

Über lichtelektrische Leitfähigkeit von Zinksulfidphosphoren.

Von B. Gudden und R. Pohl.

Mit drei Abbildungen. (Eingegangen am 20. Dezember 1920.)

§ 1. Wir haben vor einiger Zeit¹⁾ die lichtelektrische Leitfähigkeit eines isolierenden Ca-Bi-Na-Phosphors untersucht, der mit der blaviolettten Emissionsbande α leuchtete. Der Phosphor ließ bei okularer Betrachtung im Spektrum die beiden zu der α -Bande gehörigen Spektralgebiete maximaler Dauererregung, die Lenard als d_1 und d_2 bezeichnet, deutlich hervortreten. Es gelang uns, diese d -Maxima der Phosphoreszenzerregung als Maxima in der spektralen Verteilung der lichtelektrischen Leitfähigkeit wiederzufinden.

Zuvor²⁾ hatten wir die lichtelektrische Leitfähigkeit an mehreren isolierenden Zinksulfidphosphoren gefunden und dabei in der spektralen Verteilung dieser Leitfähigkeit nur ein breiteres Maximum beobachtet. Dem hatte die spektrale Verteilung der Phosphoreszenzerregung bei okularer Betrachtung entsprochen: an Stelle getrennter d -Maxima hatten wir nur ein breites einheitliches Gebiet der Dauererregung gesehen. Wir hatten gleich auf die Möglichkeit hingewiesen, daß es sich um die Überlagerung mehrerer nicht aufgelöster Maxima handelt. Inzwischen sind wir durch die Liebesswürdigkeit von Herrn Prof. Giesel in den Besitz einer Reihe weiterer, sehr gut isolierender ZnS-Phosphore gelangt, und an diesen haben wir jetzt die Frage in dem angedeuteten Sinne entscheiden können.

§ 2. Zunächst wurde ein ZnS-Phosphor untersucht, der in der Hauptsache eine gelbe Bande (vermutlich die Kupferbande γ bei $560 \mu\mu$), daneben aber auch die grüne Bande (Cu α) emittierte. Das Präparat ließ zwar bei okularer Betrachtung im Spektrum keine getrennten d -Maxima erkennen, schien aber doch in der Mitte des beiderseits scharf begrenzten Dauererregungsgebietes etwas weniger hell erregt zu werden. Die Messungen erfolgten, wie früher beschrieben. Die lichtelektrischen Ströme wurden nach je vier Minuten Bestrahlung abgelesen und die Energie des erregenden Lichtes dabei für alle Wellenlängen nahezu konstant gleich $0,5 \cdot 10^{-6}$ cal/sec gehalten³⁾.

¹⁾ B. Gudden und R. Pohl, ZS. f. Phys. 3, 98, 1920.

²⁾ Dieselben, ebenda 2, 181, 1920.

³⁾ Das Phosphorpulver wurde in 3 mm dicker Schicht zwischen zwei 1 mm voneinander entfernten Messingstreifen gepreßt, die auf Bernstein aufgeschraubt und durch eine 2 mm dicke Quarzplatte zugedeckt waren. Ein Bernsteinstempel

Tabelle 1 zu Fig. 1.

Cu-haltiger Zinksulfidphosphor mit gelber Emissionsbande.
Feldstärke 16 800 Volt/cm. Erregungsdauer 4 Minuten.

Wellenlänge in $\mu\mu$	Auffallende Lichtenergie in 10^{-7} cal/sec	Durchfließender Strom in 10^{-11} Amp.	Durchfließende Elek- trizitätsmenge pro Einheit auffallender Lichtenergie in Coulomb/cal
254	5,2	21,8	0,000 42
313	4,8	29,1	0,000 61
334	5,0	318	0,006 33
365	4,7	623	0,013 3
405	4,95	631	0,012 7 ₅
436	3,5	462	0,013 2
492	5,6	21,4	0,000 38

