Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds
©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung
Nr. 162

Über die Zusammensetzung der Bröggerite und den genetischen Zusammenhang zwischen Thor und Uran

Von

Wilhelm Riß †

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Februar 1924)

Der ständig vor sich gehende Zerfall von Thor und Uran in alten Mineralen hat zur Folge, daß sich die Endprodukte der radioaktiven Umwandlungen, so viel wir bis heute wissen, Blei und Helium, in diesen Mineralen ansammeln. Dies hat schon vor längerer Zeit Anlaß gegeben, zu versuchen, aus dem Mengenverhältnis der Zerfallsprodukte zur Muttersubstanz Rückschlüsse auf das Alter von Mineralen und geologischen Formationen zu machen. Durch Verschärfung der Methode, Kontrolle des Atomgewichtes des Blei u. dgl. wurden die Ergebnisse dieser Forschungen immer exakter und die letzten Arbeiten auf diesem Gebiete (E. Gleditsch[1], G. Kirsch[2]) haben bereits einen namhaften Grad von Genauigkeit erzielt. Insbesondere glaubt G. Kirsch auf Grund seiner eingehenden Untersuchungen von Pechblenden verschiedenen Alters und der norwegischen Bröggerite im besonderen, sowie gestützt auf seine Altersbestimmungen, schließen zu dürfen, daß

1. ein genetischer Zusammenhang zwischen Thor und Uran besteht, und daß dieser Zusammenhang bei alten Uranpecherzen in einer Abhängigkeit des Thorgehaltes vom Bleigehalt in Erscheinung treten muß,

2. daß die Bröggerite von Moss und wahrscheinlich auch die Pegmatitgänge selbst, in denen sie sich finden, ihre Entstehung einer ganzen geologischen Periode verdanken, also unter sich namhafte Altersunterschiede aufweisen.

Im Anschluß an die Arbeit von G. Kirsch haben wir an relativ größerem Material unternommen, die Schlußfolgerungen Kirschs zu prüfen. Besonders wurde die Frage untersucht, ob Krystalle von einem einzigen Pegmatitgang

1. in bezug auf Pb/U-Verhältnis,

2. auch in bezug auf Th/U-Verhältnis übereinstimmen, da von denselben mit einiger Wahrscheinlichkeit anzunehmen war, daß sie gleichen Alters sind.

---

[1] E. Gleditsch, Études sur les mineraux radioactifs, I, Broeggerite. Archiv for Mathematik og Naturvedenskab, B *36*, I (1919), Kristiania.

[2] G. Kirsch: Mitt. Ra.-Inst. Nr. 150, diese Ber. *131*, 551 (1922).

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Das untersuchte Material war:

1. Eine größere Anzahl von Krystallen und Krystallsplitter von dem Material des Wiener Institutes für Radiumforschung, das auch den Arbeiten von Hönigschmid und Horovitz[1] und Kirsch zugrunde lag.

2. Sehr gut ausgebildete Krystalle von sechs verschiedenen Fundorten bei Moss, die wir freundlicherweise durch Vermittlung von Prof. Schetelig vom Geologischen Museum in Kristiania zur Verfügung gestellt erhielten, wofür wir an dieser Stelle den wärmsten Dank aussprechen wollen.

Analysenmethoden.

Bei unseren ersten Untersuchungen von Bröggeriten folgten wir den Methoden, welche R. J. Meyer und O. Hauser in ihrem Werk: »Die Analyse der seltenen Erden und der Erdsäuren« anführen. Hierbei stellte sich uns als größte Schwierigkeit die Trennung des Oxalatniederschlages von Thor und seltenen Erden in seine beiden Bestandteile entgegen, die ja zum Zwecke unserer Untersuchung mit peinlichster Genauigkeit durchgeführt werden mußte, da bereits geringe Fehler bei Bestimmung des Thors zu anderen Ergebnissen führen würden. Behandeln wir genannten Niederschlag mit Ammonoxalat, so können wir nicht nur das gewünschte Thor, sondern auch geringe Mengen seltener Erden (namentlich Cer- und Yttererden) in der Lösung nachweisen, so daß uns dieser Weg nicht gangbar erscheint. Glühen wir die Oxalate, so finden wir uns vor die Unannehmlichkeit gestellt, die Oxyde oft nur sehr schwer in Lösung zu bringen, beziehungsweise eine kolloidale Lösung zu erhalten. Wir waren daher bestrebt, der gemeinsamen Fällung von Thor und seltenen Erden auszuweichen und einen Weg einzuschlagen, der eine völlig getrennte Abscheidung beider Bestandteile aus der Erzlösung ermöglicht. Ellen Gleditsch arbeitete nach einer sehr eleganten Methode mittels Fluorwasserstoffsäure, doch konnten wir diese in Ermanglung einer Platinschale nicht in Anwendung bringen.[2] Nach zahlreichen Versuchen entschlossen wir uns endlich zu einem Analysengang, dessen Einzelheiten bereits in der Cöthener Chemikerzeitung vom 26. September 1923 angeführt sind und daher hier nur in Kürze wiederholt werden sollen.

