



TITLE:

Über das Fergusonit von Oro, Präfektur Kyoto, Japan

AUTHOR(S):

Takubo, Jitsutaro

CITATION:

Takubo, Jitsutaro. Über das Fergusonit von Oro, Präfektur Kyoto, Japan. *Memoirs of the College of Science, Kyoto Imperial University*. Ser. B 1939, 14(4): 337-348

ISSUE DATE:

1939-09-30

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/257889>

RIGHT:

Über das Fergusonit von Ōro, Präfektur Kyoto, Japan

von

Jitsutarō TAKUBO

(Geologisch- und Mineralogisches Institut, Kaiserliche Universität zu Kyoto)

Mit 7 Figuren im Text

(Eingegangen am 8 Dezember, 1938)

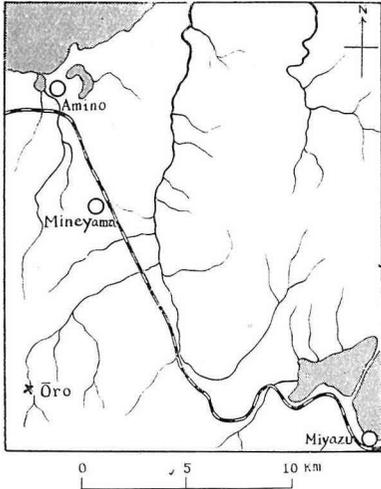
Inhalt

	Seite
(1) Einleitung	337
(2) Morphologische und physikalische Eigenschaften	338
(3) Chemische Analyse	339
(4) Chemische Zusammensetzung	342
(5) Spezielle Versuche	344
(a) Wassergehalt	344
(b) Heliumgehalt	346
(6) Zusammenfassung	347

(1) Einleitung

Das Mineral wurde zuerst von Herrn U. TODA auf einem in Granit aufliegenden Pegmatitgang bei Ōro in der Präfektur Kyoto entdeckt. Die Fundstelle ist 11 km südwestlich von der Stadt Mineyama und ungefähr 90 km nordwestlich von der Stadt Kyoto entfernt (s. Fig. 1). Der das Fergusonit führende Pegmatitgang, wie alle anderen naheliegenden Gänge verläuft im allgemeinen in Streichen von etwa N-40°-W, was mit denjenigen der im Jahre 1927 beim „Tango Erdbeben“ sich gezeigten Verwerfung übereinstimmt und die Weite beträgt etwa 15 m. Die Hauptbestandteile sind Quarz und Feldspat; vor einigen Jahren war es einmal des Feldspats wegen abgebaut worden. Das Fergusonit tritt hier als grosse, unregelmässig begrenzte Masse oder in einem Aggregat von zahlreichen Kristallstücken, sehr oft bis zu mehreren hundert Gramm betragen, auf. Bisweilen kommt es vereinzelt in ungewöhnlicher Grösse, und zwar in mehr als 10 cm Länge und 2 cm Dicke, vor. Gewöhnlich ist es von Feldspat eingeschlossen und die Umgebung merklich tiefrot gefärbt. Neben dem Fergusonit finden wir

Fig. 1.



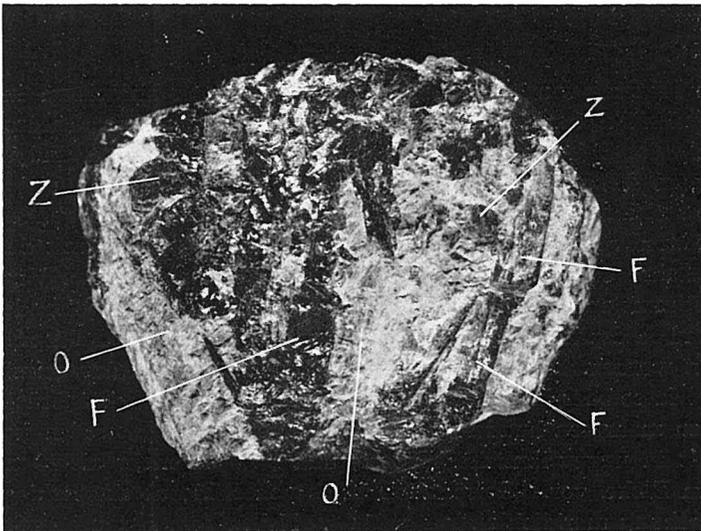
den Stücke nicht zu finden, worüber ich im Nachfolgenden eingehend berichten will.

