

Bemerkungen über die Struktur der Quecksilberresonanzlinie 2537 Å

Autor(en): **Mrozowski, S.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Helvetica Physica Acta**

Band (Jahr): **9 (1936)**

Heft I

PDF erstellt am: **09.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-110616>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Bemerkungen über die Struktur der Quecksilberresonanzlinie 2537 Å

von S. Mrozowski.

(10. XII. 35.)

Zusammenfassung: Es werden die verschiedenen Methoden der Messung der Intensitätsverhältnisse der Hyperfeinstrukturkomponenten in der 2537 Å-Hg-Linie kritisch besprochen und es wird gezeigt, dass die INGLIS'sche Korrektur des Schemas dieser Linie unzutreffend ist.

Im Zusammenhang mit einigen sehr interessanten Arbeiten, die im Züricher Institut ausgeführt und in dieser Zeitschrift veröffentlicht wurden, möchte der Verfasser einige Bemerkungen machen, die die von ihm vor einigen Jahren untersuchten Fragen betreffen. Es wurde von mir im Jahre 1931 ein Schema der Struktur der Quecksilberresonanzlinie angegeben ($\overline{\text{II}}$)¹⁾, das durch etwas spätere Untersuchungen von MURAKAWA und SCHÜLER und KEYSTON (s. $\overline{\text{III}}$) bestätigt wurde. Da dieses Schema in dieser Zeitschrift schon mehrmals in den Arbeiten von ŽVIRONAS²⁾ angegeben wurde (meistenteils in der für SCHÜLER und KEYSTON üblichen Zeichenart), werden wir im folgenden die betreffende Bezeichnungsweise beibehalten. Die relativ einfache Struktur der Resonanzlinie stammt von zufälligen Überlagerungen, die die Zahl der beobachtbaren Komponenten von 9 auf 5 vermindern. Wenn die Leuchtdauern für verschiedene Isotopen gleich wären (was aus theoretischen Gründen zu erwarten ist), so müssten die Intensitäten der 5 Komponenten den Konzentrationen der entsprechenden Isotopenarten proportional sein. Die Messung der Intensitätsverhältnisse der Hyperfeinstrukturkomponenten ist aber ein recht schwieriges Problem, das, wie wir im weiteren zeigen werden, noch nicht genügend gelöst ist, um etwas über die eventuelle Realität der von mir gefundenen kleinen Leuchtdauerdifferenzen ($\overline{\text{I}}$ und $\overline{\text{IV}}$) aussagen zu können.

¹⁾ S. MROZOWSKI, Bull. Acad. Pol., November-Dezember, 464, 1930; ebenda Juni, 489, 1931; Z. f. Phys. **78**, 826, 1932, ebenda **78**, 844, 1932. Diese Arbeiten werden weiter im Text mit $\overline{\text{I}}$, $\overline{\text{II}}$, $\overline{\text{III}}$ und $\overline{\text{IV}}$ bezeichnet.

²⁾ A. ŽVIRONAS, Helv. Phys. Acta **6**, 273, 1933, ebenda **7**, 224, 1934 und ebenda **7**, 684, 1934.

SCHRAMMEN¹⁾ hat zum ersten Mal die Intensitätsverhältnisse der Komponenten bestimmt, indem sie das Licht eines Quecksilberbogens mittels einer Lummerplatte analysiert hat. Da ihre Intensitätsmessungen durch Reabsorption stark gefälscht sind und da ich einen ausserordentlich stark gekühlten Quecksilberbogen vor einiger Zeit konstruiert habe²⁾, versuchte ich die diesbezüglichen Versuche zu wiederholen. Das Licht des Bogens wurde mittels einer Linse in ein angenähert paralleles Bündel verwandelt, um nach Passieren zweier Glanschen Prismen mittels einer Lummerplatte und eines Quarzmonochromators analysiert zu werden.

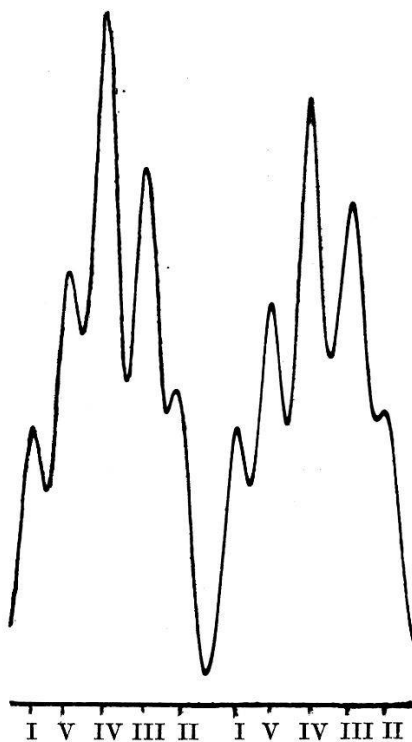


Fig. 1.