Aus salpetersaurer Lösung werden Kieselsäure und Gangart normal zur Abscheidung gebracht. Blei wird mit Schwefelwasserstoff gefällt, separat neuerlich gelöst, mit Schwefelsäure in Sulfat übergeführt und zur Wägung gebracht. Wir haben an zahlreichen Analysen beobachtet, daß dieser Vorgang genauer ist, als die direkte

---

[1] Mitt. Ra.-Inst. Nr. 73, diese Ber. *123*, 2407 (1914).

[2] Die vorliegenden Untersuchungen wurden außerhalb des Institutes durchgeführt.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Überführung in Sulfat durch Abrauchen mit Schwefelsäure und Salpetersäure (siehe später). Schwefelwasserstoff wird ausgetrieben und die Lösung so weit neutralisiert, daß sie eben noch klar erscheint. Thor und die Hauptmenge Uran werden nun mit Natriumthiosulfat ausgeschieden und der Niederschlag in Salzsäure gelöst. Aus beiden Lösungen erfolgt getrennte Fällung von Thor und seltenen Erden mit Oxalsäure. Aus dem Filtrat der Erzlösung werden Kalk und Eisen mit Ammonkarbonat, aus den letzten Filtraten schließlich Uran mit Ammonhydroxyd abgeschieden. Es ist bei diesem Gange sehr wesentlich, die Neutralisation der Erzlösung vor der Thiosulfatfällung sehr gewissenhaft durchzuführen, da andernfalls, wenn die Lösung zu stark sauer, nicht die ganze Thormenge gefällt wird, oder bei bereits schwacher Trübung vor der Thiosulfatfällung ein Teil der seltenen Erden ausgeschieden wird.

Die Niederschläge und ihre Prüfung auf Reinheit.

Kieselsäure und Gangart waren meist durch Spuren anderer Elemente (vermutlich Fe, U oder seltene Erden) schwach braun gefärbt. Das zur Auswage gebrachte Bleisulfat war, wenn das Sulfid gelöst und neuerlich als Sulfat gefällt worden war, stets rein weiß.

Thorerde: Diese ist, wenn nicht reichlich ausgewaschen wurde, oder in zu konzentrierter oder sehr schwach alkalischer Lösung gearbeitet wurde, durch seltene Erden oder Uran verunreinigt und muß daher zur Fällung auf Vermeidung dieser beiden Faktoren stets sorgfältig geachtet werden. Wurden diese Umstände trotzdem außer Acht gelassen, so muß der Thorniederschlag neuerlich gelöst und gefällt werden. Wir haben uns hiezu stets nur einer einzigen Methode bedient, indem wir Thor mit Natriumsubphosphat fällten und zur Auswage brachten. Diese von Dr. M. Koss aufgefundene Reaktion ist so verläßlich und sicher, daß es hiefür keiner weiteren Erläuterung bedarf. Sind hierbei die Verunreinigungen (Uran oder seltene Erden) nur in sehr geringen Mengen zugegen, so ist eine quantitative Bestimmung derselben nicht erforderlich, da ein so kleiner Fehlbetrag bei Uran keine wesentliche Änderung in den Ergebnissen nach sich zieht, eine genaue Bestimmung der seltenen Erden jedoch hier nicht von Interesse ist. Die Gruppe der als Oxyde zur Auswage gebrachten seltenen Erden haben wir einige Male, wenn die erhaltenen Analysenresultate abnormale Zahlen aufwiesen, einer Untersuchung auf Thor und Uran unterzogen, konnten aber, wenn wir nach unserem Gange gearbeitet hatten, nie Thor und Spuren von Uran nur äußerst selten nachweisen.