(2) Morphologische und physikalische Eigenschaften

Der Kristall zeigt den prismatischen oder pyramidalen Habitus, doch war eine derartige Form, durch welche die Gehörigkeit zu der tetragonalen bipyramidalen Klasse als sicher hätte konstatiert werden können, leider noch nicht zu finden. Das spezifische Gewicht betrug: $(\frac{18}{4}) = 5.615$; die Härte

sehr oft Zirkon von schöner Ausbildung bisweilen auch noch andere seltene Erd-elemente enthaltende Mineralien; darüber wird der Verfasser nach weiteren Untersuchungen an anderer Stelle Mitteilung machen. Seines spezifischen Gewichtes wurde es zuerst von U. TODA im Mai 1938 bemerkt; er schenkte mir ein Aggregat von 300 g sowie einige Kristallstücke, wofür ich ihm an dieser Stelle meinen aufrichsten Dank aussprechen möchte. Mit Hilfe von sowohl chemischen Analysen als auch einiger Versuche in Bezug auf das physikalische Verhalten konnten zwar die bis jetzt unklarbliebenen Eigenschaften klargelegt werden, jedoch waren die die gehörigen Kristallform darstellenden

Fig. 2. F: Fergusonit Z: Zirkon O: Orthoklas



5-6; der Bruch war unvollkommen muschelrig; die Bruchfläche zeigte lebhaften Glassglanz und die Farbe war schwärzlichbraun bis pechschwarz, in dünnen Kanten aber gelbbraun durchscheinend. Beim Erhitzen zeigt sich eine leichte Veränderung in blass Olivgrün; die Erscheinung des Erglimmens der ganzen Masse bei einer gewissen Temperatur wie dies früher von A. DES CLOIZEAUX und A. DAMOUR an einer Probe aus Gröland zuerst beobachtet und später noch von anderen Arbeitern an anderen Proben gleichfalls beobachtet wurde, war jedoch keineswegs ersichtlich.

Bei den mikroskopischen Versuchen an Dünschliffen beobachtet man manchmal, dass die rotbraune doppelbrechende Hauptschubstanz von einem Adernetz einer tiefbraunen amorphen Schubstanz durchsetzt ist, welches wahrscheinlich unter Wasseraufnahme der ursprünglichen kristallisierten Fergusonitsubstanz bei seiner Verwandlung in eine sekundäre entstanden ist. Einige Schliffe, die aus einem ziemlich grossen Kristallstück hergestellt wurden, zeigen, dass der innere, unveränderte Teil des Minerals sich doppelbrechend verhält. Diese Eigenschaften zeigen also, dass das betreffende Mineral grosse Unterschiede gegen die bisher beschriebenen Fergusoniten aufweist. Nach dem Erhitzen zur Rotglut kann man ausser der Farbänderung eine Umwandlung der amorphen Schubstanz in eine doppelbrechende beobachten. Um den optischen Charakter zu bestimmen hat der Verfasser einige Dünschliffe senkrecht zur c-Achse hergestellt, ohne jedoch an ihnen eine deutliche Interferenzfigur beobachten zu können. Der erstere war aber leicht mit Hilfe eines Drehtischmikroskop nachzuweisen, demnach gehört das Fergusonit zu dem einachsigen und negativen Mineral.

