

wurden als beste Werte eine Leerlaufspannung von 0,8 V und ein Kurzschlußstrom von 8 mA/cm² gemessen gegenüber maximal 0,66 V und 2,6 mA/cm² bei polykristallinen Elementen.

Erste orientierende Versuche wurden mit InP durch-

geführt. Es zeigte sich, daß sich auch InP nach dem beschriebenen Verfahren aus der Schmelze ziehen läßt.

Herrn Dr. O. G. FOLBERTH danke ich für die Überlassung des Ausgangsmaterials und Herrn Dr. H. PFISTER für die an den Kristallen durchgeführten LAUE-Aufnahmen.

Zur Bestimmung der Temperatur von Lichtbögen durch Schwärzungsvergleich mit einem ähnlichen Bogen bekannter Temperaturverteilung

Von G. BUSZ-PEUCKERT und H. J. QUEISSER

Aus dem Forschungslaboratorium
der Siemens-Schuckertwerke AG., Erlangen

(Z. Naturforsch., 11 a, 513–514 [1956]; eingegangen am 13. April 1956)

Herrn Professor TREDELENBURG zum 60. Geburtstag gewidmet

Zur Messung der Temperatur in Lichtbögen werden im allgemeinen spektroskopische Verfahren verwendet, die einen beträchtlichen experimentellen Aufwand erfordern. Wir beschreiben im folgenden ein photographisches Verfahren, mit dessen Hilfe die Temperaturverteilung in gleichartigen Bögen verhältnismäßig einfach mit einer Genauigkeit von besser als $\pm 10\%$ ermittelt werden kann, wenn die Temperaturverteilung eines unter gleichem Druck in gleichem Gas brennenden Eichbogens bekannt ist. Diesem Verfahren liegt eine theoretisch begründete und empirisch prüfbare Beziehung zwischen der Schwärzungsverteilung im photographischen Bogenbild und der radialen Temperaturverteilung im Bogen zugrunde.

Wir zeigen zunächst, daß mindestens in einem weiten Temperaturbereich die radiale Temperaturverteilung eindeutig mit der die Schwärzung im Bogenbild bewirkenden Gesamtstrahlung des Bogens zusammenhängt, die sich ihrerseits aus Linienstrahlung und kontinuierlicher Strahlung zusammensetzt. Berücksichtigt man bei der Linienstrahlung nur die Linien der neutralen und einfach ionisierten Atome, so läßt sich die gesamte Linienstrahlung der Volumeneinheit schreiben als

$$J_L(T) = \sum_{E_0} \sum_{\nu} c_{\nu} n_0(T, p) \cdot e^{-E_0/kT} \cdot h \nu \quad (1)$$

$$+ \sum_{E^+} \sum_{\nu} c_{\nu}^+ n^+(T, p) \cdot e^{-E^+/kT} \cdot h \nu.$$

Hierin bedeuten $n_0(T, p)$ und $n^+(T, p)$ die räumlichen Dichten der neutralen Atome und der positiven Ionen, E_0 und E^+ die verschiedenen Anregungszustände des Atoms und Ions und schließlich c_{ν} und c_{ν}^+ Konstanten, die die statistischen Gewichte und Übergangswahrscheinlichkeiten enthalten. Die Strahlungsintensität jeder Linie steigt mit wachsender Temperatur bis zu einem Maximum, das dadurch zustande kommt, daß entsprechend dem BOLTZMANN-Faktor ein immer größerer Prozentsatz der Atome zur Strahlung angeregt wird, die Zahl der anregbaren Atome oberhalb einer bestimmten Temperatur aber infolge thermischer Ionisierung (bei den Ionen infolge Doppelionisierung) wieder abnimmt. Der Temperaturwert des Maximums

hängt für jede Linie zwar vom Wert der Anregungsenergie E_A ab, doch liegen bei dem von uns behandelten Beispiel des Argons die Strahlungsmaxima aller Linien des neutralen Atoms in dem engen Temperaturbereich von $16\,000 \pm 300^\circ \text{K}$. Abb. 1 zeigt den relativen Verlauf der Strahlungsintensität einer Linie des Atoms und einer Ionenlinie als Funktion der Temperatur.

