

handen gewesenen Anteil $[Pb^{207}]_1$, einem zweiten Anteil $[Pb^{207}]_2$, der durch α -Zerfall aller Kerne mit der Massenzahl $A = 4n + 3$, $207 < A < 235$ entstanden ist, und einem dritten, dem eigentlichen radiogenen Anteil $[Pb^{207}]_3$, der durch Zerfall von U^{235} geliefert wurde. Somit ist $[U^{235}]^* = [U^{235}] + [Pb^{207}]_3$. In analoger Weise können wir die heute vorhandene Menge $[Bi^{209}]$ aufgeteilt denken in einen unmittelbar entstandenen Anteil $[Bi^{209}]_1$, einen zweiten Anteil $[Bi^{209}]_2$, der sich aus den Kernen der Massenzahlen $A = 4n + 1$, $209 < A < 237$ gebildet hat, und einen dritten $[Bi^{209}]_3$, der aus den Kernen der Massenzahlen $A = 4n + 1$, $A \leq 237$ entstanden ist.

Gemäß der Regel von der «stetigen» Abhängigkeit der Häufigkeiten von der Massenzahl (Seite 267, Regel 3, sowie Abbildung) können wir nun setzen:

$$[Bi^{209}]_3 \approx [Pb^{207}]_3 + [U^{235}] = [U^{235}]^*$$

d. h. die heute insgesamt vorhandene Menge an Wismut ist sicher größer als die Menge an U^{235} zur Zeit der Elemententstehung. Diese Aussage, die ebenso zuverlässig erscheint wie die frühere Abschätzung von $[U^{235}]^*$, würde eine wesentlich genauere Angabe einer oberen Grenze für das Alter der Elemente ermöglichen, wenn die kosmische Häufigkeit des Wismuts hinreichend genau bekannt wäre. Nach GOLDSCHMIDT ist in Meteoriten¹

$$[Bi^{209}]:[U^{235}] \approx 50:1,$$

somit wäre $[U^{235}]^*/[U^{235}] < 50$ und das Alter der Elemente kleiner als $4 \cdot 10^9$ Jahre. Die GOLDSCHMIDTSche Angabe über die Wismuthäufigkeit dürfte jedoch recht ungenau sein; ein viermal höherer Wert, der nicht auszuschließen ist, würde für die obere Grenze $5,4 \cdot 10^9$ Jahre ergeben.

Mithin ergeben auch diese neuen Gesichtspunkte für die Abschätzung des Alters der Elemente kaum mehr als eine etwas erhöhte Wahrscheinlichkeit für die Richtigkeit der geläufigen Annahme, daß die Elemente vor etwa 4 bis $5 \cdot 10^9$ Jahren gebildet wurden. Durch Ergänzungen der experimentellen Unterlagen würde es jedoch ohne weiteres möglich sein, eine wesentlich präzisere Aussage über diese wichtige Größe zu machen.

H. E. SUSS

Institut für physikalische Chemie der Universität Hamburg, den 4. Oktober 1948.

Summary

The abundance rules would probably allow the lower limit of the age of the elements to be more clearly defined if the half lives of long-lived artificial isotopes, such as X^{129} Pd^{107} or Se^{79} , were known with better accuracy. They would permit the upper limit for the age of the elements to be improved, if the abundance of bismuth were known with better accuracy. From the values of these quantities at present available not much can be said, except that it seems more probable than hitherto assumed, that the age of the elements lies between 4 and $5 \cdot 10^9$ years.