(3) Chemische Analyse

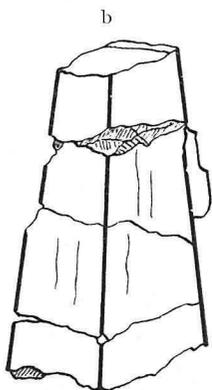
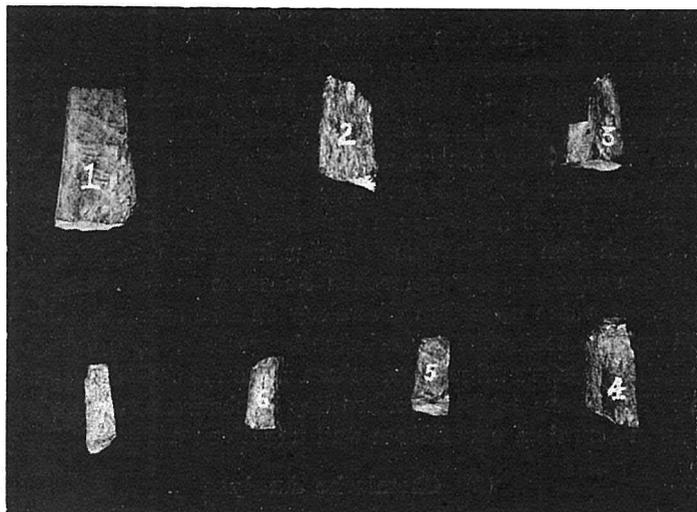
Die chemische Analyse des vorliegenden Minerals beruht in der Hauptsache auf der von K. KIMURA und S. SHINODA¹⁾ früher ausgeführten Methode, auf Grund derer von ihnen dann die chemische Analyse von Columbit mit grösster Genauigkeit durchgeführt werden konnte.

Das Mineral wird mit grösster Sorgfältigkeit von anderen, es begleitenden Mineralien wie Feldspat, Zirkon etc. befreit. Zur Zersetzung digestiert man das möglich fein pulverisierte Mineral mit Flusssäure im Platintiegel und hält das Gemisch auf dem Wasserbade noch bis zu seiner vollständigen Zersetzung warm. Man filtriert dann den unlöslichen Rückstand ab. Um die an der Oberfläche des Rückstandes anhaftende Flusssäure vollständig zu verjagen, wird der Rückstand mit konzentrierter Schwefelsäure erwärmt. Darauf wird er mittels konzentrierter Salpetersäure digestiert. Noch unlöslich bleibender Rückstand wird bis zur Glut erhitzt und die Reste dann als SnO₂ bestimmt. Man fällt Th und alle seltenen Erdelemente aus dem Filtrat von SnO₂ durch Versetzung der geeigneten Oxalsäure nach genauer Neutralisierung. Nachdem Erhitzen des Oxalsäure-Salzes bis zur Glut bestimmt man zuerst den Gesamtgehalt an Th und allen enthaltenen seltenen Erdelementen. Analysiert man nun Th durch die Wasserstoffsperoxyd-

1) K. KIMURA und S. SHINODA, Journ. Chem. Soc., Japan, 54, 1 (1933).

Methode, Ce durch die Kaliumbromat-Methode und die Elemente der Y-Gruppe durch die Kaliumsulfat-Methode nacheinander, so erhält man den Gehalt der Elemente der Ce-Gruppe aus der sich ergebenden Differenz. Nach der vollständigen Zersetzung der im Filtrat überschüssigen Oxalsäure wird U mittels Zusetzung von Ammoniak als Ammoniumuranat gefällt und dann filtriert, zur Glut erhitzt und abgewogen. Die mit Flusssäure digestierte primäre Lösung wird mit konzentrierter Schwefelsäure so lange erwärmt,

Fig. 3. a



bis die Schwefelsäure sich zu verflüchtigen beginnt. Dann fügt man eine geringe Menge überschüssigen Ammoniaks und Ammoniumchlorids hinzu, wodurch Nb und Ta als Niob- und Tantalsäure und Fe, Al und Ti als Hydroxyd gefällt werden. Aus dem Filtrat dieses Niederschlages kann man Mn, Ca und Mg in gewöhnlicher Weise analysieren. Der Niederschlag wird zur Glut erhitzt, dann mit einer geeigneten Menge von KHSO_4 zum Schmelzen gebracht und darauf nach dem Erkalten mit Wasser ausgelaugt. Man kocht das Gemisch in dem mit SO_2 gesättigten Zustand und lässt es eine ganze Nacht hindurch stehen. Der hinterbleibende Rückstand wird filtriert, zum Glühen gebracht und abgewogen. Die Trennung von Nb und Ta ist auf der MARGNACS Methode begründet. Man kann Al, Fe und Ti in gewöhnlicher Weise aus dem Filtrat von Niob- und Tantal-Niederschlägen bestimmen.

