

## NOTIZEN

# Über den Einfluß des Kristalltyps auf die Lumineszenz von $\text{NH}_4\text{Br}-\text{TlBr}$

Von PETER BRAUER

Physikalisches Institut der Universität Freiburg i. Br.  
(Z. Naturforschg. 13 a, 1002—1003 [1958]; eingeg. am 4. Oktober 1958)

$\text{TlBr}$  bildet mit  $\text{NH}_4\text{Br}$  Mischkristalle, die innerhalb eines gewissen Temperaturintervalles wahlweise entweder  $\text{CsCl}$ - oder  $\text{NaCl}$ -Struktur haben können<sup>1</sup>. Die für Alkalihalogenid-Thallium-Phosphore (unter Einschluß des Ammoniumbromid-Thallium-Phosphors<sup>2</sup>) charakteristischen beiden Emissionsbanden haben bei einem vorgegebenen  $\text{NH}_4\text{Br}-\text{Tl}$ -Präparat innerhalb der Hysteresisschleife der Umwandlungskurve<sup>1</sup> in den beiden Kristalltypen bei der gleichen Temperatur ganz verschiedene Intensitäten<sup>3</sup>:

Das gleiche Präparat kann bei der gleichen Temperatur grün im  $\text{CsCl}$ -Typ und blau im  $\text{NaCl}$ -Typ leuchten. Wir haben die relativen, auf eingestrahlte Intensität bezogenen Lumineszenzausbeuten in Abhängigkeit von der Temperatur bei verschiedenen  $\text{Tl}$ -Konzentrationen für die beiden Banden gemessen. Abb. 1 zeigt ein Beispiel. Zur Orientierung ist die früher mitgeteilte<sup>1</sup> Volum-Temperaturkurve, deren Stufe die Änderung des Gittertyps erkennen läßt, mit eingetragen; der untere Ast gehört zum  $\text{CsCl}$ -Typ, der obere zum  $\text{NaCl}$ -Typ. In den Ausbeutekurven beider Banden zeichnet sich bei den gleichen Temperaturen die Gitteränderung durch abnormen Kurvenverlauf ab, aber in ganz verschiedener Weise: Während die langwellige (grüne) Bande bei Übergang vom  $\text{CsCl}$ - in den  $\text{NaCl}$ -Typ plötzlich sehr schwach wird, nimmt die kurzwellige (violette) Bande um einen geringen Betrag zu. Präparate mit anderem  $\text{Tl}$ -Gehalt zeigen entsprechendes Verhalten mit der früher gefundenen Konzentrationsabhängigkeit der Umwandlungstemperaturen.

Eingestrahlt wurde entsprechend dem von BUTLER<sup>2</sup> angegebenen Erregungsspektrum, d. h. zur Erzeugung der violetten Bande bei  $2600 \text{ \AA}$ , zur Erzeugung der grünen Bande bei  $2860 \text{ \AA}$ . Nun verschiebt sich zwar die Erregungsverteilung der grünen Bande, wie sich zeigte, mit steigender Temperatur nach längeren Wellen und ist für den  $\text{CsCl}$ -Typ und  $\text{NaCl}$ -Typ verschieden: Die Spitze des langwelligen Maximums liegt bei  $135^\circ\text{C}$  bei  $2880 \text{ \AA}$  ( $\text{CsCl}$ -Typ) bzw.  $2980 \text{ \AA}$  ( $\text{NaCl}$ -Typ) für das in Abb. 1 gezeigte Präparat mit  $\text{Tl}/\text{NH}_4 = 3/97$ . (Das zweite, bei  $2420 \text{ \AA}$  gelegene Erregungsmaximum der grünen Emissionsbande scheint übrigens im  $\text{NaCl}$ -Typ zu fehlen.) Diese Verschiebung würde bei festgehaltener Wellenlänge des eingestrahlichten Erregungslichtes zwar trotz der Breite der Absorptionsbande Abnahme der Lumineszenz etwa um den Faktor 0,6 im Sinne des gefundenen Effektes bewirken. Doch reicht diese triviale Erklärung bei weitem nicht aus; denn die Lumineszenz-