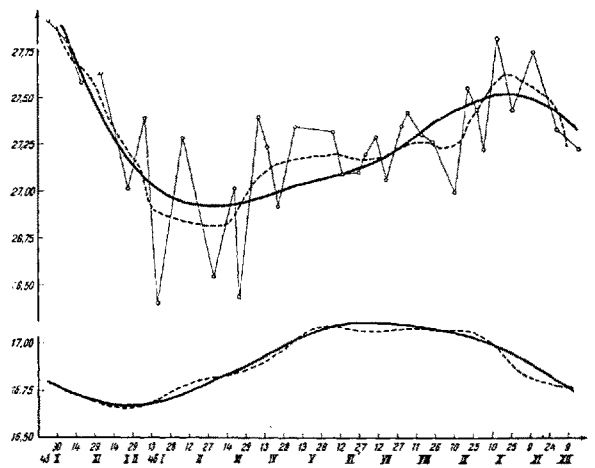
¹ Vgl. auch HARRISON BROWN, Rev. Mod. Phys. (im Erscheinen). Aus den dort angegebenen Häufigkeitswerten erhält man

$$[Bi^{209}]:[U^{235}] \approx 117:1$$

und somit für die obere Grenze des Elementenalters: $\sim 4,9 \cdot 10^9$ Jahre.

Polhöenschwankungen 1945/46 in Basel

In den Jahren 1945/46 wurden nach dem STRUVE-NIETHAMMERSCHEN¹ Verfahren der Sternpaare im ersten Vertikal Polhöenschwankungen an dem Passageninstrument Bamberg 8803 der Basler Sternwarte bestimmt. Zwecks Steigerung der Präzision der Passagenbeobachtungen wurde das selbstregistrierende Mikrometer von REPSOLD mit einer automatischen Nachführung versehen, und zwecks Elimination der Neigung wurde vor dem Umlegen der Instrumentenachse das direkte, nach dem Umlegen aber das vom Stern in einem Quecksilberhorizont reflektierte Bild beobachtet². Die Beobachtungsepoche erstreckte sich über eine volle CHANDLERSche Periode von 1945,81 bis 1946,98 mit 132 Beobachtungsabenden und 508 Sternpaarmessungen (vgl. Abbildung).



Polhöenschwankungskurve 1945,8–1947,0 von Basel (oben) ($\lambda = -0,5$) und Washington (unten) ($\lambda = 5,1$).

Die — Kurve von Basel beruht auf der graphischen Mittelung der 34 Epochenmittel, also auf durchschnittlich 30 NIETHAMMER-STRUVE-Paaren, während die Washingtoner — Kurve aus durchschnittlich 60 HORREBOW-TALCOTT-Paaren (Astron. J. Nr. 1159 [1946]; Nr. 1166 [1947]) abgeleitet ist.

Setzt man für die mittlere Polhöhe von Basel $\varphi_0 = 47^\circ 32' 27'' 00$, so ist die für eine Epoche gültige Polhöhe $\varphi_0 + d\varphi$. Die Korrektur $d\varphi$ sowie die «Biegungskollimation» k_0 erhält man leicht aus der Differentialbeziehung des Kotangensatzes, indem man in dem Dreieck Stern–Zenit–Pol das Azimut a_1 gleich 90° setzt.

$$(A) \quad (da_0 - du \sin \varphi_0) \sin z_1 + (e_1) (e_2) k_0 \cos z_1 - (e_1) \cos z_1 d\varphi = e_1 \begin{cases} +1 * W \\ -1 * E \end{cases} (t - t_1) \sin z_1 \sin \varphi_0 e_2 \begin{cases} +1 * S/N \\ -1 * N/S \end{cases}$$

(du Uhrgang; da_0 Instrumentenachsenazimut)

Zu einer gesonderten Bestimmung von $d\varphi$ und k_0 für jeden Abend ist also die Beobachtung von mindestens zwei Sternpaaren nötig.

In der folgenden Tabelle sind die Abendmittel der einzelnen Sternpolhöhen zusammengestellt. Die erste

¹ TH. NIETHAMMER, Die genauen Methoden der astronomisch-geographischen Orts- und Zeitbestimmung, S. 29, 106 (Basel 1948).

² TH. NIETHAMMER und J. O. FLECKENSTEIN, Exper. 1, 328 (1945).