Zur Ausführung der Analyse von Si und W schmilzt man neu abgewogene Proben mit vielfachem Natriumcarbonat und laugt das Geschmolzene nach dem Erkalten mit Wasser aus. Der hinterbleibende Rückstand wird

filtriert und mit Ammoniumnitratlösung ausgewaschen. Wird das Filtrat gesäuert und abgedampft, so werden Si, W und Sn ausgeschieden. Der Niederschlag wird auf eine Temperatur unter 850°C zur Glut erhitzt und die dadurch erhaltenen Oxyde werden mit einem Gemisch von Flusssäure und Schwefelsäure so länge erwärmt, bis SiO_2 als SiF_4 völlig verflüchtigt sind. Die durch diese Behandlung verursachte Gewichtsabnahme entspricht dem SiO_2 . Digestiert man die Reste mit Ammoniak, so kann man aus der dadurch erhaltenen Lösung den Gehalt an W bestimmen. Die Bestimmung des Wassergehalts lässt sich an einer anderen Probe durch Erhitzung im Silikatglass-Rohr ausführen, das dabei entwickelte Wasser wird in dem Trocknungsrohr mittels CaCl_2 absorbiert. Aus der Gewichtszunahme des Rohres kann man das im Mineral enthaltene Wasser mit Leichtigkeit erkennen. Die analytischen Resultate sind in der nachstehenden Tabelle gezeigt. Zur Berechnung der Molekularzahlen der Ce-Erde wird das mittlere Atomgewicht der Elemente der Y-Gruppe 103 in gewöhnlicher Weise bestimmt, lediglich diejenige der Ce-Gruppe als 144 vorausgesetzt.

Konstituent	Gehalt in Prozenten	Molekularzahl
CaO	0.75	0.0134
MgO	0.05	0.0012
MnO	Spur	—
Fe_2O_3	0.21	0.0013
Al_2O_3	1.20	0.0020
Ce_2O_3	0.85	0.0026
Ce-Erde	1.20	0.0036
Y-Erde	57.57	0.1479
ThO_2	4.31	0.0163
SnO_2	0.18	0.0012
SiO_2	0.70	0.0117
UO_2	4.86	0.0180
TiO_2	0.35	0.0044
Nb_2O_5	45.90	0.1727
Ta_2O_5	0.50	0.0011
WO_3	0.05	0.0002
H_2O	2.17	—
Summe	99.85	

Fig. 4. Absorptionspektrum der seltenen Elemente.

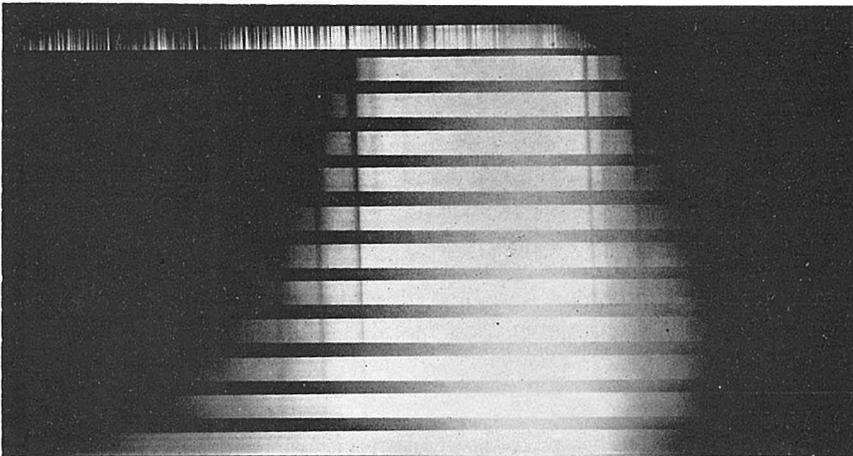
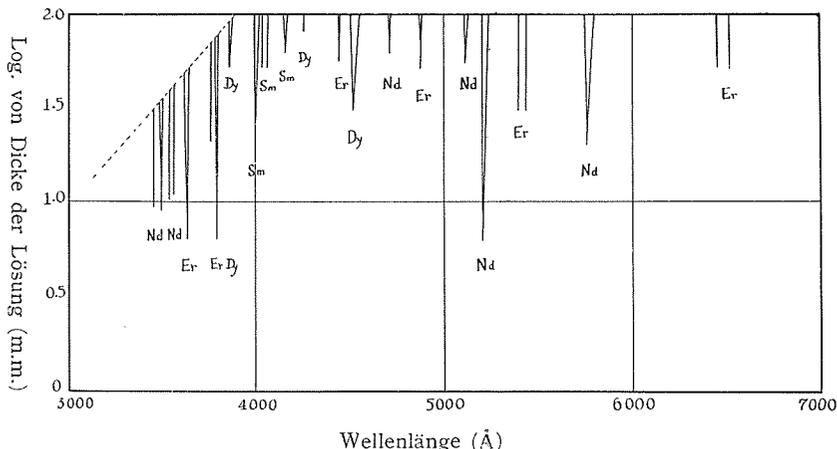


