10. *Bemerkungen zur Arbeit des Hrn. K. Wolff;
von F. Paschen.*

Die vorstehende Arbeit des Hrn. K. Wolff, welche durch die hochherzige Stiftung der wertvollen Fluorit-Vakuumpapparate von seiten der Frau Kommerzienrat Hauswaldt ermöglicht wurde, erbringt den Nachweis, daß die früher von mir berechneten¹⁾ Serien existieren. Ihre Linien sind die einzigen starken, welche die Bogenspektren der Elemente Zn, Cd, Hg im Schumanngebiete besitzen. Dadurch ist für diese Spektren das vollständige System der Serien einfacher Linien unzweifelhaft festgestellt. Es enthält Serien ganz analog denen, welche für Dublets und Triplets bekannt sind: nämlich erstens die Kombination $mP - nS$, von der zwei Hauptserien $n = 1,5$ und $n = 2,5$ und eine II. Nebenserie $m = 2$ verfolgt sind, zweitens die Kombination $2P - mD$ vertreten durch je eine kräftige I. Nebenserie, drittens die Bergmannserie $3D - m\Delta p$. Es ist danach zweifellos, daß das allgemeine Serienschema eines Elementes außer den Seriensystemen von Dublets und Triplets noch ein analoges ganz einfacher Linien umfaßt. Auch für Magnesium habe ich zusammen mit Hrn. Lorensen das analoge System einfacher Linien gefunden, dessen I. Nebenserie durch die lange bekannte Rydbergsche Serie gebildet wird, und dessen Grundlinie $2P - 1,5 S$ die starke Linie 2852 ist. Hr. Lorensen wird dies und die Anfänge der Seriensysteme von Ca, Sr, Ba, welche er gefunden hat, veröffentlichen. Auch hier, wie bei den Serien einfacher Linien von Zn und Cd rührt der Anfang der richtigen Ordnung von F. A. Saunders her.

Sämtliche Linien dieser Serien, welche auf Zeemaneffekt untersucht sind, geben exakt normale Zeemantriplets und es scheint, daß dieses normale Triplet in diesen Spektren nur bei den Linien dieser Serien auftritt. Die Elektronenschwingungen,

1) F. Paschen, Ann. d. Phys. 30. p. 746. 1909; 35. p. 860. 1911 (Arbeit II); 40. p. 602. 1913 (letzte „Erläuterungen“).

welche einem vollständigen Serienspektrum entsprechen, sind demnach im Sinne Sommerfelds¹⁾ dreierlei Art: Erstens solche, für die das Medium ein isotropes ist, zweitens solche, die zwei verschiedenen Direktionskräften unterliegen und Dublets geben, drittens solche mit drei verschiedenen Direktionskräften, dem Triplet entsprechend. Soweit die Serienspektren bekannt sind, sind die Fälle der Anisotropie hiermit erschöpft. Man kann sich die Anisotropie daher als eine Art räumlicher Kristallstruktur des Atoms vorstellen mit höchstens drei nach verschiedenen Richtungen vorhandenen verschiedenen Direktionskräften des schwingenden Elektrons.

Im einzelnen beweist die Arbeit Wolffs folgendes:

Die Existenz der berechneten Hauptserie $1,5 S - mP$ macht zur Gewißheit, daß die Grundlinie $1,5 S - 2 P$ gebildet wird durch die Linien 2138,7 Zn, 2288,1 Cd, 1849,0 Hg.

Die Existenz der Kombinationsserie $1,5 S - m p_2$ folgt hieraus nach meinen „Erläuterungen“ mit Notwendigkeit. Ihre Grundlinien $1,5 S - 2 p_2$ sind 3076,0 Zn, 3261,2 Cd, 2536,7 Hg.

Bei den Spektren von Zn und Cd war früher nichts zweifelhaft geblieben. Dagegen mußte ich bei Quecksilber zweifelhaft lassen erstens das Glied $2,5 s - 3 p_i$ der Triplet-hauptserie, zweitens die Glieder $2,5 S - 3 P$ und $2,5 S - 4 P$ der von mir gefundenen und folgeweise auch die Glieder $1,5 S - 3 P$ und $1,5 S - 4 P$ der berechneten Hauptserie.

