

ordnung, die SUess<sup>8</sup> 1933 gegeben hat. Danach können die Australite kaum älter sein als diluvial (Pleistozän). Die Zinnseifen, in denen Billitonite gefunden werden, gelten als altdiluvial. Die Lagerungsverhältnisse der Indochinite deuten auf ältestes Diluvium. Die Moldavite werden im Schotter der südlichen böhmischen Masse gefunden, welcher seiner Lage nach vermutlich in das Jungmiozän gehört.

Die K-Ar-Messungen bestätigen das höhere Alter der Moldavite. Für die Australite, Billitonite und Indochinite ergibt die K-Ar-Methode mittelpleistozäne Alter, die innerhalb der Fehlergrenzen gleich groß sind.

Aus obigen Ergebnissen muß man also schließen, daß die Moldavite gegenüber den anderen Tektitenfunden sicher einem zeitlich verschiedenen Ereignis zuzuschreiben sind. Die Australite, Billitonite und Indochinite können jedoch zu ein und derselben Gruppe von Tektiten gehören.

Beim Aufschluß der Tektite wurde auch die gesamte Gasabgabe verfolgt. Verglichen mit irdischem Obsidiansglas, welches zu diesem Zweck untersucht wurde, verhielten sich Tektite wie im Vakuum erhitzte Gläser. Diese Beobachtung stimmt mit der von SUESS<sup>9</sup> gemachten Gasbestimmung in Tektiten überein. Er fand in einer Probe eines Philippiniten praktisches Vakuum.

Ferner kann man die gemessenen Alter mit den Re-

sultaten von EHMANN und KOHMAN<sup>1</sup> vergleichen. Die älteren Moldavite haben danach kein Al<sup>26</sup>, weil dessen Halbwertszeit nur  $7,5 \cdot 10^5$  a beträgt, während Be<sup>10</sup> mit der Halbwertszeit von  $2,7 \cdot 10^6$  a noch vorhanden ist. Jedoch ist die Be<sup>10</sup>-Aktivität dreimal kleiner als die bei Australiten, was nach dem Altersunterschied vernünftig erscheint. Die Australite besitzen infolge ihres jungen K-Ar-Alters auch noch eine Al<sup>26</sup>-Aktivität. Somit stehen die Messungen von EHMANN und KOHMAN mit unseren Ergebnissen nicht im Widerspruch.

Unsere Messungen sollen an weiterem Material fortgesetzt werden. Bisher haben wir feststellen können, daß zwei verschiedene Moldavite und zwei verschiedene Australite gleiches Alter besitzen. Weitere Messungen an anderen Tektiten sollen zeigen, ob dies allgemein gültig ist und wieviel Altersgruppen von Tektiten im ganzen unterschieden werden können. Damit wird es dann auch möglich sein, der Frage nach der Herkunft dieser Tektite näher zu kommen und einen Beitrag zu der Entscheidung zu liefern, ob es sich z. B. um Meteorite oder um Material aus Meteoriten- oder Kometeneinschlägen auf der Erde oder auf dem Mond handelt.

Wir danken Herrn Dr. LEUTNER, Analysenlabor der BASF, Ludwigshafen, für die K-Analysen.

<sup>8</sup> F. E. SUESS, *Naturwissenschaften* **21**, 857 [1933].

<sup>9</sup> H. E. SUESS, *Geochim. Cosmochim. Acta* **2**, 76 [1951].

# Über Influenzerscheinungen an photoleitenden Einkristallen

Von W. THIELEMANN und K. KREHER

Physikalisches Institut der Karl-Marx-Universität Leipzig  
(Z. Naturforschg. **14 a**, 687—688 [1959] ; eingegangen am 25. Mai 1959)

Mit Hilfe einer Methode, über deren Grundlagen an anderer Stelle<sup>1</sup> ausführlich berichtet wird, werden durch Influenz hervorgerufene Aufladungen in CdS- und ZnS-Einkristallen nachgewiesen und deren zeitliche Änderun-

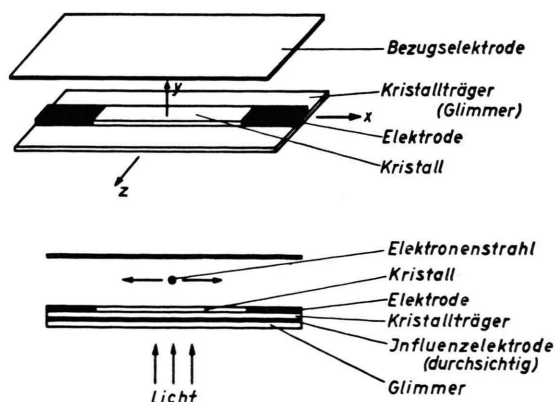


Abb. 1. Schema der Versuchsanordnung.  
Abstand Bezugselektrode—Kristall ca. 3 mm;  
Abstand Influenzelektrode—Kristall ca. 0,1 mm;  
Abmessung des Kristalles ca.  $10 \times 1 \times 0,1 \text{ mm}^3$ .

gen gemeinsam mit den gleichzeitig auftretenden Leitfähigkeitsänderungen untersucht.

