

sats, indem der Apparat ohne Wasser *W* auf den Kopf gestellt wurde. Im letzten Falle war das Gefäß *a* oben und das Röhrchen *c* unten, und der aus einem Siedegefaß entnommene Dampf wurde durch das Seitenrohr *b* eingeleitet. Schließlich wurde noch der Wasserkühler *d* längs des Röhrchens *c* versetzt, so daß die Schwingungserregung durch das Scheibchen *S* sowohl oberhalb als auch unterhalb des Knotenpunktes der Grundschwingung untersucht werden konnte. Das Resultat war, daß in sämtlichen Fällen ausnahmslos ein Geräusch hörbar wurde, sobald das Scheibchen *S* an die Kondensationsstellen gebracht wurde. An einer bestimmten Stelle des Kondensationsbereiches ging das Geräusch vorübergehend für die Dauer von wenigen Sekunden, manchmal auch länger, in einen hohen Ton über.

Die Schwingungszahl des entstehenden Tones stimmte größenordnungsweise mit dem Eigenton der Dampf-Luft-Säule *c* überein. Es handelt sich darum, ob die bis zu 10% betragenden Unterschiede als Meßfehler, hervorgerufen durch die unsichere Abgrenzung zwischen Dampf- und Gassäule, oder als systematische Abweichungen zu deuten sind. Um dies zu entscheiden, wurde mit Hilfe des Röhrchens *h* in Abb. 4 Luft gegen die Öffnung *f* geblasen und dadurch der Eigenton der schwingenden Dampf-Luft-Säule *c* erregt. Der Versuch ergab eine vollkommene Übereinstimmung der durch das Scheibchen *S* und das Röhrchen *h* erregten Töne. Somit erregen die Gasschleierschwingungen den Eigenton der Dampf-Luft-Säule *c*.

Es ist zu prüfen, ob die Schwingungserregung durch das Scheibchen *S* zu erklären ist: a) durch einen mechanischen Vorgang, indem der an *S* vorbeiströmende Dampf wirkt wie die aus dem Labium der Orgelpfeife austretende Luft, oder b) durch einen thermischen Vorgang ähnlich der singenden Flamme,

weil der untere Teil des Röhrchens *c* vom Dampf erhitzt und der obere Teil vom Wasser gekühlt ist.

a) Die mechanische Tonerregung durch das Scheibchen *S* wird geprüft ohne Dampf, indem durch das Seitenrohr *b* Luft eingeblasen wird. Dasselbe Scheibchen *S*, das den Gasschleierton erzeugt hatte, wird in das Röhrchen *c* eingeführt. Es entsteht ein Ton nur dann, wenn man das Scheibchen nach *x* bringt, das ist 3 bis 6 mm unterhalb der Öffnung *f*. Die Rohrlänge *c* ist dann das Ein- bis Vielfache der halben Wellenlänge des erzeugten Tones, je nach der Stärke des Anblasens. Es entsteht dagegen niemals ein Ton, wenn das Scheibchen *S* sich bei *m* oder irgendwo in der Mitte von *c* an einer der Stellen befindet, an denen ein Gasschleierton entstanden war. Daraus folgt, daß der von dem Scheibchen *S* erregte Ton nicht auf mechanische Ursachen ähnlich der Orgelpfeife zurückführbar ist.

b) Ein oben und unten offenes Rohr wird thermisch zum Tönen angeregt, wenn man in den unteren Teil des Rohres eine Flamme oder ein erhitztes Drahtnetz einführt. Analog zu diesem Versuch wird die thermische Tonerregung durch das Scheibchen *S* ohne Dampf geprüft, indem das Röhrchen *c* aus dem Gefäß *a* herausgenommen wird, so daß Röhrchen *c* sich oben und unten in freier Luft befindet. Der unter dem Kühler *d* vorstehende Teil des Röhrchens *c* wird statt durch Dampf mit einem Bunsenbrenner erhitzt. Das Röhrchen *c* gibt keinen Ton, an welche Stelle man auch das Scheibchen *S* bringt. Die Tonerregung durch das Scheibchen *S* ist somit nicht thermischer Natur.

Nachdem die Versuche a und b gezeigt haben, daß die Entstehung des Tones an der Kondensationsstelle nicht durch die bekannten mechanischen und thermischen Ursachen erklärt werden kann, bleibt nur die Erklärung mit Hilfe des Gasschleiers übrig.

## NOTIZEN

### Bemerkung über Mischphosphore

Von Peter Brauer<sup>1</sup>

(Z. Naturforsch. **2a**, 238–239 [1947]; eingeg. am 18. Okt. 1946)

Bei den vom Verf. früher<sup>2</sup> beschriebenen, für Ultrarot sensibilisierten Mischphosphoren können die Lichtsummen und deren Spektren beim Ausleuchten und Ausheizen sehr verschieden sein. Dies zwingt nach W. Schottky zu der Annahme, daß das ausleuchtende Licht nicht nur, wie bisher bekannt, gespeicherte Elektronen befreit, sondern auch den Ladungszustand der Aktivatorstörstellen durch Abspaltung von Defektelektronen verändert. Die Eigenabsorption des sensibilisierenden Aktivators (hier des  $\text{Sm}^{+++}$ ) scheint von wesentlichem Einfluß zu sein.