Die zur Linienstrahlung hinzukommende kontinuierliche Strahlung ist bei einem Druck von 1 Atm. relativ schwach und verändert den Verlauf von Abb. 1 nicht merklich. Bei höheren Gasdrücken kann die kontinuierliche Strahlung zwar wesentlich werden, läßt sich aber in ihrer Temperaturabhängigkeit durch eine Formel darstellen, die bis auf die veränderten Konstanten mit Gl. (1) identisch ist. Da die „Anregungsspannungen“ des Elektronenbrems- und Rekombinationskontinuums der einfach und doppelt ionisierten Atome aber größer als die der entsprechenden Linien sind, liegen die entsprechenden Strahlungsmaxima auch bei etwas höheren Temperaturen.

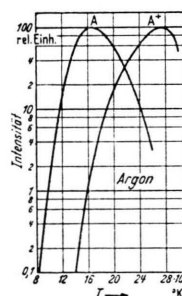


Abb. 1. Abhängigkeit der Linienintensitäten von neutralem und einfach ionisiertem Argon von der absoluten Temperatur.

Aus dieser Diskussion folgt, daß die gesamte Strahlungsintensität der Volumeneinheit eines Bogens in dem Temperaturbereich (bei uns $T < 16\,000^\circ \text{K}$), der vor dem ersten Strahlungsmaximum liegt, mit Sicherheit eine monotone Funktion der Temperatur ist. Über die Abhängigkeit der Strahlungsintensität von der Temperatur im Bereich jenseits des ersten Strahlungsmaximums läßt sich theoretisch nichts vorhersagen, solange die Übergangswahrscheinlichkeiten von Atomlinien, Ionenlinien und kontinuierlichen Beiträgen nicht bekannt sind.

Meßmethodik

Zur Prüfung des angegebenen Verfahrens wurde ein Argon-Hochtemperatur-Bogen verwendet, dessen Temperaturverteilung bei 200 A mit spektroskopischen



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.

Methoden sowie mittels RÖNTGEN-Absorptionsmessungen bestimmt worden war¹. Dieser Eichbogen wurde zusammen mit zwei Bögen unbekannter Temperaturverteilung (100 A- und 500 A-Bogen) auf der gleichen Platte aufgenommen, deren Schwärzungskurve durch Aufnahme eines Stufensektors bestimmt wurde. Es wurde nun bei einem bestimmten Kathodenabstand das Bild des Eichbogens senkrecht zur Bogenachse photometriert, die Schwärzungswerte in Intensitätswerte umgerechnet und diese auf verschiedene Schichtdicken sich beziehenden Intensitätswerte mittels der ABELschen Integralgleichung in bekannter Weise¹ auf die radiale Intensitätsverteilung umgerechnet. Dann wurde die so ermittelte radiale Intensitätsverteilung gegen die aus den früheren Messungen bekannte radiale Tem-

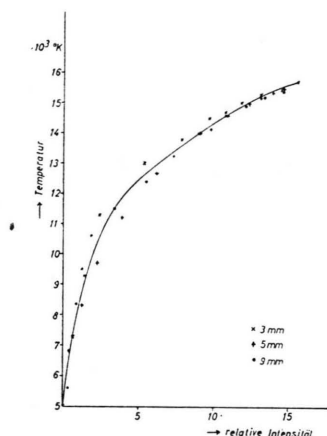


Abb. 2. Abhängigkeit der Gesamtstrahlungsintensität von der Temperatur. Die Eichpunkte wurden drei verschiedenen Bogenebenen entnommen.

peraturverteilung aufgetragen. Die so erhaltene Eichkurve (Abb. 2) wurde durch entsprechende Messungen bei anderen Bogenquerschnitten kontrolliert und bestätigt. Die in Abb. 2 eingezeichneten Meßpunkte zeigen die ausgezeichnete innere Übereinstimmung.

Zur Bestimmung der unbekannten Temperaturverteilung der Bögen von 100 und 500 A wurde in gleicher

¹ G. BUSZ u. W. FINKELNBURG, Z. Phys. 139, 212 [1954].