Datum 1945/46	n	Polhöhe 47°32'		m_a	k_0	Bemerkungen	Datum 1946	n	Polhöhe 47°32'		m_a	k_0	Bemerkungen
1945													
X 20	6	28°66'	X 23	0°25'	-0°15'	schwacher Wind	2	5	27°13'		0°15'	-0°03'	
21	2	27°21'	27°92'	0°22'	-0°08'	Föhnaufliegerg.	3	3	27°06'	V 7	0°04'	-0°10'	diesig u. föhnig
27	5	27°89'	(13)	0°26'	-0°06'	schwacher Wind	9	3	28°09'	27°34'	0°26'	0°45'	dünst., Cirrostr.
							12	4	27°07'	(15)	0°17'	-0°18'	Wolken
28	5	28°34'		0°29'	-0°06'	Dunst	26	2	27°56'		0°25'	-0°11'	Föhnaufliegerg.
XI 2	4	26°10'	XI 7	0°29'	0°09'	Nachf. schlecht	28	6	26°91'	V 31	0°23'	-0°29'	
14	4	28°02'	27°82'	0°39'	-0°13'	$\Delta k_0 = 0°30'$	VI 4	3	27°57'	27°31'	0°24'	-0°03'	Cirrocumulus
15	4	28°84'	(17)	0°20'	-0°27'		5	4	27°19'	(15)	0°20'	0°07'	
16	4	27°84'		0°12'	0°06'	Dunst	6	2	26°73'		0°33'	0°36'	Wolken
18	5	27°80'	XI 19	0°20'	-0°08'		10	3	27°36'		0°19'	-0°08'	Cirrocumulus
19	4	27°80'	27°58'	0°14'	-0°09'		14	4	27°22'	VI 13	0°21'	0°02'	Wind
21	3	26°86'	(16)	0°06'	-0°05'	Dunst	15	2	27°02'	27°08'	0°06'	-0°06'	
							20	5	27°08'	(16)	0°14'	-0°09'	Dunst
28	2	27°43'		0°08'	0°05'	Dunst	25	4	27°17'		0°15'	0°02'	Schlechte Nach-
30	2	26°53'		0°03'	-0°02'	Luft unruhig	27	4	27°30'	VI 27	0°12'	-0°02'	führung in Z.D
XII 3	2	28°46'	XII 4	0°14'	-	Dunst	28	3	26°25'	27°08'	0°03'	-0°03'	
4	2	27°77'	27°63'	0°33'	-0°15'	Nachf. schlecht	29	8	27°60'	(19)	0°01'	0°02'	$\Delta k_0 = 0°27'$
14	5	27°95'	(13)	0°20'	0°22'	Nachführung unstetig							
18	4	27°28'	XII 26	0°04'	0°07'	Föhnaufliegerg.	30	4	27°00'	VII 2	0°18'	-0°04'	$\Delta k_0 = 0°48'$
19	2	26°67'	27°01'	0°01'	-0°02'	Föhnwind	VII 2	4	27°67'	27°19'	0°14'	-0°15'	
22	4	27°48'	(17)	0°22'	0°15'		3	5	26°89'	(13)	0°12'	-0°22'	
1946													
I 3	4	26°19'		0°14'	-0°09'	Wind	9	2	27°89'		0°05'	0°00'	Mond blendet
5	3	27°44'		0°12'	0°14'		10	4	27°83'	VII 11	0°13'	-0°16'	
							11	5	27°15'	27°28'	0°14'	-0°09'	Mond blendet
7	4	27°55'	I 8	0°13'	-0°02'	$\Delta k_0 = 0°20'$	13	4	26°25'	(15)	0°20'	-0°06'	
8	4	26°34'	27°39'	0°13'	0°09'	Wind	16	5	27°24'	VII 19	0°15'	-0°17'	sehr klar
9	6	28°29'	(14)	0°24'	0°30'		19	5	27°47'	27°05'	0°08'	0°06'	
							23	4	26°43'	(14)	0°28'	0°26'	
11	4	28°07'		0°31'	0°28'	Föhnaufliegerg.	24	4	26°46'		0°25'	-0°06'	$\Delta k_0 = 0°06'$
16	2	25°98'	I 18	0°05'	0°08'	Wind	26	2	27°24'		0°04'	0°03'	
19	4	25°46'	26°40'	0°12'	0°02'	Dunst	30	3	26°78'	VII 25	0°05'	0°02'	Wolken
25	6	26°08'	(16)	0°14'	-0°15'	Δk_0 unstetig, Erdbeben	31	3	27°52'	27°34'	0°15'	0°06'	Wolken
							VIII 2	6	28°68'	(18)	0°20'	0°16'	
26	4	28°10'	II 7	0°32'	-0°60'								
II 13	4	26°35'	27°28'	0°28'	0°21'	Mond blendet	3	6	27°59'		0°28'	0°11'	
14	6	27°32'	(14)	0°08'	-0°10'	Mond blendet	4	4	27°34'	VIII 5	0°09'	0°08'	
							6	4	27°58'	27°41'	0°14'	-0°15'	
26	4	26°14'		0°27'	-0°30'	Föhnaufliegerg.	7	2	27°13'	(16)	0°05'	0°00'	Wolken
III 2	4	26°72'	III 4	0°37'	0°04'								
5	4	26°59'	26°54'	0°24'	-0°30'		9	4	27°98'	VIII 15	0°16'	-0°15'	
12	5	26°70'	(17)	0°14'	-0°15'		13	4	26°65'	27°29'	0°21'	0°02'	
							22	4	27°24'	(12)	0°23'	0°15'	
18	5	26°48'		0°12'	-0°03'		23	6	26°59'	VIII 25	0°33'	0°04'	
19	3	26°24'	III 20	0°31'	0°16'	Beginn in	24	5	27°69'	27°22'	0°26'	-0°09'	
20	5	26°74'	27°01'	0°17'	-0°08'	Dämmerung	27	4	26°96'	(15)	0°20'	-0°09'	$\Delta k_0 = -0°25'$
25	4	28°56'	(17)	0°11'	0°05'								
							IX 4	2	27°73'		0°11'	-0°07'	Cirrostratus
26	3	26°32'		0°20'	-0°15'		10	6	26°48'		0°21'	-0°06'	sehr klar
27	3	26°35'		0°10'	-0°10'		12	3	26°98'	IX 11	0°31'	0°21'	
28	4	26°49'	III 28	0°17'	-0°09'		13	2	26°09'	26°98'	0°02'	-0°06'	
30	3	26°55'	26°43'	0°17'	-0°30'		14	4	27°61'	(17)	0°26'	0°13'	
31	3	26°42'	(16)	0°27'	-0°14'								
IV 1	3	27°52'		0°22'	-0°08'		IX 16	3	27°78'		0°39'	-0°30'	
2	5	27°10'	IV 3	0°11'	0°00'	$\Delta k_0 = 0°20'$	20	2	27°83'		0°14'	0°15'	
3	4	26°68'	27°40'	0°14'	-0°18'	Cirrocumuli	21	2	27°55'	IX 21	0°29'	-0°30'	
7	3	28°32'	(15)	0°32'	?	stören	24	5	27°03'	27°54'	0°21'	0°33'	
							25	4	27°50'	(16)	0°37'	0°02'	
IV 8	2	27°17'		0°07'	-0°30'	Wolken	26	4	27°92'	IX 27	0°11'	-0°01'	
9	4	27°15'		0°27'	-0°10'	Wolken	27	6	27°48'	27°32'	0°14'	-0°09'	
20	2	27°74'	IV 16	0°02'	0°00'		28	4	26°87'	(14)	0°25'	0°06'	$\Delta k_0 = -0°15'$
21	4	26°76'	27°33'	0°17'	0°19'								
24	4	27°35'	(16)	0°04'	-0°30'	Wolken							
							29	6	27°00'	X 1	0°15'	-0°06'	$\Delta k_0 = 0°33'$
25	6	27°25'	IV 27	0°08'	-0°02'		X 1	4	27°17'	27°21'	0°25'	0°02'	$\Delta k_0 = 0°18'$
26	4	27°15'	26°91'	0°16'	-0°35'		2	4	27°46'	(14)	0°16'	0°19'	$\Delta k_0 = 0°15'$
V 1	3	26°32'	(13)	0°33'	-0°30'								

