

Original-Mitteilungen an die Redaktion.

Über die Verteilung der Radioelemente in Gesteinen. II.¹

Zur Kenntnis der Quellsedimente.

Von G. Weissenberger.

(Mitteilungen aus dem Laboratorium für anorganische Chemie an der k. k. technischen Hochschule in Wien.)

M. BAMBERGER und K. KRÜSE haben vor einiger Zeit über die Untersuchung einer Eisenquelle in der Villnöberschlucht² berichtet, die durch ihre hohe Aktivität bemerkenswert ist. Das Wasser dringt im Hintergrunde und an den Seitenwänden eines künstlich angelegten Stollens aus Felsspalten hervor, die verschiedenen Adern vereinigen sich vorne und fließen aus einem gemeinsamen Becken ab. Seitwärts vom Stollen entspringt ein schwächerer Arm, der gleichfalls zu der Quelle gehört. Die Ergiebigkeit der einzelnen Quellwässer nimmt vom Hintergrund nach vorne hin zu, die Aktivität ab. Der äußere Arm hat rund 40, das Wasser aus der letzten Spalte etwa 95 M.E. Beim Zutagetreten setzt die Quelle reiche Mengen eines rotbraunen Sinters ab, der sowohl infolge seiner Radioaktivität als auch wegen seiner genetischen Beziehungen zum Ursprungsgestein und zum Wasser Interesse bietet.

Das Gestein, aus welchem die Quelle hervortritt, ist ein dichter Graphitquarzit³. Im Dünnschliff stellt sich als vorherrschender Mineralbestandteil der Quarz dar, daneben sind Graphit, Pyrit, Muscovit, in kleiner Menge Zirkon und Leukoxen vorhanden. Als Einschlüsse in den Quarzkörnern finden sich Rutil und Titanit⁴. Die chemische Analyse des Gesteins gab folgende Zusammensetzung:

SiO ₂ . . . 91,41 %	Na ₂ O . . . 0,84 %	CuO . . . 0,18 %
Fe ₂ O ₃ . . . 1,86 "	MnO . . . 0,49 "	K ₂ O . . . 0,16 "
C 1,56 "	Al ₂ O ₃ . . . 0,44 "	H ₂ O . . . 0,16 "
TiO ₂ . . . 1,42 "	CO ₂ . . . 0,22 "	S 0,12 "
CaO . . . 1,09 "	MgO . . . 0,21 "	P ₂ O ₅ . . . 0,07 "

neben geringen Mengen von Zirkon.

¹ Vergl. BALTUSH und WEISSENBERGER, Zeitschr. f. anorg. Chemie. 88. Heft 1.

² Monatshefte für Chemie. 31. 1913. p. 403.

³ Über die geologische Beschaffenheit der Gegend siehe: M. BAMBERGER, Beiträge zur Kenntnis der Radioaktivität der Mineralquellen Tirols. Monatshefte f. Chemie. 29. 1911. p. 329.

⁴ Bezüglich der petrographischen Untersuchung vergl. M. BAMBERGER und K. KRÜSE, l. c. p. 419.

Das Wasser der Quelle wurde aus dem vorderen Becken geschöpft, wo es mit dem Quellschlamm im Gleichgewicht steht und, wie schon in einer früheren Mitteilung erwähnt¹, ebenfalls untersucht; der Übersicht halber sei die Analyse hier wiederholt. Das Wasser enthält pro Liter

SO ₃ . . .	0,0398 g	Alkalien, berechnet als Na ₂ O .	0,007 g
MgO . . .	0,017 "	Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃ + P ₂ O ₅ . . .	0,004 "
CaO . . .	0,015 "	MnO	0,001 "
SiO ₂ . . .	0,012 "	und etwas CO ₂	