Es wurden nach dem in \bar{I} angegebenen Verfahren nebeneinanderliegende Aufnahmen der 2537 Å-Linie bei verschiedenen Stellungen des dem Bogen näher gelegenen GLAN'schen Prismas (das abwechselnd nach rechts und links gedreht wurde) erhalten. Die gewählten Drehungswinkel waren $25^{\circ} 40'$, $36^{\circ} 00'$, $47^{\circ} 40'$, also gerade diejenigen, die den Konzentrationsverhältnissen proportionale Abschwächungen ergeben, so dass die Schwärzung der IV Komponente in diesen drei Fällen denjenigen der Komponenten III, V und I im Fall der Nullstellung gleich sein müsste. Dann wurden die Aufnahmen bei unscharfer Einstellung des Mikroskops und Beachtung der Gleichmässigkeit der Beleuchtung des Negativs

¹⁾ A. SCHRAMMEN, Ann. der Phys. **83**, 1161, 1927.

²⁾ S. MROZOWSKI, Acta Phys. Pol. **3**, 447, 1934 oder ZS. f. Phys. **95**, 524, 1935.

vergrössert und diese Vergrösserung mittels eines MOLL'schen Mikrophotometers Typ B durchphotometriert. Eine der in dieser Weise erhaltenen Kurven ist in Fig. 1 dargestellt; kleine Unregelmässigkeiten sind durch die unvermeidlichen Kornunregelmässigkeiten hervorgerufen. Aus den Mikrophotometerkurven wurden die Intensitätsverhältnisse ermittelt, indem der allmähliche Schwärzungsabfall im Interferenzstreifensystem berücksichtigt wurde. Die Messwerte streuen recht stark, sie wurden deshalb aus mehreren Messerien gemittelt. Es wurde bei 3,2 Amp. Bogenstromstärke ein Intensitätsverhältnis (b) erhalten, das im Vergleich zu den Ergebnissen von SCHRAMMEN (a) und zu den Konzentrationsverhältnissen (c) folgendermassen aussieht:

Komponente mÅ	-25,4 (I)	-10,4 (II)	0 (III)	+11,5 (IV)	+21,5 (V)
(a)	72 ?	93	95	100	72 ?
(b)	62	65	84	100	72
(c)	44	49,5	80	100	65

Aus diesen Zahlen ist ersichtlich, dass SCHRAMMEN die Intensitätssumme der äusseren Komponenten viel zu klein gemessen hat (aus dem Vergleich der II Komponente kann man schliessen, dass sie statt 144 ca. 186 finden musste). Bei SCHRAMMEN spielte die ausgleichende Wirkung der Reabsorption eine sehr grosse Rolle, in meinen Versuchen wurde durch starke Kühlung dieser Einfluss erheblich vermindert. Bei Erniedrigung der Bogenstromstärke rücken die Experimentalwerte den theoretischen noch näher, da aber gleichzeitig die Expositionszeiten stark wachsen (mehr als eine halbe Stunde) und die Messergebnisse deshalb ungenauer werden, ist nicht zu entscheiden, ob die Zahlenwerte zu den theoretischen Werten konvergieren. Die Unterschiede, die wenigstens teilweise durch die unvermeidliche Reabsorption hervorgerufen sind, sind immer recht gross, so dass man auf diesem Wege die Frage mit voller Sicherheit nicht lösen kann (es ist wichtig zu bemerken, dass der hier benutzte Bogen bei 8 Amp. korrekte Intensitätsverhältnisse in der Hauptkomponente der 5461 Å-Linie ergibt).

Vor einigen Jahren habe ich das Abklingen des Resonanzbündels untersucht (\bar{I}), indem zur Anregung verschiedene mittels eines magnetischen Filters ausgesonderte Komponenten verwendet wurden. Es hat sich ergeben, dass das Verhältnis der Absorptionskoeffizienten im Fall der Anregung mit der III und IV Kompo-