Datum 1946	n	Polhöhe 47°32'		m_a	k_0	Bemerkungen
12	4	27°62'		0°19'	0°29'	
13	4	27°58'	X 14	0°15'	-0°22'	
16	4	28°54'	27°81'	0°09'	-0°03'	$\Delta k_0 = -0°24'$
17	3	27°48'	(15)	0°29'	-0°34'	
22	6	26°88'	X 27	0°17'	-0°18'	$\Delta k_0 = 0°37'$
25	6	27°67'	27°43'	0°13'	0°17'	$\Delta k_0 = 0°34'$
XI 2	4	27°73'	(16)	0°33'	-0°18'	
5	4	27°31'		0°22'	0°05'	$\Delta k_0 = 0°25'$
11	3	27°42'	XI 12	0°26'	-0°19'	
13	4	28°11'	27°74'	0°29'	-0°06'	
21	2	28°13'	(13)	0°26'	0°19'	
27	4	27°39'	XII 1	0°05'	-0°03'	$\Delta k_0 = 0°15'$
28	3	27°45'	27°32'	0°09'	0°15'	Dunst
XII 7	3	27°13'	(10)	0°22'	-0°12'	
11	3	27°86'		0°11'	0°05'	
18	3	27°31'	XII 18	0°09'	-0°06'	
21	2	27°28'	27°24'	0°30'	0°22'	Hochnebel
22	3	26°51'	(11)	0°16'	-0°08'	Dunst