Das Quellsediment, ein rotbrauner Schlamm, bildet nach dem Eintrocknen ein feines, ockergelbes Pulver, das in Salzsäure unter Chlorentwicklung löslich ist und als Rückstand Kieselsäure hinterläßt. Es besteht der Hauptsache nach aus Eisenhydroxyd, neben etwas Sulfat, Phosphat und Carbonat. Außerdem sind Aluminium, Mangan, Magnesium, Kupfer, Natrium und Spuren von Titan und Zirkon vorhanden. Zur Untersuchung lagen vier verschiedene Proben vor, die mit den Buchstaben A—D bezeichnet wurden². Sinter A stammte von der äußeren Quelle, Sinter B war aus dem gemeinsamen Abflußbecken genommen, C stellte den Absatz an den Seitenwänden und D das Sediment vom Hintergrund des Stollens dar. Im Aussehen waren sie voneinander nicht viel verschieden, doch zeigten sie eine etwas abweichende Zusammensetzung:

	Sinter A	Sinter B	Sinter C	Sinter D
Fe ₂ O ₃	65,15	62,82	67,26	64,05
Glühverlust	21,23	25,45	20,81	23,77
SiO ₂	9,82	9,19	7,84	8,23
Mn ₃ O ₄	1,24	1,31	1,28	1,47
Al ₂ O ₃	1,07	0,60	0,96	0,95
CaO	0,33	0,10	0,21	0,18
MgO	0,21	0,18	0,13	0,27
P ₂ O ₅	0,41	0,26	0,16	0,22
SO ₃	0,25	0,10	0,39	0,31
CuO	0,12	0,17	0,10	0,11
CO ₂	0,18	0,12	0,41	0,70
Alkalien als Na ₂ O .	0,09	0,12	0,06	0,24

Wie die Tabelle erkennen läßt, sind die Zahlen für den Eisen- und den Mangangehalt der Sedimente aus dem Stollen deutlich verschieden von denen des Sinters A. Erstere Sedimente enthalten 84,02—84,94 % Fe₂O₃³ und 1,62—1,93 % Mn₃O₄, der äußere

¹ Monatshefte f. Chemie. 31. 1913. p. 407.

² Die völlige Reinheit der untersuchten Proben wurde mit dem Mikroskop kontrolliert.

³ Diese und die folgenden Angaben beziehen sich, um vergleichbare Zahlen zu erhalten, auf die geglähte Substanz.

Quellabsatz hingegen nur 82,71 % Fe_2O_3 und 1,57 % Mn_3O_4 . Das umgekehrte Verhalten zeigt sich bei den Erdalkalien. Diese Zusammensetzung des Quellschlammes liegt in den Abscheidungsverhältnissen begründet. Im Stollen ist die Luftzirkulation beschränkt und infolgedessen der Partialdruck der Kohlensäure hoch; aus dem Quellwasser fällt daher zuerst das Eisen nieder, welches einen Teil des Mangans mitreißt, während die Erdalkalien länger in Lösung gehalten werden. An der äußeren Quelle hingegen tritt fortwährend reine Luft zu, die entweichende Kohlensäure wird vollständig weggeführt. Die Folge ist, daß auch die Erdalkalibicarbonate zerlegt werden und der Niederschlag relativ ärmer an Eisen erscheint.

Aus dem Vergleich der erhaltenen Zahlenwerte lassen sich einige Schlüsse ziehen. Den Hauptbestandteil des Sedimentes bildet das Eisenoxyd und auch das Wasser enthält noch davon, wiewohl im Ursprungsgestein das Eisen gegenüber den anderen Elementen stark zurücktritt. Es folgt daraus, daß von allen Mineralbestandteilen des Gesteins das Erz, der Pyrit, am stärksten vom Wasser angegriffen wird. Zu dem gleichen Schluß führt auch die Gegenüberstellung der relativ geringen Schwefelmengen im Quarzit und des großen Schwefelsäuregehaltes im Quellwasser. Das Mangan des Sinters stammt offenbar auch aus dem Pyrit, wie sich aus der Mineralzusammensetzung ergibt. Aus den Mengen, mit denen die übrigen Elemente im Sinter und im Quellwasser vertreten sind, kann man schließen, daß nächst dem Pyrit am meisten vom Glimmer und vom Quarz gelöst wird, von letzterem wohl deshalb, weil er in der Hauptmenge vorhanden ist.

