auf der Teilmaschine gaben 0,144 Å.-E. Das letzte Resultat wird dadurch erklärt, daß bei derartigen Objekten der Faden des Meßmikroskopes auf den Schwerpunkt der Linie eingestellt wird und nicht auf das Intensitätsmaximum.²⁾ Das Verhältnis der Intensitäten der Komponenten mit größerer und mit kleinerer Wellenlänge fand ich 14:9. Alle derartigen Werte haben keine absolute Bedeutung, da sie etwas von der inneren Absorption der Lichtquelle beeinflußt sind.

Um die Linien recht scharf zu erhalten, erwies es sich nützlich, mit der Wasserstoffröhre noch eine zweite Geissler-röhre, mit Luft von 0,5 mm Druck gefüllt, in Serie geschaltet zu betreiben. Die Linien wurden auf diese Weise viel schärfer als ohne die zweite Röhre, aber die nötige Expositionszeit wurde dreimal so lang. Fig. 2 stellt das Resultat der Ausmessung einer solchen Linie dar.

Die besten Resultate gab die Hintereinanderschaltung zweier Leidener Flaschen von 40 cm Höhe und einer geringen Selbstinduktion von etwa 0,0045 Henry. Die Linien waren hier fast vollständig getrennt, wie die Kurve Fig. 3 zeigt. Aber die Expositionszeit war jetzt zu lang, etwa 20 Min., was eine Fehlerquelle darstellte, so daß ich diese Methode aufgeben mußte und nur die vorhergehend beschriebene benutzte.

Zum Zweck der Messung von Zeemaneffekten wurden stets auf ein und derselben Platte zwei Spektren übereinander photographiert, das eine im Magnetfeld, das andere feldlos. In den

1) J. Hartmann, Zeitschr. f. Instrumentenk. 19. p. 97. 1899.

2) O. v. Baeyer u. E. Gehrcke, Verh. d. Deutsch. Physik. Ges. 10. p. 426. 1908.

Weg der Strahlen war ein Nicol gestellt, so daß die s - und die p -Komponenten getrennt photographiert wurden.

Die Feldstärke wurde mit Hilfe einer Wismutspirale gemessen, was für meine Zwecke genügende Genauigkeit bot. Diese Arbeit führte für mich Hr. R. Richter aus, dem ich dafür hier herzlichen Dank ausspreche.

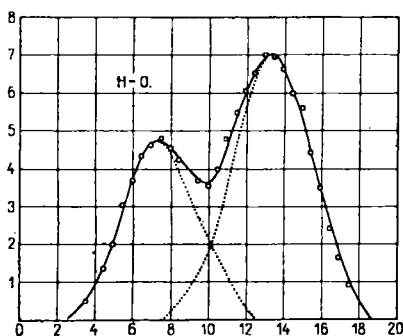


Fig. 2.

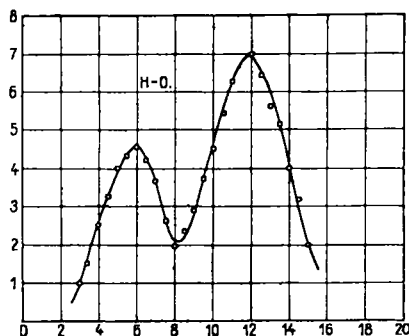


Fig. 3.

2. Zeemaneffekt der p -Komponenten.

Die Behandlung der p -Komponenten war deshalb bei weitem einfacher als die der s -Komponenten, weil nicht nur die bezügliche Erscheinung die einfachere ist, sondern und hauptsächlich, weil hier ein Übereinandergreifen der verschiedenen Ordnungen nicht eintrat.

Der Zeemaneffekt nimmt bei der besonders untersuchten Linie H_α den Verlauf, daß sich die Konstituenten des Duplets mit wachsender Feldstärke einander nähern und schon bei den höchsten mir erreichbaren Feldern merklich in eine einzige Linie zusammenfließen, die allerdings hier noch beträchtlich breiter ist als jede der einzelnen Konstituenten. Figg. 4 bis 7 geben einige der photometrisch gewonnenen Kurven, die am besten gelungen sind. Bei ihrer Vergleichung hat man zu bedenken, daß die Absolutwerte der Schwärzungen von dem zufälligen Zustand der Geisslerröhre abhängen. Das Photogramm Nr. 1 gibt eine Anschauung von dem direkten Aussehen der Aufnahmen. Wie schon oft bemerkt, ist das Auge

sehr wenig fähig, den wirklichen Intensitätsverlauf innerhalb des Negativs einer Spektrallinie zu beurteilen.

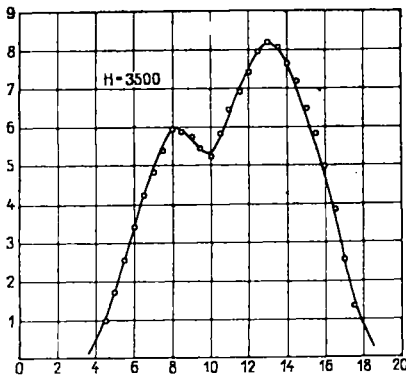


Fig. 4.