Fig. 5. Absorptionskurve.



Zunächst hat der Verfasser spektrographische Versuche bei jeder der durch die chemische Analyse erhaltenen Konstituente vorgenommen, wodurch er folgenden seltenen Erdelemente fand.

- Ce₂O₃ Ce
 ThO₂ Th
 Y-Erde Y, Er, Ho, Dy.
 Ce-Erde La, Nd, Ce, Sm, Eu, Y.

Wie in Fig. 4 gezeigt wird, können einige der oben erwähnten seltenen Erdelemente auch im Absorptionsspektrum deutlich nachgewiesen werden.

(4) Chemische Zusammensetzung

W. C. BRÖGGER¹⁾ nimmt an, dass im Fergusonit äusser der Hauptverbindung $R^{III}NbO_4$ auch andere Verbindungen wie $R_3^{II}(NbO_4)_2$ und $(Th, U)(Si, Sn)O_4$ vorhanden sein. Besonders bemerkt er mit Bezug $(Th, U)(Si, Sn)O_4$, dass ThO₂ und UO₂, wie im Thorit und einer Reihe anderer Mineralien, einander ersetzbar sind, und zwar $(Th, U)(Si, Sn)O_4$ mit einer Formel $TiTiO_4$, welches der des mit Fergusonit homoisomorphen Anatase entspricht, analog ist, auf Grund dessen es ganz natürlich ist, derartige Verbindung vorzustellen. Aber ersagt nichts über eine Verbindung $R_3^{II}(NbO_4)_2$. Später schreibt DOELTER,²⁾ dass U und die in dem Fergusonit vorhandenen divalenten Metalle, wie Ca, wahrscheinlich in den Molekülen wie $(UO)_2Nb_2O_7$ und $Ca_2Nb_2O_7$ vorhanden sind und zwar vermag vielleicht dieselbe die Verbindung $Y_2Nb_2O_8=2YNbO_4$ isomorph zu versetzen. Der Verfasser hat die Zusammensetzung unter der Annahme, dass das Fergusonit, den oben gezeigten analytischen Ergebnissen nach, mit den Verbindungen $Th(Si, Sn)O_4$, $(UO, Ca, \dots)_2(Nb, Ta)_2O_7$ und sehr geringe Menge von $CaWO_4$ kombiniert

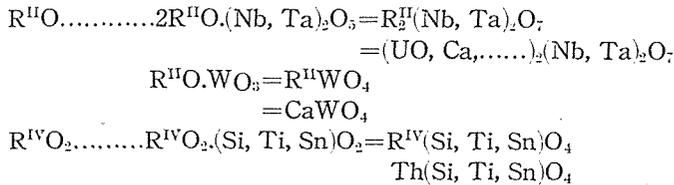
1) W. C. BRÖGGER, Min. sudnorig. Granitpegm., 31 (1906).

2) DOELTER, Handbuch der Mineralchemie, Bd. III, 255 (1918).

wird. Da, wie C. F. RAMMELSBURG¹⁾ und G. T. PRIOR²⁾ bereits zeigen, zwischen dem Fergusonit und dem Scheelit eine isomorphe Beziehung durchaus erkennbar ist, kann mit Wahrscheinlichkeit das Vorhandensein von CaWO₄ angenommen werden. Zuerst hat der Verfasser die gesamten Molekularzahlen von jedem gleichwertigem Metalloxyd berechnet, wobei das Wasser unberücksichtigt blieb.