nente zum Fall der Anregung mit der I Komponente 1,6 beträgt (im Vergleich zur theoretischen Erwartung $\frac{1}{2}(80 + 100) : 44 = 2,05$). Da das angewandte Verfahren im Prinzip (wenn man genügend nahe des Eintrittfensters beobachtet) völlig korrekt ist, war es überraschend, dass vor kurzem ZUBER¹⁾ ein viel grösseres Verhältnis von 2,58 mittels einer photoelektrischen Methode erhalten hat. Ich kann nicht verneinen, dass das von mir angewandte Verfahren viele Unsicherheitsquellen (wie z. B. die ev. Reabsorptionsumkehr der erregenden Linie) aufweist; die recht grossen Schwierigkeiten diesbezüglicher Messungen illustriert am besten die ohne Kenntnis meiner Arbeit vor kurzem durchgeführte Untersuchung von BALIN²⁾, dessen Ergebnisse keinen Fortschritt im Vergleich mit meinen Messungen darstellen, da sie im Gegenteil viel weniger genau sind. Da aber der von mir gefundene Absolutwert nur um 20% kleiner als der wahre ist, so scheint es völlig erlaubt, eine wenigstens gleichgrosse Genauigkeit für meine Relativwerte anzunehmen. Mit einer solchen Auffassung bleibt aber der ZUBER'sche Wert im Widerspruch. ZUBER gibt an, dass seine Messungen auf 2—4% genau sind und deshalb versucht er seine Ergebnisse zu erklären, indem er im Schema der Quecksilberresonanzlinie eine von INGLIS³⁾ stammende Korrektur berücksichtigt. Wenn die Komponenten *c* und *B* (der I Linie) nicht genau übereinandergelagert sind, so wird der Absorptionskoeffizient kleiner und das gesuchte Verhältnis in Übereinstimmung mit der ZUBER'schen Beobachtung grösser.

Nach der Meinung des Verfassers gibt es aber keinen Anlass, die von INGLIS vorgeschlagene Korrektur als zutreffend anzusehen. ŽVIRONAS (l. c.) hat die Absorption der I Komponente durch den im Magnetfeld sich befindenden Quecksilberdampf untersucht und die Feldstärke ermittelt, bei welcher die anomale Komponente der *b*-Linie über die Lage der I Komponente hinüberwandert. Diese Absorption, die bei ca. 5850 Gauss ihr Maximum besitzt, war früher von mir unbemerkt geblieben, weil ich auf meinen Aufnahmen stets die I Komponente überexponierte, um feinere Einzelheiten in der Umgebung der Linie untersuchen zu können (s. I und II). Eine relativ schwache Absorption konnte aber die dem wenig empfindlichen Gebiet angehörenden Schwärzungen nicht beobachtbar beeinflussen. INGLIS hat den ZEEMAN-Effekt der 2537 Å-Linie rechnerisch behandelt und gefunden, dass das Absorptionsmaximum bei im Vergleich zu den theoretischen etwas zu

1) K. ZUBER, Helv. Phys. Acta **8**, 370, 1935.

2) G. P. BALIN, Phys. Zeitschr. der Sowjetunion **8**, 93, 1935.

3) D. R. INGLIS, Zeitschr. f. Phys. **84**, 466, 1933.

kleinen Feldstärken auftritt. Daraus hat er geschlossen, dass die Komponenten B und c sich nicht genau überlagern, sondern dass die Komponente B um ca. $20 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ nach langen Wellenlängen hin gegen die Komponente c verschoben ist. Die Rechnungen von INGLIS wurden aber bei der idealisierenden Annahme durchgeführt, dass die Intervallregel für das Triplet der Isotope 201 gültig ist. Diese Annahme ist aber nicht zutreffend, wie dies auf Grund der Messungen von MURAKAWA¹⁾ und von SCHÜLER²⁾ ersichtlich ist. Die genannten Verfasser finden auf Grund vieler Messungen an verschiedenen Linien für das Intervallverhältnis cb/ab 0,558 und 0,563 anstatt der Zahl 0,6 ($\frac{3}{5}$). Dass die Abweichungen von der Intervallregel in vielen Fällen reell und für die Erforschung der Kernunsymmetrien sehr wichtig sind, haben SCHÜLER mit Mitarbeitern gezeigt³⁾. Wie wird also die Struktur der 2537 Å-Linie nach den Ergebnissen der Experimentaluntersuchungen aussehen? Der Verfasser hat gezeigt (III), dass die b -Komponente gegen den Schwerpunkt der Linien b und derjenigen der Isotope 198 ($-10,4 \text{ mÅ}$ ⁴⁾ mindestens um $1,6 \text{ mÅ}$ verschoben ist. Mindestens deshalb, weil die Messung relativ zu der Lage der II Linie, mit der die b -Komponente zusätzlich überlagert wurde, erfolgte. Wenn man den Abstand der b - und c -Komponenten berücksichtigt ($263 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$, ein Mittelwert zwischen MURAKAWA und SCHÜLER), dann ergibt es sich, dass die c -Komponente um weniger als $6 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$ gegen die B -Komponente nach kurzen Wellenlängen hin verschoben sein kann. Die Berücksichtigung der Abweichung von der Intervallregel zeigt, dass die von INGLIS gefundene relative Verschiebung der theoretischen und experimentellen Kurven von $20 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$, in Wirklichkeit zweimal kleiner ist (da die theoretische Kurve wegen des kleineren Abstands bc nach kleineren Magnetfeldstärken zu verschieben ist)⁵⁾. Eine so kleine Differenz aber kann von der Unsicherheit der Magnetfeldmessung bei ŽVIRONAS und von einer eventuellen ganz kleinen relativen Verschiebung der Komponenten c und B ($\leq 6 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$, s. oben) stammen.

