

Isotopen-Zusammensetzung einiger Bleiglanze

Von H. FR. EHRENBURG und H. J. MÜRTZ

Aus dem Physikalischen Institut der Universität Bonn
(Z. Naturforschg. 13 a, 854—855 [1958]; eingegangen am 23. Juli 1958)

Es werden einige weitere massenspektrometrische Messungen der Isotopen-Zusammensetzung von Bleierzen mitgeteilt und die Ergebnisse auf Grund der üblichen Modellvorstellungen ausgewertet. Ferner werden einige Vergleichsmessungen referiert, die zeigen, daß die Spektrometer in Bern und Bonn innerhalb der Meßgenauigkeit gleiche Resultate erzielen.

Für die hier mitgeteilten Messungen wurde — ebenso wie bei früheren Untersuchungen an Bleierzen^{1—3} — ein hochauflösendes, einfach-fokussierendes Massenspektrometer mit 60° Ablenkwinkel verwendet, das (bis auf einige unwesentliche Änderungen) bereits früher⁴ beschrieben worden ist. Da derartige Untersuchungen mit dem Ziel einer geologischen Auswertung in verschiedenen Laboratorien ausgeführt werden, war es wünschenswert, etwaige systematische Einfüsse der verschiedenen Apparaturen auf das Meßergebnis kennenzulernen und auszuschließen bzw. die Übereinstimmung der Resultate mit denen anderer Spektrometer zu kontrollieren. Eine Übereinstimmung des 180° -Spektrometers in Toronto (Kanada) mit dem 60° -Spektrometer in Harwell (England) ist bereits früher⁵ gezeigt worden. Vergleichsmessungen zwischen den Geräten in Bern (Schweiz) und Toronto waren ebenfalls zufriedenstellend. In Tab. 1 wird an drei Beispielen gezeigt, daß die Messung derselben Probe in den Spektrometern in Bern und in Bonn innerhalb der Meßgenauigkeit dasselbe Resultat liefert.

Es wurde in üblicher Weise das Spektrum sowohl der Pb^+ - als auch der PbS^+ -Ionen gemessen. Die Rest-

intensität zwischen den Massenzahlen 207 und 208 betrug im günstigsten Fall nur 0,08% der Intensität der Massenzahl 208 und niemals mehr als 0,3%. Wenn sie größer war als 0,1%, wurde eine entsprechende Korrektur vorgenommen, die wir aus der Linienform empirisch ermittelten hatten. Alle Messungen wurden ohne Elektronenführungsmagneten an der Ionenquelle ausgeführt, um dort eine Vordispersion auszuschließen. Die angegebenen Fehlergrenzen sind keine statistischen Mittelwertfehler, sondern die größten bei einer Einzelmessung auftretenden Abweichungen.

Nachdem so die Abwesenheit von systematischen Fehlern der Apparatur sichergestellt war, wurden weitere Messungen an bisher noch nicht untersuchten Bleiglanz-Proben vorgenommen. Die Ergebnisse sind in Tab. 2 zusammengestellt. Es bedeuten in üblicher Weise α , β , γ das Hundertfache der Häufigkeitsverhältnisse $(^{206}\text{Pb})/(^{204}\text{Pb})$, $(^{207}\text{Pb})/(^{204}\text{Pb})$, $(^{208}\text{Pb})/(^{204}\text{Pb})$, μ und ν die auf den heutigen Zeitpunkt extrapolierten Atomzahlhäufigkeiten $(^{238}\text{U})/(^{204}\text{Pb})$ und $(^{232}\text{Th})/(^{238}\text{U})$ im Muttergestein des Bleierzes, sowie p das Modellalter der Bleiprobe. Bezüglich der Auswertungsmethode und