(1)	R ^{II} O	CaO MgO (UO)O	}	0.0326
(2)	R ₂ ^{III} O ₃	Fe ₂ O ₃ Al ₂ O ₃ Ce ₂ O ₃ Ce-Erde Y-Erde	}	0.1574
(3)	R ^{IV} O ₂	ThO ₂		0.0163
(4)		Nb ₂ O ₅ Ta ₂ O ₅	}	0.1738
(5)		SiO ₂ TiO ₂ SnO ₂	}	0.0173
(6)		WO ₃		0.0002

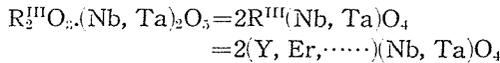
Nimmt man nun an, dass die Metalloxyde R^{II}O, R₂^{III}O₃ und R^{IV}O₂ in den folgenden chemischen Bindungen vorhanden sein:



und subtrahiert die diesen Verbindungen entsprechende Menge von (Nb, Ta)₂O₅ aus dem Gesamtwert, so erhält man die folgende Verhältnisse:

$$\begin{aligned}
 R_2^{III}O_3 : (Nb, Ta)_2O_5 &= 0.1574 : 0.1568 \\
 &\approx 1 : 1
 \end{aligned}$$

Die Berechnung der Analyse zeigt somit, dass die Zusammensetzung des Fergusonit, wie auch früher allgemein angenommen, einem Orthoniobat entspricht.



1) C. F. RAMMELSBURG, Ber. deutsch chem. Ges., 5, 17 (1872).
 2) G. T. PRIOR, Min. Mag., 13, 219 (1903).