Uran: E. Gleditsch bestätigt die Erfahrungstatsache, daß die Fällung von Thor und seltenen Erden als Oxalate bei Gegenwart größerer Mengen von Uran oft nicht quantitativ verläuft. Diese Gefahr ist zwar nach unserem Analysengang sehr stark vermindert,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

da die Thorfällung zunächst mit Natriumthiosulfat quantitativ verläuft und die Abscheidung der seltenen Erden sodann unter reichlichem Überschuß an Ammonoxalat durchgeführt werden kann, wodurch eine vollkommene Ausfällung derselben gewährleistet ist; wenn wir jedoch sodann Thor mit Oxalsäure fällen, kann leicht ein Teil desselben sowohl mit als auch ohne Anwendung von Ammonoxalat in Lösung gehalten werden. Dies hätte sich wohl vermeiden lassen durch Anwendung von Natriumsubphosphat, doch standen uns zur gesamten Ausfällung des Thors nicht ausreichende Mengen hievon zur Verfügung. Weiters besteht die Möglichkeit, daß das Uran von der Thiosulfatfällung natriumhältig ist. Wir haben daher meist zur Zerlegung des Niederschlages in seine Komponenten folgendermaßen gearbeitet:

Nach vorausgehender Lösung des Niederschlages wurde mit Natriumsubphosphat auf Thor geprüft. Wenn nach 24 Stunden keine Fällung eingetreten war, wurde mit Oxalsäure und Ammonoxalat sicherheitshalber nochmals die Fällung eventuell enthaltener seltener Erden vorgenommen. Nach weiteren 24 Stunden wurde die Oxalsäure mit Schwefelsäure vollkommen zerstört und nun zur quantitativen Ermittlung des Urangehaltes übergegangen. Zur quantitativen Bestimmung wurde die Lösung (zwecks Trennung von der Phosphorsäure) mit Ferrocyankalium im Überschuß versetzt und mit Chlornatrium gesättigt. Der Niederschlag wurde durch wiederholtes Dekantieren und sodann durch Auswaschen am Filter mit Natriumchlorid enthaltendem Wasser von Phosphorsäure befreit und sodann mit Kalilauge zersetzt. Die erhaltenen Oxydhydrate werden durch wiederholtes Dekantieren und darauffolgendes Auswaschen auf dem Filter mit etwas Chlorammon und Ammoniak alkalifrei gemacht. Nun wird nochmals gelöst, Eisen als Oxyd mit Ammonkarbonat aus stark verdünnten Lösungen gefällt und sodann Uran mit Ammoniak abgeschieden und wenn es alkalifrei war, gewogen. Zur Sicherheit jedoch wurde der Niederschlag fast jedesmal noch titrimetrisch auf seinen Urangehalt geprüft. Die Titration wurde nach der bekannten Methode mit Chamäleonlösung durchgeführt.

Ergebnisse.

Aus den Analysenresultaten haben wir in der Tabelle nur diejenigen Daten angeführt, die für unsere Untersuchung von Bedeutung sind. Die Dichtebestimmung sowie die Kalk- und Eisenabscheidung wurde bei den ersten Analysen nicht durchgeführt und es konnte diese Trennung nur, sofern noch die Uranniederschläge vorhanden waren, nachgetragen werden (diesbezügliche Anmerkungen in der Tabelle). Die Nummern der Analysen entsprechen der Reihenfolge, in der sie ausgeführt wurden. Zur Aufstellung vorliegender Tabelle gingen wir jedoch von einem anderen Gesichtspunkte aus, indem wir vom tiefsten zum höchsten Pb/U-Verhältnis ansteigend die Analysen anordneten, damit etwaige Abhängigkeit oder Unab-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle (Fortsetzung auf umstehender Seite).

