

faktor<sup>4</sup>, der in Abb. 2 über der angelegten Spannung aufgetragen ist. Auffallend ist, daß die Multiplikation schon bei 4 V einsetzt, während das betreffende Element etwa 50 V sperrt<sup>5</sup>. Es scheint, daß die „weiche Sperrkennlinie“ dieser Übergänge dadurch zustande kommt, daß einzelne Stellen schon weit unterhalb des

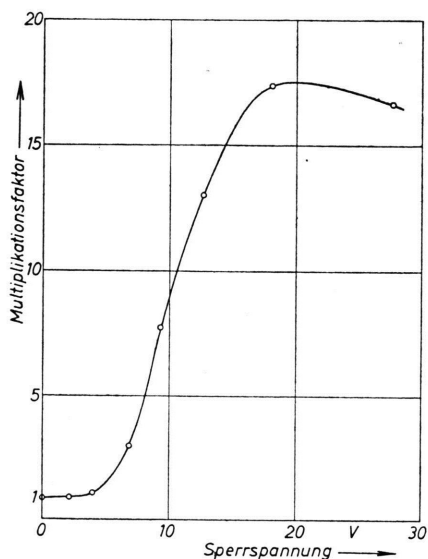


Abb. 2.

<sup>4</sup> Dieser Multiplikationsfaktor ist kleiner als das Verhältnis der innerhalb des Multiplikationsgebiets erzeugten Trägerpaare zur Zahl der dort vom Licht injizierten Träger, wenn man annimmt, daß — bei den verhältnismäßig niedrigen Spannungen — nur an den leuchtenden Stellen eine Trägervervielfachung stattfindet. Denn die von der Lichtsonde beleuchtete Fläche besteht nur zu einem kleinen Teil aus (selbstleuchtenden) Multiplikationsgebieten.

eigentlichen Durchbruchgebiets einen Multiplikationseffekt zeigen. Dies kann durch oberflächliche Verunreinigung oder ungleichmäßige Dotierung bedingt sein. Für das Abbiegen der Multiplikationskurve bei hohen Spannungen, das allerdings nur in einem Teil der Fälle beobachtet wurde, konnte bis jetzt keine Erklärung gefunden werden<sup>6</sup>. Es wurden Multiplikationsfaktoren von 100 und mehr gemessen.

Die Messungen wurden an verschiedenen Proben und einer großen Zahl von Leuchtpunkten durchgeführt. In fast allen Fällen konnte ein Maximum des Photostroms am Ort des Leuchtpunktes festgestellt werden. In den wenigen Fällen, in denen kein solches Maximum gefunden wurde, mag dies durch die begrenzte Empfindlichkeit der Anordnung bedingt sein, insbesondere durch das ungünstige Verhältnis des Lichtsondendurchmessers zur Ausdehnung der Leuchtpunkte.

Ebenso wie die vom Licht injizierten Träger unterliegen auch die thermisch erzeugten Elektronen und Löcher, welche durch Diffusion aus den Nachbargebieten in die Sperrschicht gelangen, der Vervielfachung. Deshalb sind die vorliegenden Ergebnisse im Einklang mit der Annahme von CHYNOWETH und MCKAY<sup>2</sup>, daß der erhöhte Sperrstrom im Gebiet vor dem Durchbruch und auch im Durchbruch selbst zum größten Teil von diesen Mikroplasmen<sup>7</sup> getragen wird, von denen das Leuchten ausgeht.

Herrn Dr. W. KOCH danke ich für die Anregung zu dieser Arbeit.

<sup>5</sup> Bei anderen Leuchtpunkten derselben Sperrschicht tritt die Multiplikation erst bei höheren Spannungen ein.

<sup>6</sup> Ähnliche Kurven wurden von KIKUCHI an Germanium-Indium-Gleichrichtern gemessen. (M. KIKUCHI, J. Phys. Soc., Japan **12**, 133 [1957], Fig. 10.)

<sup>7</sup> Die Bezeichnung „Mikroplasma“ wurde von ROSE vorgeschlagen (D. J. ROSE, Phys. Rev. **105**, 413 [1957]).