Die Zersetzung des Gesteins findet unter Mitwirkung der im Wasser gelösten Kohlensäure und des Sauerstoffs statt, der dabei verbraucht wird¹. Mit den übrigen Substanzen gehen auch die radioaktiven Körper in Lösung. Wenn nun die Quelle zutage tritt, scheidet sie unter der Einwirkung des Luftsauerstoffs und durch Kohlensäureverlust die aufgenommenen Mineralbestandteile zum großen Teil wieder ab. Zugleich geht beinahe die ganze Menge der radioaktiven Substanzen, welche das Wasser aus dem Gestein ausgelaugt hat, in den Niederschlag über.

Die qualitative Untersuchung ergab, daß im Sinter Elemente vorhanden sind, die Radium- und Thoriumemanation entwickeln. Zur Bestimmung der kleinen Menge der Radioelemente, um die es sich im vorliegenden Fall handelt, wurde die von MACHE² angegebene Anordnung benützt. Als Meßapparat dient ein Quarz-

¹ Näheres bezüglich der hier entwickelten Anschauungen siehe MACHE und BAMBERGER Wien. Ber. 123, Kl. 2 a, Februar 1914.

² MACHE und SUSS, Medizinische Klinik, Jahrg. 1913, Heft 13 und MACHE und BAMBERGER, l. c.

fadenelektrometer von ELSTER und GEITEL¹, über welchem ein Zylinder aus Zinkblech aufgestellt ist, der die emanationshältige Luft aufnimmt und durch eine Batterie auf ein konstantes Potential aufgeladen wird. In diese Ionisationskammer ist isoliert ein Metallstab eingeführt, der in leitender Verbindung mit dem Quarzfaden des Instrumentes steht. Der im Zylinder sich ausbildende Sättigungsstrom kann daher gemessen werden, wenn die Konstanten der Anordnung bekannt sind. Für die Bestimmung des Radiums wird die Luft in einem geschlossenen Kreislauf, für die Messung des Mesothoriums mit bestimmter, gleichbleibender Geschwindigkeit durch den Apparat geschickt, nachdem sie vorher die Lösung der zu untersuchenden Substanz passiert hat. Bei letzterer Bestimmung wird der erhaltene Stromwert mit dem verglichen, den eine Lösung von bekanntem Mesothoriumgehalt unter den gleichen Bedingungen zu liefern imstande ist. Bei der Radiummessung strebt man einen wohldefinierten Gleichgewichtszustand an, aus welchem sich die gesuchten Werte berechnen lassen. Um die Emanationsabgabe zu erleichtern, werden die Flaschen stark geschüttelt.

Die Sinter waren durch Salzsäure leicht in Lösung zu bringen. Zur Abscheidung der Kieselsäure wurde eingedampft, filtriert und gut gewaschen. Um ganz genau zu gehen, schloß man den Rückstand auf und untersuchte die erhaltene Lösung. Da sich aber in allen Fällen ein Gehalt von höchstens 1⁰/₁₀ des Wertes aus der sauren Lösung ergab, wurde diese Vorsichtsmaßregel späterhin aufgegeben. Das Gestein mußte mit Natriumcarbonat geschmolzen werden. Durch Auslaugen der Schmelze erhielt man eine alkalische Flüssigkeit, die Behandlung des Rückstandes (wie beim Sinter) mit Salzsäure lieferte die saure Lösung. Beide Lösungen wurden gemessen und die Zahlen summiert. Um nach dem Einfüllen in die Flaschen die Emanation vollständig zu entfernen, bediente man sich des Ausschüttelns unter gleichzeitigem Durchsaugen eines kräftigen Luftstroms mit der Wasserstrahlpumpe. Nachher wurden die Flaschen geschlossen und mit einem kleinen Vakuum versehen, das Sicherheit gegen das Entweichen von Emanation bieten sollte. Das Vorhandensein dieses Vakuums unmittelbar vor der Messung war ein Beweis für den dichten Abschluss. Nach genügend langer Anreicherung wurden die Flaschen an die Ionisationskammer angeschlossen und ausgepumpt.