Der Nachweis der Ablenkungen geschieht durch Beobachten der Ablenkung eines Elektronenstrahls, der in einem Abstand von etwa 2 mm an der Kristalloberfläche vorbeiläuft. Abb. 1 zeigt ein Schema der in eine Elektronenstrahlröhre eingebauten Anordnung. Mit Hilfe einer Kippspannung wird der senkrecht zur Zeichenebene laufende Elektronenstrahl zwischen einer geraden Bezugselektrode und dem Photohalbleiter parallel zu dessen Oberfläche hin und her bewegt. Auf der dem Elektronenstrahl abgewandten Seite des Kristalls befindet sich, von diesem isoliert, eine auf Glimmer aufgedampfte durchsichtige Metallschicht, die zum Influenzieren von Ladungen im Kristall dient und im folgenden als Influenzelektrode bezeichnet wird. Der Kristall kann durch diese Elektrode hindurch belichtet werden.

Ist der Kristall aufgeladen [Ladungsdichte  $\omega(x)$ ] und befinden sich Influenzelektrode und Bezugselektrode auf Erdpotential, so treten sowohl zwischen Kristall und Bezugselektrode als auch zwischen Kristall und Influenzelektrode Felder auf, die beide proportional  $\omega(x)$  sind. Obwohl auf Grund der Geometrie der Anordnung der Betrag der Feldstärke zwischen Kristall und Bezugselektrode etwa 30-mal kleiner ist als zwischen Kristall und Influenzelektrode, erhält man eine genügend große Ablenkung des Elektronenstrahles. Auf dem Leuchtschirm erhält man eine Kurve  $\eta(x)$ , die wenigstens näherungsweise ähnlich der Kurve  $\omega(x)$  verläuft. (Über die räumliche Verteilung der Ladung im Kristall kön-

<sup>1</sup> CH. KLEINT u. K. KREHER, Exp. Techn. Phys., im Erscheinen.

nen keine Aussagen gemacht werden. Da der Abstand des Strahls vom Kristall groß gegen die Dicke des Kristalls ist, kann für die Berechnung der Ablenkung die Ladung als Flächenladung angenähert werden.)

Zunächst wurden Versuche ausgeführt, bei denen beide Elektroden des Kristalles geerdet waren. Durch positive Aufladung der Influenzelektrode bei dunkelgetastetem Elektronenstrahl (zur Vermeidung von Kristallaufladungen durch den Elektronenstrahl) und eingeschalteter Belichtung wurde ein influenzierendes Feld von etwa  $10^5$  V/cm erzeugt. Einige Sekunden später wurde die Belichtung abgeschaltet. Nachdem die Photoleitung weitgehend abgeklungen war, wurde die Influenzelektrode wieder geerdet und der Elektronenstrahl hellgetastet. Die Ablenkung des Strahles zeigte, daß der Kristall negativ aufgeladen war (Abb. 2). Die Aufladung

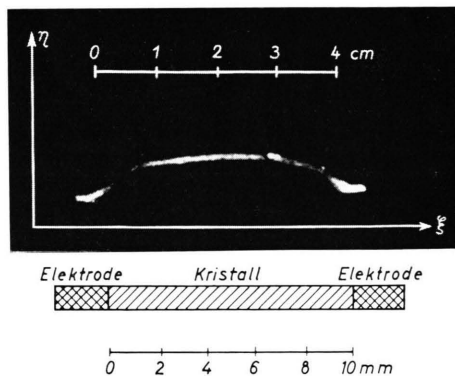


Abb. 2. Aufladung bei starker Photoleitung (CdS).

war annähernd homogen verteilt und erreichte den Wert, den man unter der Annahme erwarten sollte, daß sämtliche Feldlinien während des Influenzierens auf dem Kristall enden. Die Aufladung war bedeutend kleiner, wenn der Kristall während des Influenzierens nicht belichtet wurde. Bei sehr geringer Dunkelkeitleitfähigkeit (ZnS) beobachtete man zwei getrennte Ladungsanhäu-