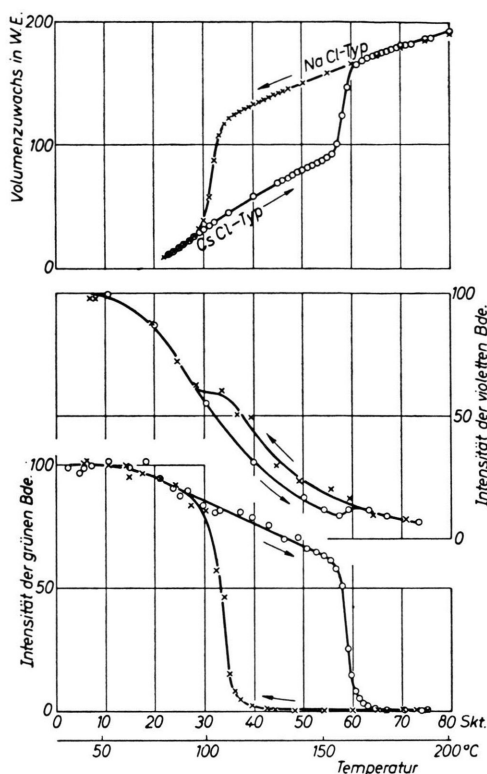


Abb. 1. Temperaturabhängigkeit der violetten und grünen Emissionsbande von 97%  $\text{NH}_4\text{Br}$ —3%  $\text{TlBr}$ . — Oben: Volumenzuwachs des Präparats<sup>1</sup>. Mitte: violette Bande (Erregung bei  $2600 \text{ \AA}$ ). Unten: grüne Bande (Erregung bei  $2800 \text{ \AA}$ ).<sup>2</sup>

ausbeute in dem erwähnten Erregungsmaximum (d. h. die Höhe des langwelligen Maximums der Erregungsverteilung) ist für den  $\text{NaCl}$ -Typ mehr als 20-mal kleiner als beim  $\text{CsCl}$ -Typ.

Das Ergebnis scheint uns deshalb bemerkenswert, weil die beiden Banden Übergängen im Termschema des  $\text{Tl}^+$  zugeschrieben werden: im  $\text{KCl} \cdot \text{Tl}$  nach WILLIAMS<sup>4</sup> die kurzwellige dem Übergang  $^3\text{P}_1 \rightarrow ^1\text{S}_0$ , die langwellige  $^1\text{P}_1 \rightarrow ^1\text{S}_0$ . BUTLER<sup>2</sup> nimmt das Umgekehrte an. PATTERSON und KLICK<sup>5</sup> halten dagegen verschiedene Zentren für möglich. In beiden Gittern sollte ein einzelnes  $\text{Tl}^+$  kubische Umgebung, wenn auch mit verschiedener Ladungsverteilung, haben. Die Theorie der Alkalihalogenid-Thallium-Phosphore muß also erklären können, wieso bei gleichbleibend kubischer Umgebung die Gitteränderung so *verschiedenen* Einfluß auf die Intensität der beiden Banden hat. Allerdings könnte das Ergebnis vielleicht aber als Stütze für die Annahme zweier verschiedener Zentren gewertet werden etwa so, daß die kurzwellige Bande, die bei geringen  $\text{Tl}$ -Konzentrationen überwiegt und relativ wenig von

<sup>1</sup> P. BRAUER, Z. Naturforschg. 13 a, 405 [1958].

<sup>2</sup> K. H. BUTLER, J. Electrochem. Soc. 103, 508 [1956].

<sup>3</sup> P. BRAUER, Phys. Verh. 9, 75 [1958].

<sup>4</sup> F. E. WILLIAMS, siehe z. B. Brit. J. Appl. Phys. Suppl. No. 4, 97 [1954].

<sup>5</sup> D. A. PATTERSON u. CL. KLICK, Phys. Rev. 105, 401 [1957].



der Gitteränderung beeinflusst wird, tatsächlich dem  $Tl^+$  zuzuschreiben wäre, während die langwellige Bande, die bei hohen  $Tl$ -Konzentrationen überwiegt und sehr stark auf die Gitteränderung reagiert, Mehrfachzentren zuzuschreiben wäre. Die begonnene Untersuchung der Erregungs- und Absorptionsspektren wird hier weiterführen.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danken wir für Unterstützung.

## Zur Strahlherausführung beim Mikrotron

Von H. REICH, Braunschweig

Mitteilung aus der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt  
(Z. Naturforsch. 13 a, 1003 [1958]; eingegangen am 11. November 1957)

Beim Mikrotron liegen benachbarte Elektronenbahnen auf einer Seite räumlich so weit auseinander, daß sich die Elektronen in magnetisch abgeschirmten Kanälen leicht vollständig herausführen lassen. Alle bisher beschriebenen Vorrichtungen dazu<sup>1</sup> haben aber den Nachteil, daß Elektronen verschiedener Energie an verschiedenen Orten oder mit verschiedenen Richtungen aus der Maschine austreten. Auch der Aufstellungsort für die Antikathode im Falle der Röntgenstrahlerzeugung hängt von der Energie ab. Es ist daher notwendig, bei jeder Energieänderung die vor dem Gerät aufgebauten Meßapparaturen zu verschieben und neu zu justieren. Auf folgende Art und Weise läßt sich dieser Nachteil vermeiden:

Längs der Linie A—A (Abb. 1) wird ein verschiebbarer Eisenzyylinder von wenigen Zentimetern Länge auf die Bahn der gewünschten Energie eingestellt. In ihm fliegen die Elektronen geradeaus und gelangen dann um das entsprechende Stück neben dem Resonator in den (fest montierten) Herausführungskanal bzw. auf die Antikathode.