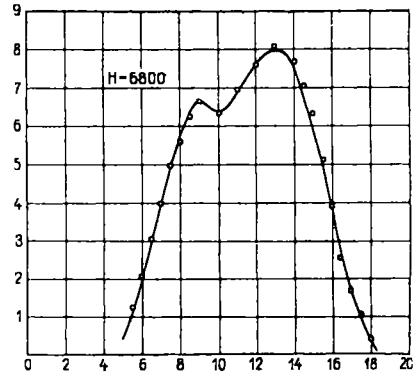


Fig. 5.

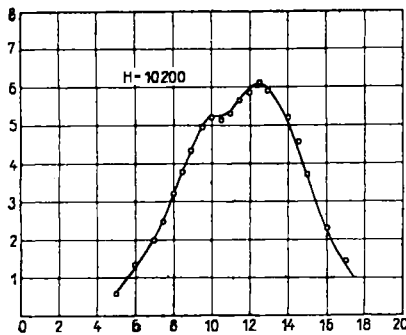


Fig. 6.

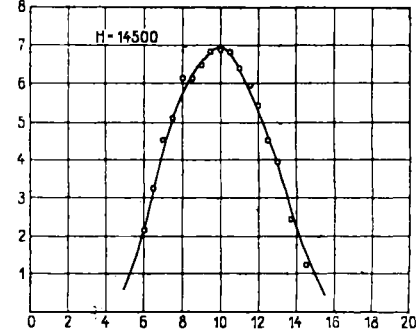


Fig. 7.

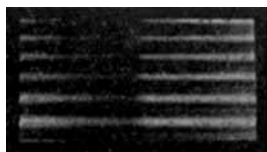
Soweit die Messungen einen Schluß gestatten, scheint die *Bewegung* der Konstituenten zueinander hier anfänglich mit dem Quadrat der Feldstärke proportional zu sein. Nachstehende Zahlen geben hierüber Aufschluß:

H	3500	5050	6800	8400
$\delta \lambda$	0,007	0,025	0,025	0,036 Å.-E.
$\frac{\delta \lambda}{H^2} 10^{10}$	5,71	5,87	5,23	5,10

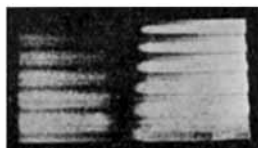
Die Abnahme von $\delta \lambda / H^2$ mit wachsendem H entspricht dem schließlichen Zusammenfließen der Konstituenten.

3. Zeemaneffekt der s -Komponenten.

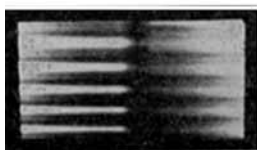
Bei wachsender Feldstärke war anfangs nur eine Verbreiterung (Photogramm Nr. 2) der Konstituenten zu bemerken, die bald miteinander verschwammen. Von etwa 5000 Gauss ab lassen die Intensitätskurven auf die beginnende Umwandlung in ein Triplet schließen, dessen nach Rot gelegene Außenkomponente (entsprechend dem Verhalten der auf dieser Seite liegenden Konstituenten) die größere Stärke besitzt. Dies Triplet entsteht durch Zerlegung jeder Konstituente in ein Duplet und Zusammenrücken der beiden inneren Komponenten. Von etwa 5000 Gauss an läßt die direkte Beobachtung der Photogramme das gleiche erkennen. Die Mittelkomponente überwiegt zunächst an Stärke weit die äußeren, aber die rote Außenkomponente



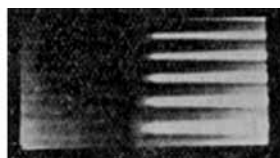
Photogramm Nr. 1.



Photogramm Nr. 2.



Photogramm Nr. 3.



Photogramm Nr. 4.

überwiegt hier nur noch wenig die violette. Das Photogramm Nr. 3 gibt von diesem Zustand eine Anschauung.

Bei etwa 9000 Gauss beginnen die Außenkomponenten der benachbarten Ordnungen zusammenzufießen. Sie geben zusammen hier etwas geringere Stärke, als sie die Mittelkomponente zeigt. Bei etwa 11000 Gauss (Photogramm Nr. 4) übertreffen die zusammengefloßenen Seitenkomponenten merk-

lich die stark abgeblaßte Mittelkomponente. Letztere ist nicht unbeträchtlich aus der Mitte der Konstituenten nach Violett hin verschoben — eine Bewegung, die sich schon auf dem vorigen Photogramm andeutet und die, trotz einiger Unsicherheit der Bestimmung absoluter Verschiebungen, daher wohl als reell zu betrachten ist. Aber die Beobachtungen der Herren Paschen und Back lassen es als möglich erscheinen, daß bei sehr starken Feldern die Mittellinie mit noch weiter abnehmender Stärke in die geometrische Mitte der feldlosen Konstituenten zurückkehrt.

Charkow, im Februar 1913.

(Eingegangen 3. April 1913.)