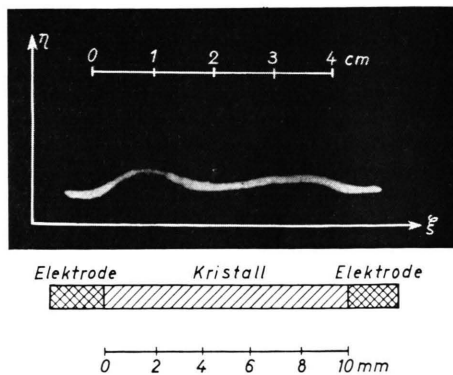


Abb. 3. Aufladung bei sehr geringer Dunkelkeitleitung (ZnS).

fungen in der Nähe der Elektroden (Abb. 3). (Kontrollversuche mit der Kristallhalterung allein ergaben keine Aufladung.)

Bei allen Versuchen zeigte sich, daß die Aufladung nach Abschalten des influenzierenden Feldes bei Dunkelheit sehr lange Zeit erhalten blieb, wenn der Kristall negativ aufgeladen war, dagegen sehr rasch verschwand, wenn der Kristall positiv aufgeladen war. Es kann daraus der folgende Schluß gezogen werden: Bei negativer Aufladung werden die influenzierten Elektronen in kurzer Zeit von Haftstellen eingefangen und bleiben auch nach Abschalten des influenzierenden Feldes dort fest sitzen, bis sie durch thermische oder andere Anregung wieder ins Leitungsband gelangen und abfließen können. Das Auftreten von zwei Ladungsanhäufungen bei sehr geringer Leitfähigkeit deutet darauf hin, daß die eindringenden Elektronen bereits in unmittelbarer Nähe der Elektroden von Haftstellen eingefangen werden und durch ihre Raumladung das Nachfließen weiterer Elektronen verhindern. Bei positiver Kristallaufladung werden Elektronen aus dem Kristall vertrieben. Diese kommen aus dem Leitungsband oder aus besetzten Haftstellen, aus denen sie durch thermische Anregung befreit werden. Nach Abschalten des influenzierenden Feldes können leicht Elektronen aus den Elektroden wieder zufließen; die influenzierte Ladung verschwindet daher sehr rasch.

Durch gleichzeitige Untersuchung der zeitlichen Änderungen von Strahlablenkung und Leitfähigkeit der Kristalle<sup>2</sup> lassen sich die entwickelten Vorstellungen bestätigen. Bei negativer Aufladung des Kristalls steigt infolge Zunahme der Elektronenzahl die Leitfähigkeit sehr stark an. Innerhalb einer Millisekunde fällt sie aber wieder fast auf den ursprünglichen Wert ab, da die influenzierten Elektronen von Haftstellen aufgenommen werden. Ist die influenzierte Elektronenzahl größer als die Zahl der durch Belichtung angeregten Elektronen, so verschwindet die Leitfähigkeit vollständig, wenn das influenzierende Feld abgeschaltet wird, da sämtliche Leitungselektronen den Kristall verlassen. Die Neutralität ist damit aber noch nicht erreicht, sondern wird erst allmählich dadurch wieder hergestellt, daß weitere Elektronen, die durch Licht angeregt werden bzw. durch thermische Anregung aus Haftstellen befreit werden, den Kristall verlassen.

Es ist deutlich zu beobachten, daß die Leitfähigkeit erst in dem Augenblick langsam anzusteigen beginnt, in dem die Neutralität wiederhergestellt ist. Der Kristall ist zu dieser Zeit noch nicht im Gleichgewicht. Die Elektronenkonzentration im Leitungsband ist zu gering, in den Haftstellen zu groß. Das Gleichgewicht und damit die ursprüngliche Leitfähigkeit stellen sich erst allmählich wieder ein.

Die hier entwickelten Anschauungen stimmen mit den Schlußfolgerungen überein, die ROSE und SMITH<sup>3,4</sup> aus der Untersuchung raumladungsbegrenzter Ströme in CdS zogen.

<sup>2</sup> W. THIELEMAN, Z. Naturforschg. **14a**, 92 [1959].

<sup>3</sup> R. W. SMITH u. A. ROSE, Phys. Rev. **97**, 1531 [1955].

<sup>4</sup> A. ROSE, Phys. Rev. **97**, 1538 [1955].