Das Stromäquivalent für 1 g Radium in der benützten Apparatur wurde nach der Formel von DUANE und LABORDE² aus dem theoretischen Wert von $6,0 \cdot 10^6$ st. E. für die vollausgenützte Strahlung mit $4,93 \cdot 10^6$ st. E. berechnet und mit dem Wert, der sich aus der Eichung mit Hilfe einer Radiumnormallösung ergab,

¹ Physikalische Zeitschrift. Jahrg. 1909. p. 664.

² Vergl. CURIE, Die Radioaktivität. 1913.

in Übereinstimmung befunden. In den Resultaten ist neben der Radiummenge auch der Maximalstrom angegeben, weil derselbe ein absolutes Maß für den Radiumgehalt darstellt und letzterer bei einer genaueren Bestimmung des Reduktionsfaktors daraus neu abgeleitet werden kann¹.

Die Messung des Radiumgehaltes lieferte folgende Werte:

Material	Ein- wage g	Strom	Radium- gehalt g	Radium- menge pro g Substanz	Verhältnis zur Menge im Gestein
Gestein	20	$2,70 \cdot 10^{-4}$ st. E.	$5,47 \cdot 10^{-11}$	$2,73 \cdot 10^{-12}$	1
Sinter A.	14,042	$3,92 \cdot 10^{-3}$ st. E.	$7,95 \cdot 10^{-10}$	$5,66 \cdot 10^{-11}$	20,7
Sinter B	2,4453	$7,81 \cdot 10^{-4}$ st. E.	$1,58 \cdot 10^{-10}$	$6,47 \cdot 10^{-11}$	23,6
Sinter C	3,442	$1,43 \cdot 10^{-3}$ st. E.	$2,90 \cdot 10^{-10}$	$8,43 \cdot 10^{-11}$	30,8
Sinter D	2,2116	$1,03 \cdot 10^{-3}$ st. E.	$2,09 \cdot 10^{-10}$	$9,39 \cdot 10^{-11}$	34,3

Das Wasser vermag bei vollständiger Abscheidung pro Liter durchschnittlich 0,9 g lufttrockenen Sinter zu liefern. Zur Bestimmung der Menge des Radiumsalzes, welches nach Ablagerung des Sedimentes noch im Wasser gelöst bleibt, wurde eine bekannte Menge des Quellwassers zunächst durch Schütteln und Quirlen von der gelösten Emanation befreit und dann in der angegebenen Weise der Messung unterworfen. Die neugebildete Emanation unterhielt (mit Berücksichtigung sämtlicher Korrekturen) einen Strom von $3,02 \cdot 10^6$ st. E., was einem Radiumgehalt von $6,13 \cdot 10^{13}$ g pro Liter entspricht.

Die gelöste Radiummenge ist also klein gegen die, welche mit dem Sinter abgeschieden wird, wiewohl die Gesamtmenge des Radiums von einer Größenordnung ist, die vollkommene Lösung erwarten läßt. Die große Menge von SO_4 -Ionen läßt den Schluß zu, daß das Radium in Form von Sulfat vorhanden ist. Die Löslichkeit von Bariumsulfat ist nun von der Größenordnung 10^{-3} g pro Liter; selbst wenn man für Radiumsulfat eine viel geringere Löslichkeit annimmt und wenn man die Löslichkeitsverminderung durch die Anwesenheit des gleichen Ions (SO_4) in der Lösung berücksichtigt, liegt seine Menge doch noch immer weit unter der Grenze, bei welcher Gleichgewicht zwischen Wasser und Salz herrscht. Das Wasser ist demnach an Radiumsalz nicht gesättigt; wenn sich trotzdem fast die gesamte Menge im Niederschlag abscheidet und nur ein kleiner Bruchteil im Wasser ver-

¹ Bezüglich der Berechnung vergl. BALTUCH und WEISSENERGER, l. c.

bleibt, so müssen bei der Ausfällung des Sedimentes Adsorptionserscheinungen auftreten.