Fig. 1 (dazu Tabelle 1) zeigt die spektrale Verteilung und schon dieses erste Beispiel läßt es wohl nicht zweifelhaft erscheinen, daß es sich hier um mehrere, nicht deutlich voneinander getrennte Gebiete selektiver lichtelektrischer Leitfähigkeit handelt, die mit den Wellenbereichen zusammenfallen, in denen Lenard für die Cu γ - und die Cu α -Bande die d -Erregungsmaxima beobachtet hat, wie sie auf der Abszisse der Fig. 1 vermerkt sind. Daß wir seinerzeit am Ca-Bi-Na-Phosphor eine erheblich bessere Trennung der selektiven Gebiete erzielt haben, liegt unseres Erachtens einmal an dem um etwa ein Drittel größeren Abstand seiner beiden d -Maxima, und weiter daran, daß die d -Erregungsverteilung seiner α -Bande nicht durch die Anwesenheit anderer Emissionsbanden verschleiert wurde. Es bestätigt sich immer wieder die Ansicht Lenards, daß man nur an Phosphoren mit sauber getrennten Emissionsbanden mit klaren Verhältnissen rechnen kann.

§ 3. An dem grünlich leuchtenden Cu-haltigen Zinksulfid, das vorzugsweise die α -Bande emittiert, gelang es uns ebensowenig wie früher, die Gebiete der einzelnen Erregungsmaxima zu trennen. Doch zeigten die Messungen in Fig. 2, zu denen wir jetzt die Wellenlängen 492 und vor allem $334 \mu\mu$ hinzunehmen konnten, daß es sich auch hier um einen zusammengesetzten Kurvenzug handelt, der symmetrisch zu den d -Banden des Cu verläuft.

§ 4. Um weiter zu zeigen, daß auch bei den ZnS-Phosphoren die lichtelektrische Leitfähigkeit mit der Phosphoreszenz im Zusammen-

hielt unter starkem Druck das Pulver so fest, daß die „Meßzelle“ mit der Thermosäule eines Monochromators ausgetauscht werden konnte, ohne daß die mechanischen Erschütterungen die Messungen beeinflussen.

Fig. 1.

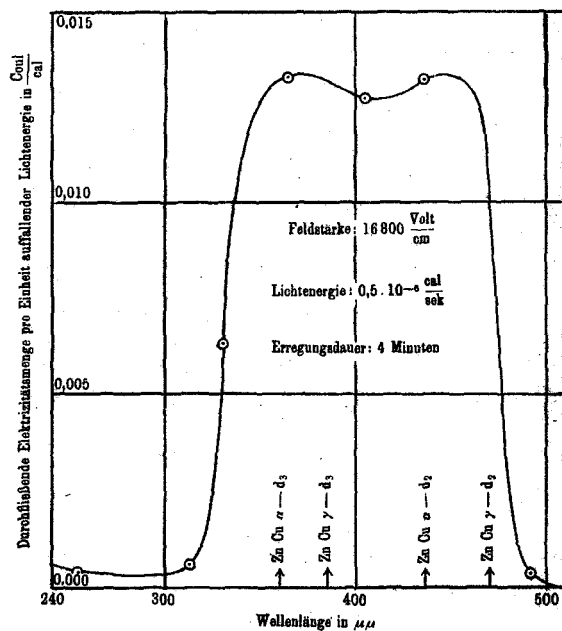
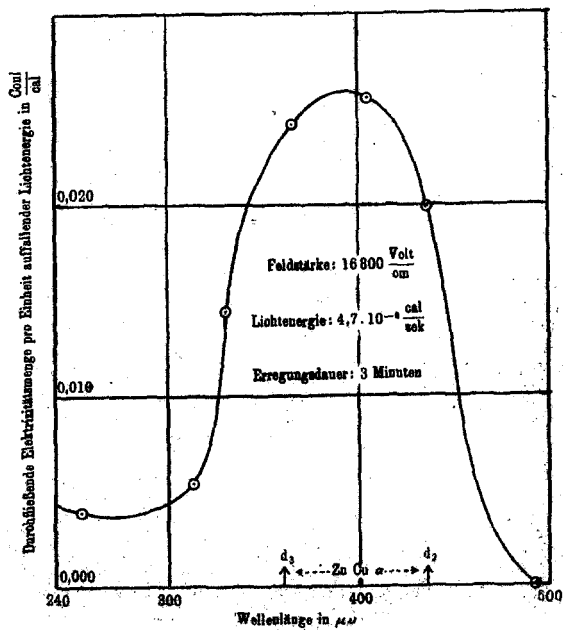
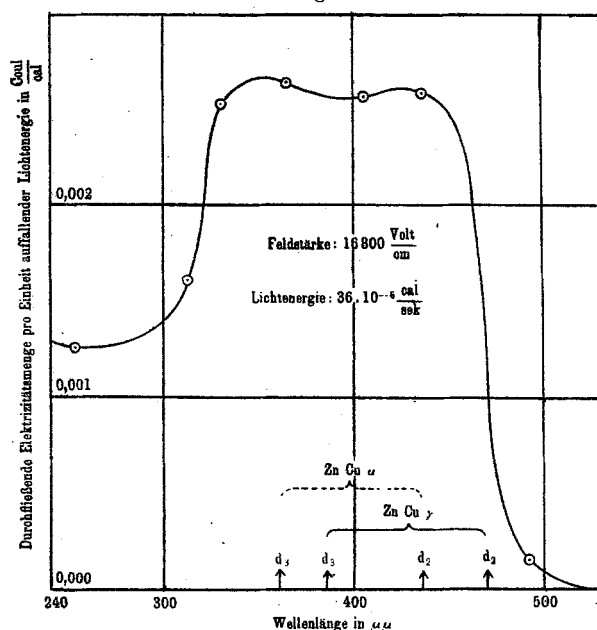