Nr.	Fundort		% U	% Pb	% Th	Pb/U	Th/U	% selt. Erden	Anmerkung
21	Moss	4·7	52·32	3·27	5·40	0·062	0·103	3·28	SiO_2 22·3% stark verwittert
12	.....	—	67·61	6·66	5·37	0·098	0·079	3·78	Beschreibung fehlt
5	.....	—	67·80	6·20	8·60	0·100	0·128	2·73	
23		8·8	67·74	7·60	0·33	0·112	0·005	0·87	Stark verwittert
22	.....	7·2	57·80	6·97	6·43	0·112	0·111	6·24	
3	.....	—	73·10	8·75	2·90	0·119	0·040	3·76	Brüchig
4	.....	—	64·00	7·64	3.13	0·119	0·049	2·51	Fe und Ca nicht abgeschieden
24	Karlshus, Raade bei Moss .	9·2	74·78	9·39	0·12	0·125	0·002	0·50	
2	Moss	—	70·92	8·90	5·18	0·125	0·073	1·99	
30	Ånneröd; Vaaler bei Moss .	5·9	68·25	8·68	6·19	0·127	0·091	Sp.	Brüchig
17	Moss	—	70·18	9·01	5·24	0·128	0·075	0·16	
1	....	—	54·93	7·01	4·20	0·128	0·076	0·78	Beschreibung fehlt, Fe Ca nicht abgeschieden
27	Berg bei Frederikshald	9·7	66·46	8·61	5·99	0·1295	0·090	4·72	
20	Moss .	11·1	65·90	8·635	5·59	0·131	0·085	0·22	Brüchig
11	.....	—	63·82	8·39	5·70	0·131	0·089	6·73	Sehr brüchig
25	Karlshus, Raade bei Moss .	11·5	65·88	8·71	7·50	0·132	0·114	2·59	
14	Moss .	—	65·86	8·74	5·81	0·133	0·088	4·52	Fe und Ca nicht abgeschieden
8	.....	—	67·31	9·00	8·63	0·134	0·128	0·78	

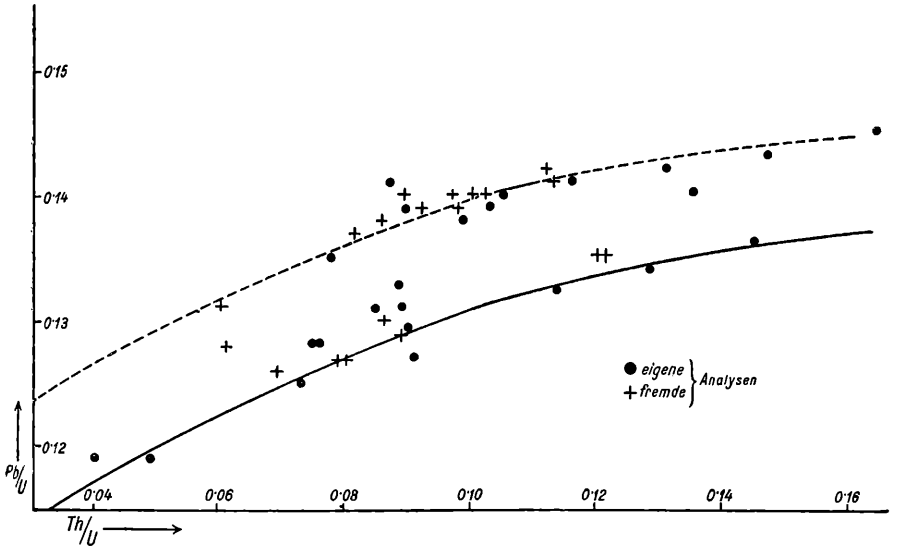
©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle (Fortsetzung).

Nr.	Fundort		% U	% Pb	% Th	Pb/U	Th/U	% selt. Erden	Anmerkung
13	Moss	—	61·69	8·28	6·25	0·134	0·101	7·67	Brüchig
16	.....	—	69·59	9·39	5·41	0·135	0·078	0·14	
35	Ryen, Tune bei Sarpsborg .	6·8	62·44	8·50	9·08	0·136	0·145	2·98	
7	Moss	—	68·32	9·42	6·73	0·138	0·0985	1·40	
10	.....	—	63·75	8·86	5·71	0·139	0·0895	7·95	Sehr brüchig
29	Ånneröd, Vaaler bei Moss .	7·9	62·02	8·63	6·41	0·139	0·103	3·51	
15	Moss	—	61·05	8·53	6·40	0·140	0·105	8·52	Brüchig
34	Ryen, Tune bei Moss	8·6	64·62	9·07	8·73	0·140	0·135	1·88	Sehr brüchig
19	Moss	10·3	65·75	9·26	5·70	0·141	0·087	0·33	
18	.....	9·1	64·03	9·03	7·44	0·141	0·116	1·30	Brüchig
31	Elvstad, Raade	7·3	67·37	9·55	5·41	0·142	0·080	2·04	
6	Moss	—	59·63	8·46	7·83	0·142	0·131	1·72	
26	Karlshus, Raade bei Moss .	7·8	61·63	8·82	9·03	0·143	0·146	3·30	Sehr brüchig
33	Rakkestad ..	9·3	62·13	9·01	10·20	0·145	0·164	1·82	
28	Berg bei Frederikshald	8·9	67·22	9·86	7·65	0·147	0·114	Sp.	
9	Moss	—	58·20	8·93	8·73	0·153	0·150	7·64	
32	Elvestad bei Raade	7·1	61·76	9·56	9·15	0·155	0·148	4·38	
36	—	4·5	48·64	5·94	10·30	0·122	0·212	0·82	Cleveit