## Die Kernquadrupolresonanzspektren des Brombenzols und des 1,2-Dibromäthans

Von WERNER ZEIL und ALBRECHT SCHMITT

Institut für Physikalische Chemie und Elektrochemie der Technischen Hochschule Karlsruhe

(Z. Naturforsch. **13 a**, 241—243 [1958]; eingegangen am 25. Januar 1958)

In der Literatur wird beschrieben, daß bei manchen Substanzen schon geringste Verunreinigungen die Signale der Kernquadrupolresonanz zum Verschwinden bringen und daß aus diesem Grunde extreme Reinheitsanforderungen zu stellen sind. Da wir Untersuchungen an Komplexen planen, die nur in Lösung beständig sind, untersuchten wir die Abhängigkeit der Kern-

quadrupolresonanzspektren von Brombenzol und 1,2-Dibromäthan von der Konzentration in Benzol als Lösungsmittel, wobei die Lösungen zur Untersuchung eingefroren wurden.

Die Messungen wurden durchgeführt mit Hilfe eines Kernquadrupolresonanzspektrometers, das im Prinzip der von DEHMELT und KRÜGER angegebenen Anordnung entspricht. Als Oszillatorröhre wurden zwei Röhren EC 93 verwandt. Das Spektrometer überstreicht einen Frequenzbereich von 100 bis 450 MHz. Die Spektren wurden oszillographisch registriert und die Frequenzen mit Hilfe eines Frequenzmessers, Typ WID, der Firma Rohde & Schwarz vermessen. Die Genauigkeit des Frequenzmessers beträgt  $10^{-5}$ , die Meßgenauigkeit der Quadrupolresonanzfrequenzen ist etwas geringer. Zur Erprobung der Anlage wurde die Resonanz des  $\text{Br}^{81}$  im *p*-Brombenzolsulfonylchlorid bei der Temperatur der flüssigen Luft vermessen. Es ergab sich ein Meßwert

<sup>1</sup> P. J. BRAY, J. Chem. Phys. **22**, 950/51 [1954].



von  $236,620 \pm 0,01$  MHz. Im flüssigen Stickstoff beobachtete BRAY<sup>1</sup> einen Wert von  $236,642 \pm 0,1$  MHz. Im Rahmen der angegebenen Fehlergrenzen stimmt unser Wert mit dem von BRAY beschriebenen überein.

Für das reine Brombenzol (p. a. Merck) wurden folgende Werte erhalten:

Br<sup>79</sup>  $269,018 \pm 0,014$  MHz Temperatur: flüss. Luft,  
Br<sup>81</sup>  $224,689 \pm 0,005$  MHz Temperatur: flüss. Luft.

In der Literatur finden sich folgende Werte:

Br<sup>79</sup>  $268,856 \pm 0,075$  MHz Temperatur: flüss. N<sub>2</sub><sup>2</sup>,  
Br<sup>81</sup>  $224,61$  MHz Temperatur: flüss. N<sub>2</sub><sup>3</sup>.

Bei der Mischung Brombenzol in Benzol wurden verwandt: Brombenzol (p. a. Merck), Benzol (krist. Merck). Das Volumen betrug 5 cm<sup>3</sup>; die Temperatur war die der flüssigen Luft. Gemessen wurde nur die Absorption des Br<sup>79</sup>. Eine Frequenzverschiebung in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis konnte innerhalb der angegebenen Genauigkeit für die Br<sup>79</sup>-Linie nicht beobachtet werden. In Tab. 1 sind Volumen- und Molverhältnis Brombenzol : Benzol sowie das Verhältnis Signal : Rauschen aufgetragen.

Brombenzol : Benzol		Benzol Vol.-%	Signal Rauschen
Vol.- Verhältnis	Mol.- Verhältnis		
100 : 1	84,9 : 1	0,99	> 20
80 : 1	67,9 : 1	1,23	> 20
60 : 1	50,9 : 1	1,64	~ 10
40 : 1	33,9 : 1	2,44	~ 5
20 : 1	17,0 : 1	4,76	~ 1
10 : 1	8,49 : 1	9,09	kein Signal
1 : 1	0,849 : 1	50,00	kein Signal

Tab. 1.

Daraus ist zu ersehen, daß bereits bei einem Molverhältnis von etwa 10 : 1 kein Signal mehr zu beobachten ist, d. h. daß etwa 10 Molprozent Benzol das Signal unterdrücken. Eine Aussage über das Phasenverhalten der Mischung kann nicht gemacht werden, da hierüber keine Untersuchungen durchgeführt wurden.