Die verschiedene Zusammensetzung der Sinter und ihre verschiedene Aktivität lassen Schlüsse über die Substanz zu, welche im vorliegenden Fall die Ausfällung des Radiums verursacht. Wie die Tabellen zeigen, steigen mit dem Radiumgehalt nur die Mengen des Mangans und des Eisens, wenn sich auch ein bestimmter Faktor für das Verhältnis nicht angeben läßt. Auf Beziehungen zwischen der Aktivität der Sinter und ihrem Mangan-gehalt ist schon öfters hingewiesen worden¹. ENGLER hat in den Baden-Badener Thermen die Bildung von Radiummanganit vermutet². Nach obigem könnte aber auch ein hoher Eisengehalt mit der Radiummenge im Zusammenhang stehen, wie es von HENRICH und BUGGE³ beobachtet worden ist. Nun haben EBLER und FELLNER⁴ gefunden, daß besonders die flockigen Niederschläge von Eisen und Mangan stark adsorbierend auf das Radium wirken und es aus Lösungen fast quantitativ zu Boden reißen. Es unterliegt keinem Zweifel, daß sich ein ähnlicher Vorgang auch hier abspielt; der hohe Eisen- und der Mangan-gehalt des Sinters erklären dann zwanglos die ungleiche Verteilung des Radiums zwischen Sediment und Quellwasser.

Wenn man den Sinter in Lösung bringt und mit Fällungsmitteln behandelt, lassen sich die gleichen Erscheinungen beobachten. Beim Erhitzen des Sedimentes mit Salzsäure, Eindampfen und Wiederaufnehmen geht das Radium fast vollständig in Lösung. Der Rückstand ist nur schwach aktiv, er enthält nach dem Auswaschen kaum 1⁰/₀ der Gesamtmenge⁵. Das aus der salzsauren Lösung mit Schwefelwasserstoff gefällte Kupfersulfid ist nicht aktiv, dagegen enthält die Ammoniakfällung mehr als 80⁰/₀ des Radiums. Der Rest wird mit der 4. Gruppe durch Ammoncarbonat niedergeschlagen, nur etwa 2⁰/₀ bleiben bei den Alkalien. Die flockige, voluminöse Form der Ammoniakfällung steht also im Zusammenhang mit der Ausscheidung des Radiumsalzes; wenn es in kleiner Menge vorhanden ist wird es durch die Hydroxyde zum größten Teil mitgerissen⁶.

Es wurde auch versucht, festzustellen, ob das Stammelement

¹ Vergl. ENGLER, Radium in der Biologie und Heilkunde. 2. 1913. Heft 4. p. 126.

² Zeitschr. für Elektrochemie. 11. p. 717 und 721.

³ Zeitschr. f. angew. Chemie. 18. p. 1011; Chemiker-Zeitg. 30. p. 220 und 36. p. 473.

⁴ Zeitschr. f. anorg. Chemie. 37. 1912. p. 1.

⁵ Der abweichende Befund EBLERS für die Sedimente der Dürkheimer Mineralquellen (Zeitschr. f. anorg. Chemie. 72. 1911. p. 233) erklärt sich aus der verschiedenen Zusammensetzung.

⁶ Vergl. die Untersuchungen von CORSI bei ENGLER, l. c.

Uran in gleicher Weise wie das Radium aus dem Gestein herausgelöst und im Sinter angereichert wird. Wie sich aus dem Gleichgewichtsverhältnis $U : Ra$ berechnen läßt, müßte das erstere Element im Ursprungsgestein in einer Konzentration von der Größenordnung 10^{-6} g pro Gramm Substanz vorhanden sein. In solcher Verdünnung darf man nun die Möglichkeit eines analytischen Nachweises nicht erwarten; wohl aber könnte der Sinter bereits auffindbare Mengen enthalten. Dahinzielende Versuche sind unternommen worden, doch konnte man zu keinem positiven Resultat gelangen, wiewohl eine Konzentration von $5 \cdot 10^{-5}$ sich gerade noch erkennen ließ. Wenn Uran vorhanden ist, muß es also eine geringere Konzentration besitzen; eine wesentliche Anreicherung kann nicht stattgefunden haben.

