

## Zur spektralen Verteilung des Photoeffektes im Bleisulfid

Von HORST ULRICH PFEIFFER

Physikalisches Institut der Universität Frankfurt a. M.  
(Z. Naturforsch. 11 a, 164—165 [1956]; eingegangen am 2. Januar 1956)

Bei der Sensibilisierung von PbS-Aufdampfschichten durch Temperung in Luft von Atmosphärendruck zeigt sich ein Zusammenhang zwischen der Temperungsdauer und der spektralen Verteilung der Photoempfindlichkeit. Die Abb. 1 gibt einen Temperungsversuch mit drei Teilserien von je sieben PbS-Schichten gleicher geometrischer Abmessungen wieder. Sämtliche Schichten einer solchen Serie von drei Teilserien wurden aus einer im Hochvakuum bedampften Glasplatte so herausgeschnitten, daß sie alle der gleichen Zone des Verdampfungskegels entstammten. Sie waren somit vergleichbar. Die Exemplare jeder Teilserie wurden bei gleicher Temperatur verschieden lange Zeit getempert. Da für jede Teilserie eine andere Temperungstemperatur gewählt wurde, waren die an je einem Exemplar jeder Teilserie während der Wärmebehandlung gemessenen Stromkurven (ausgezogene Linien in Abb. 1) sehr verschieden.

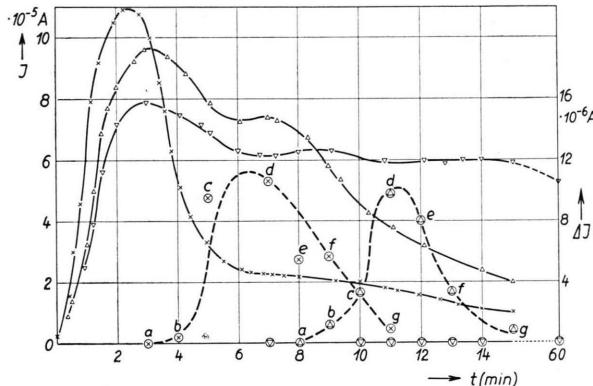


Abb. 1. Der Photoeffekt in Abhängigkeit von der Temperzeit.

- × Teilserie I, Temperung bei 540°C
- △ Teilserie II, Temperung bei 470°C
- ▽ Teilserie III, Temperung bei 330°C

Nach Abkühlung der Zellen auf Zimmertemperatur wurde der Photostrom bei gleicher Bestrahlung mit unzerlegtem Glühlampenlicht gemessen. Als Maß für die Photoempfindlichkeit dient in Abb. 1 die Größe  $\Delta J = J_{\text{hell}} - J_{\text{dunkel}}$ . Dadurch ist jeder Temperkurve eine (gestrichelt eingezeichnete) Photostromkurve zugeordnet, deren Meßwerte durch Kreise gekennzeichnet sind.

Die Photostromkurven wiesen Maxima auf, die sich mit der Temperatur so verschoben, daß zur größeren Temperungstemperatur die kleinere Temperzeit gehörte. Unterhalb von etwa 400°C trat kein Photoeffekt auf, selbst dann nicht, wenn eine Stunde getem-

pert wurde (Meßpunkte  $\nabla$ ). Im letzten Falle fehlt der Abfall der Temperkurve hinter dem ersten Strommaximum, welcher für den Photoeffekt notwendig zu sein scheint.

Bei Bestrahlung mit einer Hg-Dampflampe vom Typ HgQ-500 zeigten die Schichten Ia bis Ie und IIa bis IIe hinter 2 mm Schott-Filter UGI keinen Photoeffekt. Große Temperungszeiten (Schichten If, Ig, IIIf, IIIf) brachten den über Stunden tragen UV-Effekt hervor, welcher von GENZEL und MÜSER<sup>1</sup> beobachtet wurde. Die Schichten der Teilserie III erwiesen sich auch im UV sämtlich als unempfindlich.