| Nr. | Probe | Messung in | $(^{204}\text{Pb})/(^{206}\text{Pb}) \cdot 100$ | $(^{207}\text{Pb})/(^{206}\text{Pb}) \cdot 100$ | $(^{208}\text{Pb})/(^{206}\text{Pb}) \cdot 100$ |
|-----|---------------------------------------|-------------------|---|---|---|
| 2 | Meggen II, B Westfalen | Bern ⁶ | $5,43 \pm 0,015$ | $85,5 \pm 0,15$ | $209,7 \pm 0,6$ |
| | | Bonn | $5,44 \pm 0,02$ | $85,3 \pm 0,2$ | $209,4 \pm 0,6$ |
| 76 | Bleiberg Kärnten, Schacht Rudolf a | Bern ⁶ | $5,395 \pm 0,015$ | $85,45 \pm 0,15$ | $210,5 \pm 0,7$ |
| | | Bonn | $5,40 \pm 0,02$ | $85,4 \pm 0,1$ | $210,3 \pm 0,7$ |
| 78 | Bleiberg Kärnten Schacht Antoni | Bern ⁶ | $5,395 \pm 0,02$ | $85,5 \pm 0,1$ | $210,4 \pm 0,4$ |
| | | Bonn | $5,45 \pm 0,04$ | $85,5 \pm 0,1$ | $210,4 \pm 0,4$ |

Tab. 1.

¹ H. FR. EHRENBURG, Z. Phys. **134**, 317 [1953].

² J. GEISS, Z. Naturforschg. **9 a**, 218 [1954].

³ H. FR. EHRENBURG u. G. HORLITZ, Z. Naturforschg. **9 a**, 951 [1954].

⁴ H. FR. EHRENBURG, J. GEISS u. R. TAUBERT, Z. angew. Phys. **7**, 416 [1955].

⁵ G. H. PALMER, K. L. AITKEN u. R. M. FARQUHAR, Nature, Lond. **172**, 860 [1953].



der theoretischen Zusammenhänge sei auf die umfangreiche Literatur verwiesen^{2, 3, 6, 7}.

Es wurden dabei die folgenden Konstanten benutzt:

$\lambda_1 = 1,54 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ = Zerfallskonstante von ^{238}U ,
 $\lambda_2 = 9,80 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ = Zerfallskonstante von ^{235}U ,
 $\lambda_3 = 0,499 \cdot 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ = Zerfallskonstante von ^{232}Th ,
 $w = 4,486 \cdot 10^9 \text{ a}$ = „Weltalter“ (s. z. B. ^{2, 6}),
 $(^{238}\text{U})/(^{235}\text{U}) = 139$ = heutiges Mischungsverhältnis der Uranisotope.

Für die Werte α , β , γ , μ und ν sind in der Tabelle die einzelnen Fehlergrenzen weggelassen; die Genauigkeit, mit der sich diese Werte ausrechnen lassen, ist etwa $\pm 0,06$ für α , $\pm 0,08$ für β , $\pm 0,2$ für γ , $\pm 0,2$ für μ und $\pm 0,06$ für ν .

Die Probe Nr. 45 wurde als Anschlußmessung an eine frühere Arbeit³ gemacht. Das Modellalter p der Proben Nr. 61 und 62, die genetisch eng verwandt sind, ist um ca. 100 Ma niedriger als ihre geologische Datierung, was darauf hinweist, daß es sich um J-Typen¹¹ handeln kann. Im Falle „Maubacher Bleiberg“ liegen zwei Proben derselben Lagerstätte vor; die Probe Nr. 89 gehört einer reichen, feinkristall.-dichten Bleiglanzimprägnation im mittleren Buntsandstein an, wohingegen Nr. 91 einem Bleiglanz angehört, der auf einer kalkspat-versinterten Wand einer klaffenden Spalte (wahrscheinlich tertiären Alters⁹) im mittleren Buntsandstein aufsaß. Über die letzten drei Proben (Nr. 100, 104, 105) wurde an anderer Stelle ausführlicher berichtet¹². Diese Werte wurden hier nur der Vollständigkeit halber mit aufgeführt.

Für die freundliche Überlassung der hier angeführten Bleiproben und die geologischen Angaben danken wir Herrn Prof. Dr. H. EHRENBURG, Bad Godesberg, Herrn Dr. H. M. E. SCHÜRMANN, 's-Gravenhage, und Herrn Dr. A. VOIGT, Düren.

Einige Untersuchungen, die für die Vergleichsmessungen von Interesse waren, wurden von einem der Autoren (H. J. M.) in dem Physikalischen Institut der Universität Bern durchgeführt. Für die Unterstützung dieser Arbeiten sowie für anregende Diskussionen danken wir der Berner Arbeitsgruppe und besonders Herrn Prof. Dr. F. G. HOUTERMANS und Herrn Dr. P. EBERHARDT.