In bezug auf den ersten Punkt folgt aus der Existenz der Linie 1435,64, welche als Kombination $1,5 S - 3 p_2$ berechnet war, daß das Glied $2,5 s - 3 p_2$ durch die Linie 13674,3 Å.-E. gebildet wird, und daß daher das Triplet 11288,16, 13674,32, 13952,01 entgegen der Serienrechnung das zweite Glied $2,5 s - 3 p_i$ der Triplethauptserie ist. Dies habe ich aus anderen Gründen schon vermutet (Arbeit II).

Ebenso beweist die Existenz der starken Hauptserienlinie $1,5 S - 3 P$ 1402,72, daß die von mir vermutungsweise dafür angegebene Linie 13571,90 tatsächlich das Glied $2,5 S - 3 P$ ist. Es besitzt also auch die Hauptserie einfacher Linien hier eine Diskontinuität in dem früher (Arbeit II) erörterten Sinne. Das ebenfalls fragliche Glied $2,5 S - 4 P$ dieser Serie wird hiernach wahrscheinlich durch die mit einem Fragezeichen an-

1) A. Sommerfeld, Ann. d. Phys. 40. p. 748. 1913.

gegebene Linie 6716,7 gebildet, deren korrespondierendes Glied $1,5 S - 4 P$ die Linie 1268,9 sein würde. Daß Hr. Wolff diese nicht mehr gefunden hat, kann an mangelnder Empfindlichkeit des Apparates in dieser Gegend und auch an starkem Intensitätsabfall in der Serie liegen, der durch die in seiner Lichtquelle mögliche stärkere Selbstumkehrung begünstigt sein kann.

Die Genauigkeit der berechneten Wellenlängen $1,5 S - m P$ oder $1,5 S - m p_2$ ist hauptsächlich bedingt durch den Fehler des Terms $1,5 S$. Dieser ist abgeleitet

	für Zn	Cd	Hg
aus der Wellenlänge	2138,67	2288,10	2536,72.

Ein Fehler dieser Zahlen würde einen halb so großen Fehler in sämtlichen berechneten Linien veranlassen. Z. B. ergibt sich für Zn aus 2138,67 (nach Exner und Hascheck) für $1,5 S - 3 P$ die Wellenlänge 1589,64, dagegen aus 2138,3 (nach Ames) 1589,43.

Die Terme $m P$, welche aus den beobachteten Linien der Serie $2,5 S - m P$ gewonnen sind, würden selbst bei großen Fehlern die Genauigkeit nicht gefährden. Z. B. ist der Term $3 P$ für Zn aus der Linie 14039,5 Å.-E. berechnet zu 12852,8. Die um 1 Å.-E. kleinere Wellenlänge 14038,5 Å.-E. würde ergeben $3 P = 12852,3$. Daraus würde folgen für $1,5 S - 3 P$ $\lambda = 1589,63$ statt 1589,64. Da die oben angeführten Wellenlängen der Zn-, Cd-, Hg-Linien in Rowlands Skala bis auf 0,04 Å.-E. sicher sein dürften, darf man alle von mir berechneten Wellenlängen im Schumanngebiete als bis auf 0,02 Å.-E. genau ansehen. Sie sind daher bis jetzt die besten Wellenlängennormalen des Schumanngebietes. Es liegt im Wesen des Kombinationsprinzips, daß man bei der Berechnung kurzer Wellenlängen aus langen eine erhebliche Steigerung der Genauigkeit der Wellenlängen gewinnt.

Anm. bei der Korrektur: Die Bestätigung, welche meine Serienordnung, speziell der Hg-Linien 2536 und 1849 durch Wolffs Arbeit erfahren hat, erübrigt wohl ein weiteres Eingehen auf erneut vorgebrachte Einwände des Hrn. Stark¹⁾ gegen diese Ordnung.

1) J. Stark, Ann. d. Phys. 42. p. 238. 1913.

(Eingegangen 29. Juli 1913.)