Die für die Radiumbestimmung benützte Apparatur eignet sich mit einigen Abänderungen auch für die Untersuchung auf Mesothorium. Da diese Bestimmungen Emanationsmessungen sind, beziehen sie sich direkt auf Th X, sind aber, wie sich aus dem Wesen der Methode ergibt, auf jene Menge Thorium berechnet, die mit dem vorhandenen Mesothorium im Gleichgewicht stehen würde. Die Lösung, welche zur Bestimmung des Thoriums dem Flascheninhalt zugesetzt wurde, war durch sorgfältige Messungen an die im Besitz des Institutes befindliche Standardlösung mit genau bekanntem Mesothoriumgehalt angeschlossen worden¹.

Die Messung des Gesteins und der einzelnen Sinter gab nachstehende Resultate:

Material	Einwage g	Thorium- gehalt g	Thorium- menge pro g Substanz	Verhältnis zur Menge im Gestein
Gestein . . .	20	$1,16 \cdot 10^{-4}$	$5,79 \cdot 10^{-6}$	1
Sinter A. . .	14,042	$3,56 \cdot 10^{-4}$	$2,54 \cdot 10^{-5}$	4,38
Sinter B. . .	2,4453	$8,11 \cdot 10^{-5}$	$3,31 \cdot 10^{-5}$	5,73
Sinter C. . .	3,442	$1,46 \cdot 10^{-4}$	$4,25 \cdot 10^{-5}$	7,35
Sinter D. . .	2,2116	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$4,98 \cdot 10^{-5}$	8,61

Wegen der relativ kurzen Lebensdauer der Glieder dieser Reihe muß man annehmen, daß in dem Gestein, aus dem die Quelle entspringt, tatsächlich Thorium vorhanden ist, das mit seinen Zerfallsprodukten im Gleichgewicht steht. Wenn nun das Wasser aus dem Gestein Thorium herauslöst und mit dem Sinter ablagert,

¹ Wegen der Berechnung siehe BALTUCH und WEISSENBERGER, l. c.

müßte sich dieses Element bei Verarbeitung größerer Mengen von Quellschlamm bereits analytisch nachweisen lassen, da obige Tabelle zeigt, daß der entwickelten Emanation eine Thoriummenge von der Größenordnung 10^{-5} g pro Gramm Substanz entspricht. In der Absicht, ein Thoriumpräparat herzustellen, wurden Einwagen von rund 200 g Sinter aufgearbeitet, die etwa 10^{-2} g Thorium ergeben sollten, doch konnte dieses Element nicht aufgefunden werden. Um ganz sicher zu gehen, wurde auch die spektroskopische Untersuchung durchgeführt. Die Lösung von 200 g Sinter versetzte man mit Calciumchlorid und fällte mit Oxalsäure. Das erhaltene Produkt wurde gut gewaschen und geglüht. Herr Hofrat Prof. Dr. M. EDER hatte die Güte, das Präparat mit Hilfe eines großen Gitterspektrographen auf das Vorkommen einer Thoriumlinie zu prüfen, konnte aber kein Anzeichen der Gegenwart von Thorium auffinden. Da sich Radiothorium analog dem Thorium verhält, die übrigen Glieder aber kurzlebig sind, folgt aus diesen Resultaten, daß die Emanationsentwicklung dem allein aus dem Gestein herausgelösten Mesothorium zuzuschreiben ist. Die Erscheinung, daß das Wasser nur das Mesothorium, nicht aber auch das Thorium aus dem Gestein aufnimmt, scheint ziemlich verbreitet zu sein, wie die zahlreichen Befunde in dieser Richtung zeigen¹. Die Gegenwart von Thorium im Sediment dürfte mit einer bestimmten Art des Vorkommens im Gestein zusammenhängen und eine Ausnahme bilden².