Der Umschlag in der UV-Empfindlichkeit der Zellen mit wachsender Temperung macht sich auch im ultravioletten und sichtbaren Spektralbereich bemerkbar. In Abb. 2 ist die spektrale Verteilung der Photoempfindlichkeit der Zellen Id, If, IIe und IIIf dargestellt. Diese Kurven wurden mit Hilfe des von GENZEL und NEUROTH<sup>2</sup> gebauten UR-Monochromators gewonnen, der mit einer Wechsellichtmethode arbeitet. Sie sind in ihrer Absoluthöhe nicht zu vergleichen, da die Empfindlichkeit jeder Kurve bei  $2,1 \mu$  willkürlich gleich 100% gesetzt wurde.

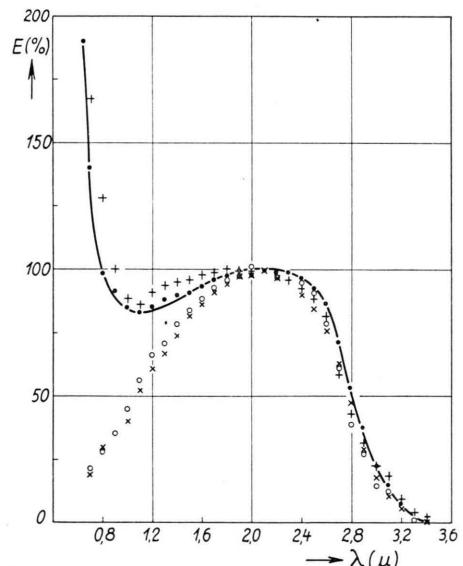


Abb. 2. Spektrale Verteilung des inneren Photoeffektes von vier luftgetemperten Bleisulfidschichten. Sinusförmige Modulation mit 21 Hz. Empfindlichkeit  $E$  in Prozenten der Empfindlichkeit bei  $2,1 \mu$ .

Zelle Nr.	Symbol	Dicke ( $\mu$ )	Feldstärke (V/cm)	Elektrodenabstand (mm)	UV-Effekt
81, Id	---	4	220	6	nicht vorhanden
81, IIe	+++	4	220	6	"
81, If	×-×	4	220	6	vorhanden
81, IIIf	○-○	4	220	6	"

<sup>1</sup> L. GENZEL u. H. MÜSER, Z. Phys. 127, 194 [1950].

<sup>2</sup> L. GENZEL u. N. NEUROTH, Z. Phys. 134, 127 [1953].



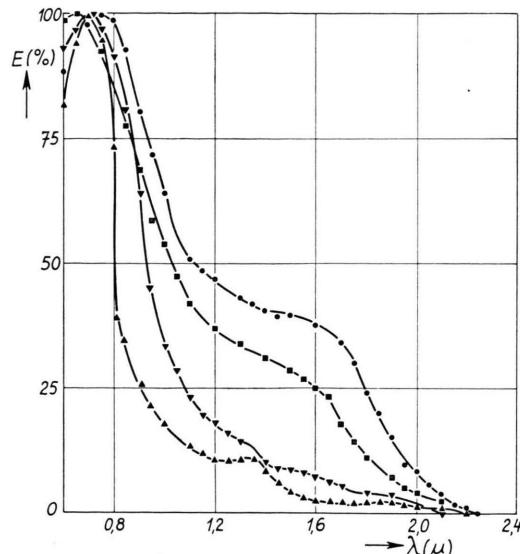


Abb. 3. Spektrale Verteilung des inneren Photoeffektes von vier Bleisulfidschichten verschiedener Herstellung. Es bedeutet: PbS/S: Bleisulfid in Schwefeldampfatmosphäre aufgedampft. Pb/S: Blei in Schwefeldampfatmosphäre aufgedampft. Empfindlichkeitsangabe in Prozenten des Maximalwertes.

Die Zellen I f und II f zeigten ein Verhalten, wie es von luftgetemperten PbS-Zellen allgemein bekannt ist. Ihre Empfindlichkeit hatte eine rote Grenze bei  $3,4 \mu$  und ein Maximum bei  $2,1 \mu$ . Nach kürzeren Wellen hin fiel sie nahezu linear ab im Sinne der „Quantengeraden“.