Kolonne enthält das Beobachtungsdatum, die zweite die Zahl der beobachteten Sternpaare, die dritte das nach der Formel (A) resultierende Abendmittel, die vierte die zu Epochenmitteln zusammengefaßten Abendmittel aus durchschnittlich 15 Einzelpolhöhen, die fünfte den mittleren Fehler der Abendpolhöhe, die sechste den Abendmittelwert von k_0 und die siebente zusätzliche Bemerkungen. Von diesen Bemerkungen sind besonders die an manchen Abenden recht großen Änderungen der Biegungskollimation zu erwähnen, die auf einen noch nicht ganz geklärten systematischen Effekt, welcher der neuen Methode anhaftet, hinzuweisen scheinen. Das Mittel aller mittleren Fehler der Abendpolhöhen beträgt $\bar{\mu}_a = 0°18'$. Also ist der mittlere Fehler einer Sternpaarpolhöhe, da durchschnittlich pro Abend 3.85 Sternpaare beobachtet wurden:

$$\bar{m}_a = \sqrt{n} \cdot \bar{\mu}_a = 0°18' \sqrt{3.85} = 0°35'.$$

Die genauere Analyse des Materials, die insbesondere auf eine Verbesserung der Deklinationen der Sternpaare $\frac{\Delta\delta_E + \Delta\delta_W}{2}$ abzielt und später publiziert werden soll, wird diesen mittleren Fehler weiter herunterdrücken und beurteilen lassen, ob sich die nach der Theorie erwartete Komplementarität der NIETHAMMER-STRUVEschen- zur HORREBOW-TALCOTSchen-Methode des internationalen Breitendienstes auch praktisch realisieren läßt¹.

J. O. FLECKENSTEIN

Astronomisch-meteorologische Anstalt der Universität Basel, den 7. April 1949.

Summary

The curve of variation of latitude 1945.81–1946.98 at the Basle Observatory derived from NIETHAMMER-STRUVE method of the prime vertical observations is given.