Beim 1,2-Dibromäthan (p. a. Merck) wurden folgende Signale beobachtet (Temperatur: flüss. Luft):

Br<sup>79</sup>  $216,856 \pm 0,008$  MHz  
 $218,999 \pm 0,007$  MHz  
 $221,173 \pm 0,03$  MHz  
 Br<sup>81</sup>  $259,569 \pm 0,052$  MHz  
 $262,098 \pm 0,02$  MHz  
 $264,845 \pm 0,006$  MHz

In der Literatur wurden sowohl von ZELDES und LIVINGSTON<sup>4</sup> wie auch von SHIMOMURA<sup>5</sup> nur zwei Signale für das 1,2-Dibromäthan angegeben, und zwar (Temperatur: flüss. Luft):

<sup>2</sup> P. J. BRAY u. R. G. BARNES, J. Chem. Phys. **22**, 2023/25 [1954].  
<sup>3</sup> S. KOJIMA, T. TSUKADA, S. OGAWA u. A. SHIMAUCHI, J. Chem. Phys. **21**, 1415 [1953].

Br<sup>79</sup> 216,827 MHz 216,45 MHz  
 218,977 MHz 218,85 MHz  
 Br<sup>81</sup> 259,09 MHz  
 261,97 MHz

Ein Vergleich mit unseren Werten zeigt, daß das Signal des Br<sup>79</sup> bei 259,569 MHz außerhalb der Fehlergrenze unserer Apparatur höher als der von SHIMOMURA angegebene Wert liegt. Dasselbe gilt für das Signal 262,098 MHz. Das Signal 264,845 MHz wurde von SHIMOMURA nicht beschrieben. Ebenso findet sich für das Signal 221,173 MHz des Br<sup>81</sup> sowohl bei SHIMOMURA wie auch bei ZELDES und LIVINGSTON keine Analogie. Die beiden übrigen von uns erhaltenen Signale des Br<sup>81</sup> stimmen weitgehend mit den Werten von ZELDES und LIVINGSTON überein, während die von SHIMOMURA gemessenen Werte wiederum außerhalb der Fehlergrenze zu tief liegen. Eine Erklärung für die Tatsache, daß je eine Linie des Br<sup>79</sup> und des Br<sup>81</sup> von den genannten Autoren nicht beobachtet wurde, mag darin liegen, daß wir diese Linie nur bei sehr raschem Einfrieren der Proben beobachten konnten. Bei langsamem Einfrieren der Proben konnten diese Linien auch von uns nicht beobachtet werden. Offensichtlich liegt hier ein Unterschied im Kristallgitter vor, bzw. die Probe ist einmal kristallin und ein andermal glasig. Untersuchungen hierüber wurden nicht durchgeführt. Die Linien bei 221,173 und 264,845 MHz waren nur etwa  $\frac{1}{5}$  so stark wie die beiden anderen Signale.

Bei der Untersuchung der Mischung 1,2-Dibromäthan in Benzol wurden verwandt: 1,2-Dibromäthan (p. a. Merck), Benzol (krist. Merck). Das Probevolumen betrug 5 cm<sup>3</sup>; Temperatur: flüss. Luft.

Gemessen wurden bei beiden Bromkernen alle drei Linien. In Tab. 2 sind Volumen- und Molverhältnisse aufgetragen. Eine Verschiebung der Absorptionsfrequenzen in Abhängigkeit vom Mischungsverhältnis konnte nicht beobachtet werden. Das Signal : Rausch-Verhältnis wurde nicht abgeschätzt.

1,2-Dibromäthan : Benzol		Benzol Vol.-%	
Vol.- Verhältnis	Mol.- Verhältnis		
100 : 1	102 : 1	0,99	alle Linien
10 : 1	10,2 : 1	9,1	alle Linien
1 : 1	1,02 : 1	50,0	{ 221,173 MHz und 264,845 MHz fehlen
1 : 2	0,51 : 1	66,6	
1 : 5	0,205 : 1	83,5	

Tab. 2.

Aus Tab. 2 folgt, daß noch bei einem Verhältnis 1,2-Dibromäthan : Benzol von 1 : 5, d. h. bei nur 20 Molprozent 1,2-Dibromäthan, die starken Linien beobachtet werden konnten, während die schwachen Linien bei

<sup>4</sup> H. ZELDES u. R. LIVINGSTON, J. Chem. Phys. **21**, 1418/19 [1953].

<sup>5</sup> K. SHIMOMURA, J. Hiroshima Univ. Ser. A, **17**, Nr. 3 (1954) J. Chem. Phys. **22**, 350 [1954].

einem Molverhältnis 1 : 1 verschwanden. 1,2-Dibromäthan ist also wesentlich unempfindlicher gegenüber Verunreinigungen als das Brombenzol. Auch bei dieser Substanz kann bis jetzt keine Aussage über das Phasenverhalten gemacht werden.