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

hängigkeit verschiedener Bestandteile vom Pb-Gehalt, also eventuell vom Alter, besser hervorträte. Auf den ersten Blick finden wir keinerlei Gesetzmäßigkeit heraus. Insbesondere zeigt sich bezüglich der seltenen Erden, daß diese in von Uran und Blei vollkommen unabhängigen Mengen in den einzelnen Krystallen auftreten. Stellen wir jedoch die Pb/U- und Th/U-Verhältnisse in ihrer Abhängigkeit von einander graphisch dar, so erhalten wir nachfolgende Figur.



Die mit Kreuzlein angegebenen Diagrammpunkte entstammen den Analysen fremder Autoren (W. F. Hillebrand, E. Gleditsch, K. A. Hofmann, W. Heidepriem und G. Kirsch[1]), die wir aufgenommen haben, um eine möglichst vollständige Betrachtung der Sachlage vornehmen zu können.

Entsteht nach Kirschs Annahme Thor aus einem Uranisotop mit dem Atomgewicht 236, so müßte diese theoretisch geforderte Abhängigkeit praktisch dadurch zum Ausdruck kommen, daß mit steigendem Pb/U-Verhältnis ebenfalls ansteigendes Th-U-Verhältnis parallel geht, so daß wir zu einer Kurve gelangen müßten, die links die jüngsten, rechts die ältesten Erze anzeigt. Beobachten wir daraufhin unser Diagramm, so können wir zwar sofort ein Ansteigen vom Koordinatenursprung nach rechts wahrnehmen, doch entbehrt dieses Anwachsen einer notwendig zu fordernden besseren Anpassung an einen Kurvenstreifen, der schmäler ausfallen müßte, als unser Bild darstellt. Hier nun kommen uns zur Klärung dieser scheinbaren Unstimmigkeit zwei Umstände zuhilfe:

---

1 W. F. Hillebrand, Bull. U. S. Geol. Surv. Nr. 78 (1892), K. A. Hofmann, Ber. 36, 914 (1901), E. Gleditsch, l. c. und G. Kirsch, l. c.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

1. Die notwendige Annahme, daß ein Großteil primärer Erze bereits zur Zeit seiner Entstehung aus dem Magma bleihältig war,

2. die Annahme von E. Gleditsch (siehe: E. Gleditsch, »Études sur les mineraux radioactifs«), daß möglicherweise ein Teil der Bröggerite relativ gleichmäßig mit 0·6% Blei verunreinigt war.

Beobachten wir die Verteilung unserer Analysenpunkte auf dem Diagramm, so sehen wir eine Anhäufung solcher an der oberen und unteren Zone. Die voll ausgezogene Kurve bedeutet die von Kirsch geforderte theoretische Abhängigkeit zwischen Blei- und Thorgehalt. Ziehen wir dann parallel dazu eine zweite Kurve, die einem oben angeführten, erhöhten Bleigehalt entspricht, so sehen wir, daß sich ein Großteil unserer gefundenen Werte diesen beiden Kurven annähert. Doch muß bemerkt werden, daß die Übereinstimmung keine so gute ist, wie sie Kirsch nach seinen weniger zahlreichen Analysen erschien.