¹ J. O. FLECKENSTEIN, Verh. Schweiz. Nat. Ges., S. 91 (1943).

Mesure du nombre de neutrons thermiques par la méthode photographique

En incorporant à l'émulsion photographique des isotopes capables de réagir avec les neutrons lents ou thermiques pour donner des particules rapides assez ionisantes, le dénombrement des traces caractéristiques de ces réactions permet de calculer le flux des neutrons qui traversent l'émulsion pendant la durée de l'exposition. On utilise pour ceci les sections efficaces correspondantes à ces réactions, grandeurs de mieux en mieux connues. Les noyaux à grandes sections efficaces tels que le B10 et le Li6 sont particulièrement intéressants pour la détermination du nombre de neutrons lents d'un flux de faible intensité. Nous avons effectué un certain nombre de mesures, afin de nous rendre compte des conditions d'application de cette méthode et de l'importance de multiples causes d'erreurs.

Nous nous sommes servis de plaques Ilford C2 et E2 dont les émulsions ont été préparées en ajoutant des composés de bore ou de Li. Elles ont été soumises à l'action des neutrons lents produits par une source Ra-Be, ralentis dans de la paraffine, la radiation gamma peut être fortement atténuée par des écrans de plomb judicieusement disposés, mais cette précaution n'est pas toujours nécessaire. Les émulsions utilisées dans ce but avaient, à l'état vierge, une épaisseur nominale de 50 μ . Il est facile de remplir les conditions d'une bonne géométrie. La mesure exacte de cette épaisseur ne va pas sans quelques difficultés liées à l'opacité de la couche et à sa faible résistance à la pression d'un palpeur. Il est, par contre, possible de déterminer optiquement l'épaisseur de l'émulsion développée, fixée et séchée dans une enceinte à température et à humidité relative constantes. On mesure la différence de mise au point entre les surfaces limites de la gélatine à l'aide d'un microscope à très faible profondeur de champ sur lequel est fixé un comparateur micrométrique de précision.

Toutes les traces de longueurs comprises dans un domaine assez large dont les limites sont distantes de 6 μ dans le cas du bore, ont été considérées comme résultant de la réaction utilisée. On détermine un effet zéro, toujours très bas, en développant et fixant des plaques d'un même lot après une irradiation dans les mêmes conditions, mais les neutrons thermiques étant absorbés par des écrans de cadmium. Le nombre des traces comptées et attribuées à l'action des neutrons lents est un peu trop faible par suite de l'existence de traces relativement courtes, perpendiculaires à la plaque photographique qui peuvent échapper à l'observation. Dans le cas du B10 le nombre de traces comptées est accru par celles, peu nombreuses il est vrai, résultant de la réaction $^{14}_7\text{N} (n, p) ^{14}_6\text{C}$. Cet effet est relativement petit, la section efficace du B étant environ 400 fois plus grande que celle de l'azote et la concentration des deux éléments étant du même ordre. Les statistiques de la répartition des traces au sein de l'émulsion n'ont pas présenté d'irrégularité qui mettent en évidence des différences de concentration ou de sensibilité appréciables. Le flux de neutrons mesuré à l'aide des émulsions au bore s'accorde bien avec celui mesuré dans les mêmes conditions avec les émulsions au lithium. Contrairement à la détermination du nombre de neutrons thermiques, le rapport de la section efficace du bore à celle du lithium pour les réactions considérées peut être calculé directement et exclusivement à partir de nos mesures. La valeur obtenue, de 0,102 s'accorde bien avec les dernières publiées¹ et

¹ F. W. FENNING, A. R. GRAHAM et H. SELIGMAN, Canadian J. Res. 25, 73 (1947). – J. RAINWATER et W. HAVENS, Phys. Rev. 70, 136 (1946). – W. HAVENS et J. RAINWATER, Phys. Rev. 70, 154 (1946).