Da das Mesothorium völlig gleiche chemische Eigenschaften hat wie das Radium, folgt, daß die lösende Wirkung des Wassers auf dasselbe in gleicher Weise zur Geltung kommt wie beim Radium und die beiden Substanzen miteinander an die Oberfläche gebracht werden. Dort erliegen sie in gleicher Art der Adsorption und Ausfällung und finden sich im Sinter wieder. Aus den Tabellen geht nun hervor, daß das Verhältnis zwischen der Menge dieser Substanzen in den Sedimenten zu der im Ursprungsgestein nicht für beide Elemente dasselbe ist, was nach dem Vorhergehenden zu erwarten wäre, sondern ein beträchtlicher Unterschied besteht. Man muß daher annehmen, daß sich Radium und Thorium in den Mineralbestandteilen des Gesteins, in denen sie enthalten sind, nicht im gleichen Mengenverhältnis vorfinden. Das radiumreiche Mineral muß dem Angriff des Wassers weniger Widerstand entgegenzusetzen, der thoriumreiche Bestandteil muß schwer lösbar sein.

Vergleicht man die Anreicherung des Radiums im Sinter

¹ ELSTER und GEITEL, Physik. Zeitschr. **6**. p. 67; ENGLER, Zeitschr. f. Elektrochemie. **11**. p. 717; HENRICH, Zeitschr. f. anorg. Chemie. **65**. p. 117; EBLER und FELLNER, Zeitschr. f. anorg. Chemie. **72**. p. 233.

² LABORDE und LÉPAPE, Compt. rend. de l'Acad. des scienc. **155**. p. 1202; MACHE und BAMBERGER, Wien. Ber. **123**. Kl. 2 a. Februar 1914.

gegenüber dem Gestein mit der der übrigen Elemente, so fällt auf, daß nur dem Eisenoxyd ähnliche Verhältniszahlen zukommen¹:

Material	Fe ₂ O ₃ %	Verhältnis zur Menge im Gestein	Ra %	Verhältnis zur Menge im Gestein
Gestein . . .	1,86	1	$2,73 \cdot 10^{-10}$	1
Sinter A . . .	82,71	44,5	$7,19 \cdot 10^{-9}$	26,3
Sinter B . . .	84,27	45,3	$8,68 \cdot 10^{-9}$	31,8
Sinter C . . .	84,94	45,7	$1,07 \cdot 10^{-8}$	39,0
Sinter D . . .	84,02	45,2	$1,23 \cdot 10^{-8}$	45,1

Diese Tatsache führt in Verbindung mit den früheren Resultaten zu dem Schluß, daß das Radium hauptsächlich aus dem Erzbestandteil des Gesteins, dem Pyrit stammt. Das Überwiegen des Eisens erklärt sich daraus, daß einerseits ein Teil desselben aus anderen Gemengteilen herrührt, andererseits nicht alles Radium aus dem Wasser gefällt worden ist. Daneben spielen noch andere Umstände hinein, welche die Genauigkeit der Übereinstimmung etwas beeinträchtigen können, wie die Aufnahme von Radium aus andern Mineralbestandteilen, die Abscheidungsverhältnisse etc. Das Vorkommen von Radium in den Erzgemengteilen ist schon von ROSENBUSCH² beobachtet worden, der an Dünnschliffen die charakteristischen pleochroitischen Höfe um diese Teile gefunden hat. Um die Verfärbungen mit dem Mikroskop entdecken zu können, müssen sie aber sehr intensiv sein und das tritt nur bei dunklen Mineralien ein, wie Turmalin, Biotit usw. In dem Graphitquarzit der Quelle sind solche Höfe nicht aufgefunden worden, da sich im Quarz die Färbung nicht deutlich genug kenntlich macht und stark gefärbte Mineralbestandteile nicht vorhanden sind.