Zelle Nr.	Symbol	Dicke ( $\mu$ )	Feldstärke (V/cm)	Herstellung	Elektrodenabstand (mm)
176	●—●	7	100	PbS/S	1
177	■—■	$\approx 1$	330	PbS/S	4
172	▲—▲	5	330	Pb/S	4
171	▼—▼	4	440	Pb/S	3

Grundlegend anders verhielten sich die Zellen I d und II e. Sie besaßen ebenfalls eine langwellige Grenze bei  $3,4 \mu$  und ein relatives Maximum der Empfindlichkeit bei  $2,1 \mu$ , zeigten jedoch bei etwa  $1,0 \mu$  einen sehr steilen Anstieg nach kürzeren Wellen. Dieser Anstieg stimmt bemerkenswert mit der von PUTLEY<sup>3</sup> gefundenen Ablösearbeit von etwa 1,2 eV überein. Er stimmt ferner überein mit dem Anstieg bei Schichten, die ganz ohne Sauerstofftemperung durch Aufdampfen in einer Schwefeldampfatmosphäre gewonnen wurden und nur mit Luft von Zimmertemperatur in Berührung kamen. Die spektrale Verteilung dieser Schichten zeigt Abb. 3.

Nur rasch aufgedampfte, sehr haftfeste Schichten zeigten das Verhalten nach Abb. 2. Bei den Exemplaren einer langsam aufgedampften, aus weniger fest haftenden PbS-Schichten bestehenden Serie war stets Photoempfindlichkeit im Sichtbaren und Ultraroten mit UV-Empfindlichkeit gekoppelt. Dieser Befund ist vermutlich so zu verstehen, daß weniger fest haftende Schichten wegen ihrer größeren Oberfläche rascher durchoxydiert werden.

<sup>3</sup> E. H. PUTLEY u. J. B. ARTHUR, Proc. Phys. Soc., Lond. B **379**, 616 [1951].

## Die Lichtabsorption von Quarzglas zwischen 1470 Å und 1750 Å

Von W. GROTH und H. v. WEYSENHOFF

Institut für Physikalische Chemie der Universität Bonn (Z. Naturforschg., **11 a**, 165—166 [1956]; eingegangen am 2. Januar 1956)

Im Zusammenhang mit unseren photochemischen Untersuchungen im SCHUMANN-Ultraviolet ergab sich die Frage, ob Quarzglas in Schichtdicken von einigen  $1/100$  mm für Ultraviolettradiation bis 1470 Å (Resonanzwellenlänge des Xenons) noch merklich durchlässig sei.

Die Absorption von Quarzglas wurde mit Hilfe eines Flußspatspektrographen in Schichtdicken von 0,012 mm

bis 0,53 mm für die Resonanzwellenlänge des Xenons bei 1470 Å, eine Reihe von Linien des Wasserstoff-Viellinien-Spektrums zwischen 1486,7 Å und 1609,9 Å und für eine Linie des Stickstoffspektrums bei 1743 Å bestimmt und der Anschluß an die bekannten Absorptionskoeffizienten von Quarzglas für Wellenlängen oberhalb von 1860 Å hergestellt. — Als Lichtquelle diente ein Entladungsrohr, das mit einem Lithium-fluoridfenster versehen und mit einem Gemisch von Neon und Xenon, reinem Wasserstoff oder reinem Stickstoff gefüllt war.

Abb. 1 zeigt Beispiele von Absorptionsaufnahmen mit gleichen Belichtungszeiten: das ungeschwächte Wasserstoffspektrum (1); das gleiche Spektrum mit einem Quarzblättchen von 0,012 mm (2) und von

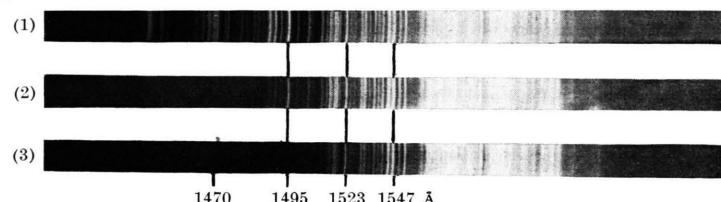


Abb. 1.

(1) Wasserstoffspektrum, ungeschwächt, 2 min belichtet; (2) dasselbe, mit Quarzblättchen 0,012 mm, 2 min belichtet; (3) dasselbe, mit Quarzblättchen 0,045 mm, 2 min belichtet.