Unsere Tabelle enthält noch sieben Analysen, die auf unserem Diagramm als vollkommen herausfallend keinen Platz gefunden haben. Es sind dies die Analysen: 5, 12, 21, 22, 23, 24 und 36. Die letzte hievon (36) ist die Analyse eines Cleveites. Seine Beschreibung in meinen Analysenaufzeichnungen lautet folgendermaßen:

»Sehr stark verwittert, von einer dichten, grünlichgrauen Schichte vollkommen überdeckt, die stellenweise etwas braun gefärbt ist; kein Metallglanz, matte Oberfläche von sehr undichtem Aussehen. Ein Versuch, diese zur Analyse abzulösen, mißlingt, da diese vermutliche Verwitterungsschichte nicht nur oberflächlich anhaftet, sondern das ganze Stück homogen nach obiger Beschreibung zusammengesetzt ist. Frische Bruchoberflächen wie Oberfläche des Stückes beschaffen. Sehr leicht mit dem Messer abschabbar. Es zeigt noch einige Hexaederflächen. Dichte: 4·47. In Salpetersäure rasch löslich unter Kohlensäureentwicklung. Wasser- und Glühverlust 15·95%.« Daß dieses Stück nicht mehr seinen ursprünglichen Substanzbestand erhalten hat, liegt wohl auf der Hand. Es wurde nur des allgemeinen Interesses halber analysiert und gehört eigentlich von vornherein nicht hieher.

Die Analysen 21, 22, 23 entstammen einem größeren Krystallindividuum und wurden in drei getrennten Proben nach gleichem Analysengang aufgearbeitet. Zwar spricht bereits der sehr schwankende Gehalt an Kieselsäure und Gangart (zwischen 3·07 und 22·30%) für die Wahrscheinlichkeit einer sehr unregelmäßigen Zusammensetzung, doch übersteigen die gefundenen Werte die zu erwartenden Zahlen noch sehr wesentlich: Die Dichte 4·7 bis 8·8 entspricht wohl den sinkenden Kieselsäurewerten, auffallend jedoch ist bei Analyse 23 der Urangehalt mit 67·74%, auffallend tief hingegen bei der gleichen Analyse der Thorgehalt mit 0·33%. (Unsere Vermutung, daß bei dieser Analyse die Thorfällung nicht quantitativ vor sich gegangen wäre und der Uranniederschlag thorhältig gewesen wäre, konnte jedoch bei einer diesbezüglichen Untersuchung des Uranoxydes keine Bestätigung finden.) Dieses Bei-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

spiel zeigt recht deutlich, auf was man alles gefaßt sein muß, in bezug auf Veränderung des ursprünglichen Substanzbestandes der Bröggerite. Angesichts solcher Umstände sind die sich andeutenden unverkennbaren Gesetzmäßigkeiten in der Zusammensetzung um so höher zu werten. Außer dem stark von Gangart durchwachsenen Krystall, der die Proben 21, 22 und 23 lieferte, fallen im gleichen Sinne noch die Analysen 5 und 12 weit unter die theoretische Kurve, haben also wohl Blei verloren, während 24 anscheinend ebenso wie die Probe 23 seinen ganzen Thorgehalt eingebüßt hat. Außer dem Verluste von Blei und Thor, wie ihn 4 von 33 von uns untersuchte Krystalle aufweisen, kommt sicher auch noch Uranauslaugung in Betracht, wie aus den in der Literatur enthaltenen wenigen Cleveitanalysen hervorgeht.

Im großen und ganzen bieten also die heute vorliegenden 50 – 60 Analysen von norwegischen krystallisierten Pechblenden ein Bild, das sich mit der Annahme einer Abstammung des Th vom U gut verträgt. Das genaue Einhalten der theoretischen Kurve als untere Grenze in unserem Diagramm scheint dafür zu sprechen, daß primär kein Thor vorhanden war.

Wir möchten noch darauf hinweisen, daß die Brüchigkeit der einzelnen Stücke mit dem Verwitterungsgrad nichts zu tun zu haben scheint, sondern ihre Ursache in mikroskopischen Einschlüssen von Kieselsäure und Silikaten liegen dürfte, die beim Lösen in HNO_3 in feinsandiger Form zurückbleiben.

Zuletzt wollen wir noch die in der Einleitung aufgeworfene Frage erörtern, betreffend die Pb/U- und Th/U-Verhältnisse von Stücken, die einem einzigen Pegmatitgange entstammen. Vergleichen wir nach unserer Tabelle die gleichen Fundorten entsprechenden Diagrammpunkte, so finden wir, daß diese sehr verschiedene Pb/U- und Th/U-Verhältnisse aufweisen und nicht, wie etwa zu erwarten nahe gelegen wäre, identisch zusammengesetzt sind. Doch zeigen die Krystalle aus einem Gang stets auffallend deutlich die gleichsinnige Änderung von Th- und Pb-Gehalt, mit der einen Ausnahme der beiden Krystalle von Ryen. Nur, wenn man alle Analysen der letzten Art zusammennimmt, so verwischt sich dieser Zusammenhang.