Um die Richtigkeit dieser Folgerung direkt zu prüfen, wurde versucht, das Erz aus dem Gesteinspulver durch Behandeln mit Salzsäure zu extrahieren. Nach wiederholtem Auskochen konnte ein Präparat erzielt werden, das nur mehr Spuren von Erzbestandteilen enthielt, während das Eisen sich im Filtrat befand. Die Messung der Lösung ergab, daß 82 % der gesamten Radiummenge und 17,9 % vom Mesothorium aus dem Gestein aufgenommen worden waren. Das Radium ist demnach in den säurelöslichen Mineralbestandteilen des Gesteins, dem Erz, angereichert, während sich das Thorium größtenteils im unlöslichen Anteil vorfindet.

¹ Die Angaben beziehen sich auf geglühte Substanzen.

² ROSENBUSCH, Mikroskopische Petrographie der Mineralien. 1904. p. 376.

Vollständige Trennung, so daß jedes der beiden Elemente für sich in besonderen Gemengteilen auftreten würde, ist augenscheinlich nicht vorhanden.

Aus den Tabellen über die Messungen ist zu entnehmen, daß der Gehalt an aktiven Substanzen bei den Sintern A--D ansteigt und zwar ist er um so größer, je weiter der Quellabsatz von der Außenluft entfernt ist. Diese Beobachtung erklärt sich aus der Geschwindigkeit der Ausfällung. Die Geschwindigkeit der Kohlensäureabgabe aus dem zutage tretenden Quellwasser und damit die Ausfällungsgeschwindigkeit sind der Differenz zwischen der Tension der Kohlensäure in der Lösung und ihrem Partialdruck über der Lösung proportional. Je langsamer sich ein Niederschlag ausscheidet, desto länger bleiben geringe Korngrößen bestehen und desto mehr machen sich die Oberflächenkräfte geltend. Die Sedimente vom Hintergrund des Stollens besitzen daher die größte Adsorptionskraft und enthalten demnach die radioaktiven Substanzen in höherer Konzentration.

Es erübrigt sich noch, den Gemengteil zu finden, der das Thorium in überwiegendem Maß enthält, doch können darüber nur Vermutungen geäußert werden. Von den Graphitquarzit zusammensetzenden Mineralien ist außer dem Erz nur noch der Zirkon durch das Auftreten pleochroitischer Höfe, also den Gehalt an aktiver Substanz bekannt¹. Da dieses Mineral gewöhnlich Thorium führt und das Zirkonium chemisch mit dem Thorium Verwandtschaft besitzt, darf man mit einiger Sicherheit annehmen, daß es auch in vorliegendem Fall der Träger der Hauptmenge des Thoriums ist. Die kleine Menge von Mesothorium im Sinter würde sich dann leicht aus der geringen Angreifbarkeit des Zirkons durch Wasser erklären.

Herrn Professor Dr. MAX BAMBERGER ist der Verfasser für die Anregung zu dieser Arbeit und die vielfachen Bemühungen bei der Beschaffung des Untersuchungsmaterials zu besonderem Dank verpflichtet.

Über das Wachstum von Jodkaliumkristallen auf Muscovit.

Von A. Johnsen in Kiel.

Mit 1 Textfigur.

Die regelmäßige Aufwachsung von Jodkaliumkristallen auf Muscovit wurde von FRANKENHEIM² entdeckt und definiert. Eine Oktaederfläche liegt parallel der Basis, eine Oktaederkante parallel der Klinoochse. Den Habitus des KJ beschreibt FRANKENHEIM³ mit

¹ Vergl. MÜGGE, Dies. Centralbl. 1907. p. 397 und 1909. p. 65, 113, 142; ferner JOLY und FLETSCHER, Phil. Mag. 1910. p. 630.

² L. FRANKENHEIM, Pogg. Ann. 37. p. 521. 1836.

³ Derselbe, ebenda 111. p. 39. 1860.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Centralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie](#)

Jahr/Year: 1914

Band/Volume: [1914](#)

Autor(en)/Author(s): Weissenberger G.

Artikel/Article: [Über die Verteilung der Radioelemente in Gesteinen. II
. Zur Kenntnis der Quellsedimente. 481-490](#)