Aus unseren Messungen folgt für das Verhältnis der Quadrupolmomente der Kerne  $\text{Br}^{79}$  zu  $\text{Br}^{81}$  ein Wert von  $1,1970 \pm 0,0004$ . Dieser Wert befindet sich in aus-

gezeichneter Übereinstimmung mit den in der Literatur angegebenen Werten.

Dem Direktor des Instituts für Physikalische Chemie und Elektrochemie der Technischen Hochschule Karlsruhe, Herrn Professor Dr. phil. P. GÜNTHER, danken wir herzlich für wohlwollende Förderung und zur Verfügungstellung von Institutsmitteln.

## BESPRECHUNG

**Atomkraft. Der Bau von Atomkraftwerken und seine Probleme.** 2. Auflage. Von FRIEDRICH MÜNZINGER. Springer-Verlag, Berlin 1957. XII, 224 S. mit 171 Abb. und 51 Tab.; Preis ganzl. DM 29.40.

Das Buch ist als Einführung in das Gebiet der Reaktortechnik für Ingenieure, Energiewirtschaftler und Physiker gedacht. Der gesamte Stoff ist in drei Abschnitten behandelt. Im ersten Teil werden die theoretischen Grundlagen der Reaktorphysik in kurzer, übersichtlicher Form, ohne viel Mathematik, zusammengestellt. Der zweite und weitaus größte Teil ist den technischen Problemen, die beim Bau von Atomkraftwerken zu erwarten sind, gewidmet. An Hand von Be-

schreibungen verschiedener Reaktortypen werden diese dem Leser nahegebracht. Der Verfasser, der vielen Ingenieuren durch sein Buch „Dampfkraft“ bekannt ist, geht dabei speziell auf wärmetechnische Probleme ein. Im dritten Teil sind abschließend die wirtschaftlichen Gesichtspunkte für die Verwendung der Kernenergie betrachtet, wobei der Verfasser nützliche Vergleiche mit anderen thermischen Kraftwerken bei der Beurteilung der Zukunftsaussichten mit heranzieht. Die übersichtliche Zusammenstellung der vielen technischen Einzelheiten aus dem neuen Anwendungsgebiet der Physik dürfte einmalig sein und ist sicher dem Ingenieur als auch dem physikalisch orientierten Leser von großem Nutzen.

A. SETZWEIN, Mannheim.

## ZUSAMMENFASSUNG AUS BAND 13b

### Phasenkontrast bei der Abbildung biologischer Objekte

Von H. GANSLER UND TH. NEMETSCHKE \*

Die Bedeutung des Phasenkontrastes für die Wiedergabe von Strukturen im elektronenmikroskopischen Bild wird an Querschnitten markhaltiger Nervenfasern aufgezeigt, wobei in guter Übereinstimmung mit einer von LENZ abgeleiteten Formel je nach dem Grade der Defokussierung jeweils andere Strukturelemente mit optimalem Kontrast abgebildet werden. So zeigt das um

$3,4 \mu$  defokussierte Bild dieses Membransystems die Membranen im Abstand von 110 Å mit deutlich höherem Kontrast als das fokussierte Bild, bei einer gleichzeitigen scheinbaren Verringerung der Membranbreite. Eine Defokussierung um  $5 \mu$  liefert bei starken Kontrast der erstgenannten Membranen auch noch einen Mittelstreifen im Abstand von 55 Å. In diesem Zusammenhang wurde darauf hingewiesen, daß das um  $5 \mu$  defokussierte Bild eines beliebigen anderen Objektes mit einer periodischen Struktur von 110 Å Abstand auch eine Halbperiode von 55 Å aufweisen kann, selbst wenn das Objekt in seiner Struktur keine solche Periodizität hätte.

\* vgl. diese Z. 13b, 190 [1958].

### Berichtigung

Zu A. BUDÓ und I. KETSKE MÉTY, Über die depolarisierende Wirkung der Sekundärfluoreszenz, Band 12a, 673 [1957].

Auf Seite 673, nach Formel (I) sollen die Ausdrücke  $P_i$  lauten:

$$P_1 = \frac{3}{2} \frac{2-2p+p^2}{3-p}, \quad P_2 = \frac{3}{4} \frac{4p-3p^2}{3-p}, \quad P_3 = \frac{2}{5} P_4 = \frac{3}{4} \frac{p}{3-p}.$$

Auf Seite 673 soll die letzte Formel lauten:

$$p' = p \left\{ 1 - \frac{3}{8(3-p)} \left[ (4-5p+2p^2)(\gamma \text{Ei}(-m\gamma) - \gamma \text{Ei}(-\gamma)) + \frac{3}{4}(8-9p+2p^2)\bar{\gamma} \right] \right\}.$$