Aus den vorliegenden Ergebnissen glauben wir nachstehende Folgerungen aufstellen zu dürfen: Die vorliegenden Tatsachen widersprechen der Möglichkeit eines genetischen Zusammenhanges zwischen Thor und Uran nicht. Auf Grund der Atomgewichtsbestimmungen O. Hönigschmids sowie der von E. Gleditsch errechneten Alterswerte ist zu schließen, daß Altersunterschiede von vielen Millionen Jahren für die verschiedenen Bröggeritkrystalle bestehen. Die dahingehende Vermutung Kirschs dürfte somit wohl aufrecht erhalten werden können, jedoch erscheint es wohl nicht angängig, aus den Altersbestimmungen einzelner Bröggeritkrystalle auf das Alter der Gänge, in denen sie sich befinden, schließen zu dürfen, da, wie unsere Analysen ge-

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zeigt haben, die Pb/U- und Th/U-Verhältnisse von Stücken gleicher Gänge oft so wesentlich verschieden sind, daß daraus große Altersunterschiede dieser Stücke bedingt werden und somit viel wahrscheinlicher anzunehmen ist, daß ein Teil der Krystalle bereits im Magma, lang vor der Entstehung der Gänge vorgebildet war, während ein anderer Teil erst wesentlich später entstanden sein dürfte.

Da das aus Kristiania erhaltene Material aus sehr gut entwickelten Stücken besteht, so ist wohl anzunehmen, daß diese als eine erste idiomorphe Generation anzusprechen sind, wohingegen zahlreiche, in ihrer Entwicklung durch Glimmer und Feldspat behinderte Krystalle aus dem Material Hönigschmids als eine zweite, erst im Gang entstandene Generation anzusehen wäre. Somit würde eine Erweiterung der bisherigen Untersuchungen dieser Verhältnisse durch eine größere Anzahl von Analysen an Krystallen der zweiten Generation Schlußfolgerungen auf das Alter der Gänge selbst, in denen sie sich vorfinden, ermöglichen. Zu diesen Untersuchungen dürften, wie meine Ergebnisse gezeigt haben, wohl stark brüchige Krystalle herangezogen werden, da in diesen noch kein Verwitterungsprozeß eingetreten sein muß; ausgesprochen verwitterte Stücke zu verwenden, wäre (wie meine herausfallenden Analysenpunkte solcher Stücke gezeigt haben) natürlich wertlos. Schließlich möchten wir noch darauf hinweisen, daß uns die Bezeichnung einer eigenen Mineralspezies, namens Cleveit, insofern unberechtigt erscheint, als keine Möglichkeit besteht, eine nur annähernd exakte Grenze zwischen Bröggerit und Cleveit aufzustellen, da sowohl in bezug auf den Verwitterungsgrad, sowie auf das Pb/U-Verhältnis als auch in bezug auf den Gehalt an seltenen Erden sich alle Übergangsstufen vorfinden. Die Cleveite sind also als extreme Endglieder einer Reihe von krystallisierten Pechblenden aufzufassen, die in ihrer Gesamtheit wohl am besten als Bröggerite zu bezeichnen sind.

Zusammenfassung.

Die vorliegenden Untersuchungen widersprechen einem genetischen Zusammenhang zwischen Thor und Uran nicht. Sie zeigen aber, daß die Verhältnisse bei den Bröggeriten nicht ganz so einfach liegen, wie Kirsch angenommen hat. Insbesondere ergibt sich Idiomorphe Bröggerite sind wahrscheinlich alle, sicher zum Teil älter als die Gänge, in denen sie auftreten. Da es auch nicht idiomorphe Bröggerite gibt, so bleibt die Frage offen, ob diese zur Altersbestimmung von Pegmatitgängen brauchbar sind, respektive, ob die Gänge selbst wirklich so große Altersunterschiede haben, wie sie anscheinend den Krystallen von Raade und Moss zukommen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1924

Band/Volume: 133_2a

Autor(en)/Author(s): Riß Wilhelm

Artikel/Article: Mitteilungen aus dem Institut für Radiumforschung Nr. 162. Über die Zusammensetzung der Bröggerite und den genetischen Zusammenhang zwischenThor und Uran. 91-100