Fig. 2.



hang steht, haben wir noch nach einer anderen Parallele beider Erscheinungen gesucht. Prüft man die Phosphoreszenzerregung im Spektrum, so sieht man, wie nach kurzer Belichtung die langwelligen Gebiete hinsichtlich der Phosphoreszenzhelligkeit benachteiligt sind. Dementsprechend erwarteten wir bei einem Phosphor, den wir mittels eines Uhrwerkschalters stets nur eine Sekunde lang bestrahlten, auch in der lichtelektrischen Leitfähigkeit eine Benachteiligung der langwelligen Gebiete gegenüber den ultravioletten. Der Versuch bestätigte die

Fig. 3.



Vermutung. Bei einer Sekunde Belichtungsdauer tritt *et. par.* das Gebiet der *d*-Maxima relativ zum Ultravioletten bei etwa $300\mu\mu$ viel weniger in Erscheinung (Fig. 3), als wir das am gleichen Phosphor in Fig. 1 beobachtet haben.

§ 5. Es ergibt sich die Frage, wie man die Parallele zwischen lichtelektrischer Leitfähigkeit und Phosphoreszenz zu deuten hat. Als Ursache der Leitfähigkeit können mindestens drei Ursachen in Frage kommen:

1. Der Vorgang der Erregung, in dem die Elektronen, wenn sie sich ohne Lichtemission von einer Gleichgewichtslage oder Energiestufe zu einer zweiten räumlich entfernten bewegen, unter der Einwirkung des elektrischen Feldes eine Vorzugsrichtung erhalten.

2. In gleicher Weise der Vorgang der Abklingung, bei dem die Elektronen zurückkehren und die Lichtemission verursachen.

3. Die Bildung irgendwelcher leitenden Bahnen, im einzelnen absichtlich unbestimmt gelassen.

Zahlreiche Versuche, die wir angestellt haben, um den Anteil der einzelnen genannten Ursachen klarzustellen, haben aus technischen Gründen bisher zu keinem endgültigen Ergebnis geführt. Als sicher halten wir nur, daß die das Phosphoreszenzlicht auslösenden, zurückkehrenden Elektronen an dem Vorgang der Leitfähigkeit wesentlich mitwirken.

Zusammenfassung.

Es wird gezeigt, daß auch die ZnS-Phosphore in der spektralen Verteilung ihrer lichtelektrischen Leitfähigkeit eine weitgehende Parallele zur Phosphoreszenzerregung aufweisen.

Göttingen, Physikalisches Institut der Universität, Nov. 1920.