Kürzlich wurde vom Verfasser das neuartige Verhalten gewisser Mischphosphore beschrieben<sup>2</sup>. Die

<sup>1</sup> Großhesselohe bei München. Die Resultate stammen aus einer in den Jahren 1941/42 im Physikalischen Institut der Technischen Hochschule München ausgeführten Arbeit.

seinerzeit mitgeteilten Überlegungen erweisen sich jedoch in einem wesentlichen Punkte als änderungs- bzw. ergänzungsbedürftig. Der Verfasser konnte sich nach Rücksprache mit Hrn. Prof. Schottky davon überzeugen, daß entgegen der ursprünglich geäußerten Ansicht<sup>3</sup> die experimentellen Ergebnisse dazu zwingen, dem Ladungswechsel der Störstellen<sup>4</sup>, also der Abtrennung und Anlagerung von Defektelektronen, eine wesentliche Beteiligung zuzuerkennen; nach Ansicht von Prof. Schottky trifft das insbesondere auch auf die Ausleuchtvorgänge zu. Die an den Phosphoren gefundenen Phänomene, vor allem die Verschiedenheit der Spektren beim Ausheizen und Ausleuchten, müssen nämlich als Beweis dafür angesehen werden, daß die Absorption langwelligen Lichtes nicht

<sup>2</sup> P. Brauer, Z. Naturforsch. **1**, 70–78 [1946]. In dieser Arbeit befindet sich ein Schreibfehler: In den Abb. 3 bis 10 und 12 muß es durchgängig statt  $16000\text{ cm}^{-1}$  richtig  $15000\text{ cm}^{-1}$  heißen.

<sup>3</sup> Siehe besonders Fußnote 21 der Arbeit<sup>2</sup>.

<sup>4</sup> M. Schön, Z. Physik **119**, 463 [1942].



Dieses Werk wurde im Jahr 2013 vom Verlag Zeitschrift für Naturforschung in Zusammenarbeit mit der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. digitalisiert und unter folgender Lizenz veröffentlicht: Creative Commons Namensnennung-Keine Bearbeitung 3.0 Deutschland Lizenz.

Zum 01.01.2015 ist eine Anpassung der Lizenzbedingungen (Entfall der Creative Commons Lizenzbedingung „Keine Bearbeitung“) beabsichtigt, um eine Nachnutzung auch im Rahmen zukünftiger wissenschaftlicher Nutzungsformen zu ermöglichen.

This work has been digitalized and published in 2013 by Verlag Zeitschrift für Naturforschung in cooperation with the Max Planck Society for the Advancement of Science under a Creative Commons Attribution-NoDerivs 3.0 Germany License.

On 01.01.2015 it is planned to change the License Conditions (the removal of the Creative Commons License condition "no derivative works"). This is to allow reuse in the area of future scientific usage.

nur, wie bisher meist angenommen, zur Befreiung in Haftstellen gebundener Elektronen führt, sondern daß sie *außerdem* die Elektronen-Aufnahmebereitschaft der Leuchtstellen oder die Zahl der aufnahmebereiten beeinflusst, wie noch kurz erläutert werden soll.

Ein im erregten Phosphor gespeicherter Energievorrat sei gegeben durch die Gesamtzahl  $N = n_A + n_B + \dots$  ionisierter Aktivatorstörstellen (Leuchtstellen)  $A, B, \dots$  und die gleiche Zahl  $N$  an Haftstellen gebundener Elektronen. Er verteilt sich bei der Rückkehr in den unerregten Zustand — also bei der Wiedervereinigung der Elektronen mit den Leuchtstellen — auf die Aktivatoren  $A, B, \dots$  einschließlich solcher Stellen, an denen die Rekombination ohne Strahlung vor sich geht. Diese Verteilung ist — das

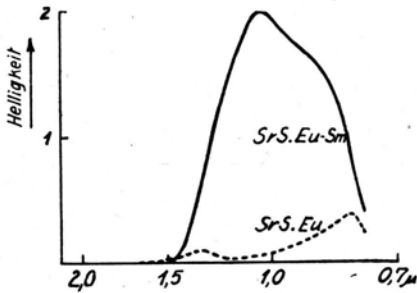
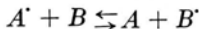


Abb. 1. Spektrale Verteilung der Ausleuchtung. Ordinate: Helligkeit des Emissionslichtes (Spektrum desselben: Z. Naturforsch. 1, 70 [1946], Abb. 8) beim Auftreffen von Licht der auf der Abszisse angegebenen Wellenlänge. Die Kurven sind auf gleiche auffallende Strahlungsleistung pro  $\text{cm}^2$  reduziert.