Beim 5-MeV-PTB-Mikrotron ist der Platz für den Herausführungskanal, der sonst teilweise von der Hf-Transmissionslinie ausgefüllt wird, zu diesem Zweck frei gelassen worden. Die Hf-Energie wird dem Resonator in einer konzentrischen Leitung (Durchmesser 10 mm) von unten durch das Magnetjoch zugeführt. Aber auch bei der sonst üblichen Mikrotronbauweise läßt sich das vorgeschlagene Herausführungsprinzip anwenden, wenn man die Elektronen durch den Wellenleiter hindurchschießt.

Bei der Darstellung in Abb. 1 beträgt der Winkel zwischen der Linie A—A und der Hauptachse durch die Kreisbahnen  $45^\circ$ . Nicht für jede Maschine ist das der günstigste Winkel, denn der Eisenzyylinder steht dann an einem Ort, an dem die Auffächerung des Strahles in der Bahnebene maximal ist. Dadurch können evtl. die am stärksten divergierenden Teile des Strahlenbündels verlorengehen. Oft wird es daher zweckmäßig sein, den Winkel  $20-30^\circ$  groß zu wählen. Abgesehen von der geringeren Auffächerung ist dann auch der Abstand zur vorhergehenden Bahn größer. Die Öffnung des Herausführungskanals rückt dann weiter nach rechts. Sollen die Elektronen erst nach dem

Zusatz b. d. Korr.: Das Verhalten der  $Tl$ -Absorption in Alkalihalogeniden bei Änderung des Kristalltyps infolge Anwendung hoher Drucke wurde von R. A. EPPLE und H. G. DRICKAMER (J. Phys. Chem. Solids 6, 180 [1958]) untersucht; dabei wurden analoge Verschiebungen der Absorptionsbanden gefunden, aber anscheinend keine großen Intensitätsänderungen. Danach würden auch in unseren Präparaten keine den beobachteten Änderungen der Emissionsintensitäten entsprechenden Änderungen der Absorption zu erwarten sein.

Durchgang durch den Wellenleiter in den Herausführungskanal gelangen, wird man andererseits den Winkel etwa  $55^\circ$  groß wählen müssen. Man gelangt zu dem richtigen Punkt für die Kanalöffnung, wenn man den Eisenzyylinder wie einen Vektor mit seinem Anfang in den Resonatormittelpunkt parallel verschiebt.

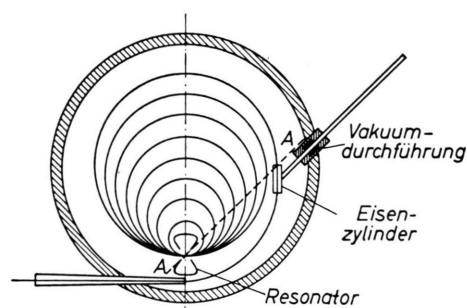


Abb. 1.

Besonders einfach läßt sich bei Mikrotrons der herkömmlichen Bauweise die feststehende Antikathode anbringen, wenn man auf die Herausführung der Elektronen verzichtet. In diesem Fall kann der Eisenzyylinder in der linken Hälfte der Maschine angeordnet werden. Die Antikathode liegt dann auf der anderen Seite des Resonators (innerhalb der 1. Kreisbahn).

An Stelle des Eisenzyinders lassen sich auch gepulste Stromspulen oder Ablenkkondensatoren (mit ca. 150 kV/cm) verwenden, die über jeder Bahn fest montiert sind und entsprechend der gewünschten Grobstufe der Energie betätigt werden. Die Feineinstellung der Energie durch Verändern der Magnetfeldstärke (innerhalb der durch die Phasenstabilität gesetzten Grenzen) wird durch die räumliche Festlegung der Ablenker nicht behindert, denn der Durchmesser aller Bahnen wird allein durch die Frequenz der Hf-Schwingung bestimmt, an der sich nichts ändert.

Herrn Prof. Dr. H. FRÄNZ und Herrn Dipl.-Phys. J. TRIER danke ich für Diskussionsbemerkungen.

Anm. b. d. Korr.: Vorläufige Versuche mit einem Eisenzyylinder längs der  $30^\circ$ -Linie ergaben, daß von den Kreisbahnen je nach Energie 50–70% der Elektronen auf einem kleinen Brennfleck nahe beim Resonator vereinigt werden konnten.

<sup>1</sup> C. HENDERSON, F. F. HEYMANN u. R. E. JENNINGS, Proc. Phys. Soc., Lond. (B) 66, 654 [1953].  
H. F. KAISER u. W. T. MAYES, Rev. Sci. Instrum. 26, 565 [1955].  
E. BRANNEN u. H. I. S. FERGUSON, Rev. Sci. Instrum. 27, 833 [1956].