1) K. MURAKAWA, Sc. Pap. Inst. Phys. Chem. Res. Tokyo **18**, 299, 1932; dort weitere Literatur.

2) H. SCHÜLER und E. G. JONES, Zeitschr. f. Phys. **74**, 631, 1932.

3) H. SCHÜLER, Phys. Zeitschr. **36**, 812, 1935.

4) Die Komponente der Isotope 198 liegt also etwas weiter nach kurzen Wellenlängen, ca. bei $-11,0 \text{ mÅ}$.

5) Anm. bei der Korrektur: Kürzlich haben H. SCHÜLER und TH. SCHMIDT (Zeitschr. f. Phys. **98**, 239, 1935) gezeigt, dass der Abstand bc noch kleiner und die Abweichung von der Intervallregel grösser ist ($15,5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$). Die Verschiebung der Kurven beträgt also nur $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^{-1}$.

Es bleibt noch zu untersuchen, wie die Ergebnisse der Messungen von ZUBER gedeutet werden müssen. Die von ZUBER angegebenen Fehlergrenzen betreffen die Genauigkeit seiner elektrischen Messanordnung, sind aber keineswegs die Fehlergrenzen seiner Untersuchungsmethode. Es wurde von ihm das magnetische Filtrierungsverfahren angewandt, ohne zu prüfen, inwieweit das ausgesonderte Licht monochromatisch ist. Dieses Filtrierungsverfahren ist, wie meine Erfahrungen gezeigt haben, nicht so weitgehend sicher, um die Reinheit des gefilterten Lichtes völlig zu garantieren. Die schwach absorbierbaren äusseren Teile der Komponenten werden im Fall der Aussonderung der I Komponente recht stark durchgelassen (sowohl bei σ , wie bei π -Beobachtung), dagegen werden sie im Fall der Aussonderung der III und IV Komponenten von den σ -ZEEMAN-Komponenten im Filter absorbiert. Diese Erscheinung kann vielleicht die von ZUBER gefundene zu kleine Absorbierbarkeit der I Komponente erklären, da in der von ihm benutzten Methode ganz kleine Spuren des falschen Lichtes eine relativ grosse Rolle spielen. Auch hat ZUBER die Intensität der gestreuten Bogenstrahlung im Resonanzgefäss ein wenig überschätzt, weil, wie ich mich vor kurzem davon überzeugt habe, der Quecksilberdampf auch nach Einlassen der Luft bei starker Bestrahlung noch eine recht starke Resonanz (und auch die OLDENBERG'sche Stossbande HgN_2) aufweist. Selbstverständlich betreffen diese Bemerkungen nicht die Ergebnisse der schönen Untersuchungen von ZUBER¹⁾ über die photochemische Trennung der Quecksilberisotope, weil dort Relativmessungen eine Hauptrolle spielen.

Aus dem oben gesagten scheint mir erlaubt zu schliessen, dass im allgemeinen die Absorptionsuntersuchungen zu wenig genau sind, um die eventuelle Realität der kleinen von mir gefundenen Leuchtdauerdifferenzen²⁾ feststellen zu können. Es wäre eher wünschenswert, die Leuchtdauermessungen bei gefiltertem Licht oder besser mit getrennten Quecksilberisotopen sorgfältig durchzuführen.

Warschau, Institut für theoretische Physik
der Universität.

¹⁾ K. ZUBER, Nature **136**, 796, 1935 und Helv. Phys. Acta **8**, 487, 1935.

²⁾ ca. 15% und nicht 50%, wie ZUBER auf Grund meiner unkorrigierten Angaben in $\bar{\text{I}}$ angibt — es wurde doch von mir die Korrektur für die Verschiedenheit der Zeemanaufspaltungen in $\bar{\text{IV}}$ berücksichtigt.