zeigen die Versuche — beim Ausheizen anders als beim Ausleuchten. Die Teillichtsumme, die zu einem Aktivator  $A$  gehört, hängt also sehr eng mit dem Anteil  $n_A$  der aktivatorspezifischen Leuchtstellen an der Gesamtzahl  $N$  zusammen. Wenn das Größenverhältnis der Teillichtsummen beim Ausheizen und Ausleuchten verschieden ist, dann müssen unter der Wirkung des auslöschenden Lichtes Bewegungen der positiven Ladungen, d. h. Verschiebungen der Gleichgewichte



vorkommen<sup>5</sup>. Hierbei ist die ultrarote Eigenabsorption eines Aktivators wahrscheinlich von Einfluß, was in der spektralen Verteilung der Empfindlichkeit gegen ausleuchtendes Licht erkennbar werden müßte. Hierüber kann vorläufig folgendes gesagt werden.

Mißt man die spektrale Ausleuchtverteilung nach der Dahmschen Methode<sup>6</sup> an einem SrS.Eu-Phosphor, so stellt man zwei Maxima zwischen 0,75 und 1,5  $\mu$  fest (Abb. 1). Sensibilisiert man diesen Phosphor

durch Zugabe von Sm<sup>7</sup>, so tritt, wie Abb. 1 zeigt, ein neues Empfindlichkeitsmaximum auf, welches mit dem Spektralgebiet starker Absorption des Sm<sup>+++</sup> (0,9 bis 1,6  $\mu$ ) ungefähr übereinstimmt<sup>8</sup>. Der Schluß, daß Sm — wie schon von R. Tomaschek vermutet — die Ursache für jenes Empfindlichkeitsmaximum ist, gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, daß die Ausleuchtverteilung des SrS.Ce-Sm die gleiche Form und Lage hat, während das Emissionsspektrum in beiden Fällen grundverschieden ist: SrS.Eu-Sm zeigt das Eu<sup>++</sup>-Spektrum, SrS.Ce-Sm das Ce<sup>+++</sup>-Spektrum. Übrigens besteht auch eine Ähnlichkeit im Temperaturverhalten der beiden Mischphosphore: Ausleuchten des Licht wirkt bei beiden bei  $-196^\circ\text{C}$  wesentlich schwächer als bei  $+20^\circ\text{C}$ . Hingegen wirkt ausleuchtendes Licht auf den reinen SrS.Eu-Phosphor bei tieferen Temperaturen ( $+78^\circ$ ;  $-196^\circ\text{C}$ ) sehr viel stärker als bei Zimmertemperatur. Ist die Auffassung von der Sm<sup>+++</sup>-Absorption als Ursache der spektralen Ausleuchttempfindlichkeit richtig, so sollte man erwarten, daß auch reines SrS.Sm sich diesbezüglich wie die Mischphosphore verhielte. Das ist nun zwar der Fall, doch strahlt SrS.Sm beim Ausleuchten schwach kontinuierlich statt mit dem Sm<sup>+++</sup>-Spektrum, weshalb man diese Beobachtung bei der bekannten Gefahr, selbst bei größter präparativer Sorgfalt, einen durch eine unbekannte Verunreinigung hervorgerufenen Effekt vor sich zu haben, zu sicheren Schlüssen noch nicht verwenden kann.

<sup>5</sup> Wegen Einzelheiten muß auf künftige Veröffentlichungen von Hrn. Prof. W. Schottky verwiesen werden.

<sup>6</sup> A. Dahms, Ann. Physik 13, 425 [1904].

<sup>7</sup> P. Brauer<sup>2</sup>, S. 75.

<sup>8</sup> Siehe z. B. G. Rosenthal, Physik. Z. 40, 508 [1939]. Die dort mitgeteilten Spektren von Sm<sup>+++</sup> wurden mit Hilfe einer Boraxperle aufgenommen. Der Vergleich mit den SrS-Phosphoren kann nur einen ungefähren Anhalt geben, da in Abhängigkeit vom Grundmaterial die Spektren etwas verschieblich und die relative Intensität ihrer Teilbanden sogar stark veränderlich sind.

## Über einige Salze des Indiums V. Über die Indate<sup>1</sup>

Von Fritz Enßlin und Siegfried Valentiner  
Aus dem Hauptlaboratorium Oker der Unterharzer Berg- und Hüttenwerke G.m.b.H., Goslar, und dem Physikal. Institut der Bergakademie Clausthal

(Z. Naturforschg. 2a, 239 [1947]; eingeg. am 2. Januar 1947)

Bericht über Herstellung und Kristallstrukturbestimmung einiger Indate, deren Eigenschaften, einschließlich Farbe und Feinbau, beschrieben werden.

<sup>1</sup> Zusammenfassung der in Z. Naturforschg. 2b, Heft 1/2, S. 5 [1947] erschienenen Arbeit.