⁶ P. EBERHARDT, J. GEISS u. F. G. HOUTERMANS, Z. Phys. **141**, 91 [1955].

⁷ F. G. HOUTERMANS, Z. Naturforsch. **2a**, 322 [1947].

⁸ H. EHRENBURG, private Mitteilung.

⁹ A. VOIGT, private Mitteilung.

¹⁰ H. M. E. SCHÜRMANN u. a., Geologie en Mijnbouw (Nw. Ser.) **17**, 217, Nr. 9 [1955] und **19**, 398, Nr. 10 [1957].

¹¹ F. BEGEMANN, J. GEISS, F. G. HOUTERMANS u. W. BUSER, Nuovo Cim. **11**, 663 [1954].

¹² H. J. MÜRTZ, Geologie en Mijnbouw (Nw. Ser.) **20**, 107, Nr. 3 [1958].

| Nr. | Probe | $(^{204}\text{Pb})/(^{206}\text{Pb}) \cdot 100$ | $(^{207}\text{Pb})/(^{206}\text{Pb}) \cdot 100$ | $(^{208}\text{Pb})/(^{206}\text{Pb}) \cdot 100$ | α | β | γ | μ | ν | $p(\text{Ma})$ | „geologisches Alter“ (Ma) u. Literatur |
|-----|-----------------------------|---|---|---|----------|---------|----------|-------|-------|----------------|---|
| 45 | Kesselfeld (SO), Bleibank 8 | 5,41 \pm 0,01 | 84,66 \pm 0,25 | 207,9 \pm 0,5 | 18,48 | 15,65 | 38,43 | 9,35 | 4,09 | 160 \pm 60 | Mesozoikum ⁶ |
| 61 | Glückstal b. Mutscheid | 5,48 \pm 0,015 | 85,0 \pm 0,15 | 209,0 \pm 0,4 | 18,25 | 15,51 | 38,14 | 9,11 | 4,06 | 160 \pm 45 | ca. 150 bis 300 ⁸ |
| 62 | Bergzegegen, Eifel | 5,48 \pm 0,015 | 85,0 \pm 0,1 | 208,7 \pm 0,45 | 18,25 | 15,51 | 38,08 | 9,11 | 4,03 | 160 \pm 35 | 250 bis 300 ⁸ |
| 66 | Halde Gondennau b. Trarbach | 5,49 \pm 0,015 | 85,8 \pm 0,15 | 210,0 \pm 0,3 | 18,21 | 15,64 | 38,25 | 9,36 | 4,17 | 350 \pm 45 | 250 bis 300 ⁸ |
| 89 | Maubacher Bleiberg b. Düren | 5,49 \pm 0,02 | 85,0 \pm 0,15 | 209,1 \pm 0,3 | 18,21 | 15,48 | 38,09 | 9,05 | 4,06 | 150 \pm 50 | jünger als Mittl. Buntsand. ⁹ Stein, ca. 160 |
| 91 | Maubacher Bleiberg b. Düren | 5,495 \pm 0,01 | 84,8 \pm 0,15 | 208,0 \pm 0,6 | 18,20 | 15,43 | 37,85 | 8,96 | 3,94 | 90 \pm 40 | Tertiär ⁹ ca. 70 |
| 100 | Billiton, Indonesien | 5,415 \pm 0,02 | 84,55 \pm 0,15 | 209,1 \pm 0,3 | 18,47 | 15,6 | 38,61 | 9,25 | 4,16 | 105 \pm 50 | Mesozoikum ¹⁰ ca. 130 |
| 104 | Nigeria, Westafrika | 5,68 \pm 0,06 | 88,2 \pm 0,25 | 213,0 \pm 1,0 | 17,61 | 15,58 | 37,5 | 9,23 | 4,16 | 660 \pm 110 | Präkambrium ¹⁰ ca. 600 |
| 105 | Lausitz, Ostdeutshland | 5,55 \pm 0,02 | 87,3 \pm 0,2 | 214,0 \pm 0,5 | 18,01 | 15,73 | 38,55 | 9,57 | 4,45 | 600 \pm 60 | Paläozikum ¹⁰ ca. 290 |

Tab. 2.