Weise deren radiale Intensitätsverteilung in verschiedenen Abständen von der Kathode ermittelt und aus der Eichkurve (Abb. 2) die entsprechenden Temperaturwerte entnommen. Als Ergebnis zeigt Abb. 3 die Isothermen des Eichbogens (Mitte) und der beiden vorher unbekannten Bögen. Da für unseren Eichbogen oberhalb 16 000° K keine Eichpunkte mehr zur Verfügung

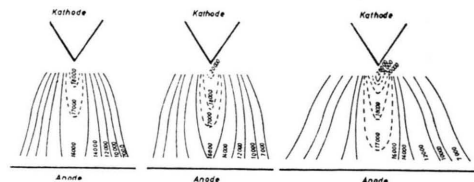


Abb. 3. Isothermen im 100, 200 und 500 A-Argon-Bogen. Die gestrichelten Isothermen wurden aus extrapolierten bzw. interpolierten Kurvenstücken des radialen Temperaturverlaufs erhalten.

standen, wurde die radiale Temperaturverteilung in den drei Beispielen von 16 000° K bis zur Bogenachse hin extrapoliert. Die aus diesen extrapolierten Kurvenstücken gewonnenen Isothermen sind in Abb. 3 gestrichelt eingezeichnet. Für den 500 A-Bogen war zusätzlich aus dem Strahlungsmaximum der Ionenlinien die Isotherme von 28 000° K bestimmt worden. Eine Erweiterung der behandelten Methode auf den Temperaturbereich oberhalb des ersten Strahlungsmaximums ist dann möglich, wenn empirische Eichwerte zur Verfügung stehen. Dann ist unsere Methode auch brauchbar für den denkbaren Fall, daß einer bestimmten Intensität mehrere Temperaturwerte zuzuordnen sind, da die Temperatur im Bogen in Richtung zur Achse nur zu- und nicht abnehmen kann. — Solche Eichpunkte sind z. B. die Strahlungsmaxima der höheren Ionisationsstufen. Die übliche Bestimmung auf Grund von Linienbreiten und Kontinuum-Intensität versagt in diesem hohen Temperaturbereich, weil die Elektronendichte dann nicht mehr von der Temperatur abhängt.

Herrn Professor W. FINKELNBURG danken wir für aufschlußreiche Diskussionen und Fräulein B. MIETH für Hilfe bei den Aufnahmen und Auswertungen.

Zur Erosion aus Metalloberflächen durch Ultraschall-Kavitation

Von R. ESCHÉ und H. KIMMEL

Technische Stammabteilung und Forschungslaboratorium der Siemens-Schuckertwerke AG., Erlangen
(Z. Naturforschg. 11 a, 514—515 [1956]; eingegangen am 24. Januar 1956)

Herrn Professor TRENDLENBURG zum 60. Geburtstag gewidmet

Unter Kavitation versteht man die Bildung von Hohlräumen in Flüssigkeiten. Das Zusammenstürzen dieser Hohlräume erzeugt heftige Druckstöße in der Flüssigkeit. Die durch Kavitation verursachte Zerstörung und

Abtragung von Metalloberflächen ist bereits in zahlreichen Untersuchungen behandelt worden.

Allen diesen Arbeiten¹ ist die Auffassung gemeinsam, daß die bei Kavitation auftretenden örtlichen Druck- und Temperaturspitzen der Größenordnung 10^3 atm. bzw. 10^3 ° K für den Erosionsvorgang verantwortlich sind.

¹ LORD RAYLEIGH, Phil. Mag. (6) 34, 94 [1917]. — B. E. NOLTINGK u. E. A. NEPPIRAS, Proc. Phys. Soc., Lond. 63, 9, 674 [1950]. — M. KORNFELD u. L. SUVOROV, J. Appl. Phys. 15, 495 [1944]. — H. G. MÖLLER u. A. SCHOCH, Akust. Z. 6, 165 [1941]. — TH. RUTENBECK, Z. Metallkde. 33, 4, 145 [1941]. — R. T. KNAPP, Proc. Inst. Mech. Engrs. (A) 166, 150 [1952].