(5) Spezielle Versuche

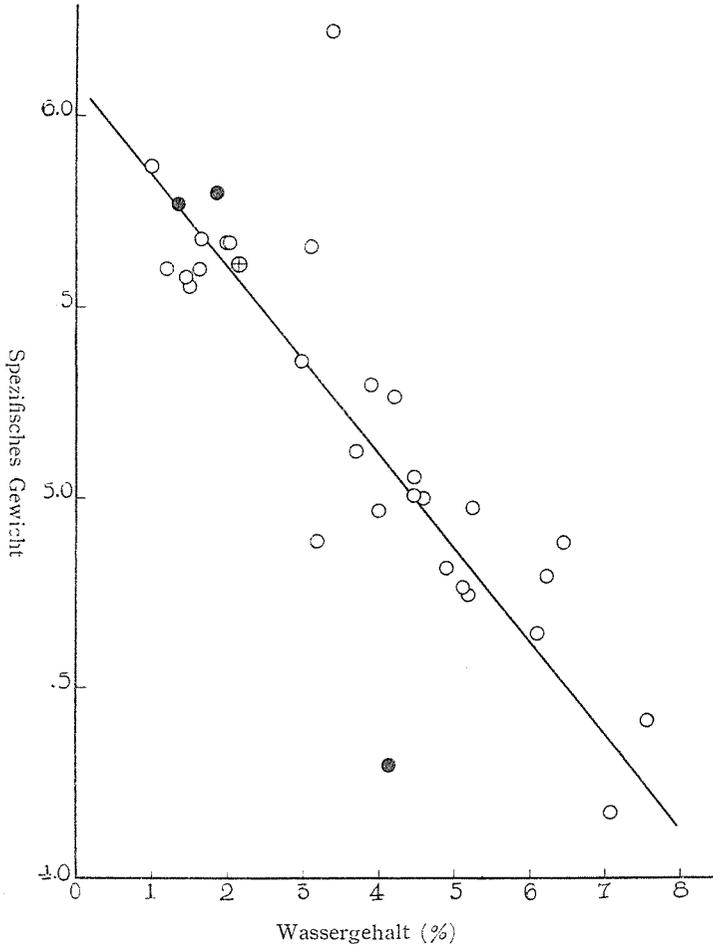
(a) Wassergehalt

W. E. HIDDEN und J. B. MACKINTOSCH hatten die Fergusonit nach der Grösse des Wassergehalts in zwei Varietäten, das „Fergusonite monohydrated“ und „Fergusonite trihydrated“ eingeteilt, wozu G. T. PRIOR noch „Fergusonite dihydrated“ hinzugefügt hat unter der Annahme, dass das Wasser im Fergusonit chemisch gebunden sei. Wenn dieses der Falle wäre, müsste der Wassergehalt beinahe bestimmten Proportionen, jeden der Molekularformeln von $R_2O_3 \cdot Nb_2O_5 \cdot H_2O$, $R_2O_3 \cdot Nb_2O_5 \cdot 2H_2O$ und $R_2O_3 \cdot Nb_2O_5 \cdot 3H_2O$ entsprechen, darstellen. Ein Vergleich der vorliegenden Analysen verschiedener Fälle zeigt aber, dass der Wassergehalt allemöglichen Werte zwischen ca. 1% und 8% aufweist. Und zwar ist dabei der Wassergehalt um so höher, je geringer das spezifische Gewicht ist, wie aus der folgenden Fig. 6 ersichtlich ist. Dieser Statistik liegt die Annahme zu Grunde, dass der durch Glühen entstandene Verlust dem Wassergehalt entspricht. Zur Veranschaulichung sind die Werte japanischer Proben mit einem Punkt besonders gekennzeichnet und der des Fergusonit von Ōro mit einem Kreuz versehen worden.

Die vorstehenden Werte basieren auf den Angaben der hier aufgeführten Quellen:

- 1) 3.71% : J. POTYKA, Pogg. Ann., 107, 590 (1859).
- 2) 6.44% : A. E. NORDENSKJÖLD, Pogg. Ann., 111, 285 (1860).
- 3) 1.49%, 4.88%, 4.18%, 5.12%, 4.47%, 5.20%, 6.19% : C. F. RAMMELSBURG, Sitzber. Berl. Akd. Wiss., 406 (1871).
- 4) 1.65% : J. L. SMITH, Am. Jour. Sci., (3), 15, 367 (1877).
- 5) 3.19% : J. W. MALLETT, Am. Jour. Sci., (3), 14, 397 (1877); Z. Krist., 2, 192 (1878).
- 6) 1.01% : W. E. HIDDEN, Am. Jour. Sci., (3), 29, 150 (1880); Z. Krist., 5, 510 (1881).
- 7) 1.62% : W. H. SEMMONS, Chem. N., 46, 204 (1882).
- 8) 2.02%, 1.98% : W. E. HIDDEN und J. B. MACKINTOSCH, Am. Jour. Sci., (3), 33, 474 (1889); Z. Krist., 19, 92 (1891).
- 9) 4.58%, 4.47% : G. T. PRIOR, Min. Mag., 10, 234 (1893).
- 10) 3.09% : G. P. TSCHERNIK, Z. Krist., 39, 625 (1904).
- 11) 4.12% : T. TAMURA, nach WADAS Minerals of Japan, 159 (1904).
- 12) 4.00% : W. C. BRÖGGER, Min. sudnorw. Granitpegm., 36 (1906).
- 13) 1.94% : M. PISANI, Bull. soc. min., 31, 312 (1908).
- 14) 7.11% : O. HAUSER, Z. anorg. Chem., 60, 230 (1903).
- 15) 6.23% : P. KRUSCH, Z. prakt. Geol., 19, 83 (1911).
- 16) 5.26% : M. PISANI, Bull. soc. min., 38, 130 (1915).
- 17) 2.78%, 1.19% : G. S. BLAKE, DOELTER Handb. d. Mineralchem., Bd. III. Hälft. 1, 254 (1918).
- 18) 3.36% : E. S. SIMPSON, ebenda.
- 19) 1.85% : Y. SHIBATA und K. KIMURA, Jour. Chem. Soc. Japan, 42, 8 (1921).
- 20) 3.92% : K. KIMURA, Jour. Chem. Soc. Japan, 48, 572 (1927).
- 21) 1.32% : S. IMORI und Shin HATA, S. Papers Inst. Phy. Chem. Res., 54, 784 (1938).

Fig. 6.



Ein Blick auf die Fig. 6 zeigt uns die interessante Tatsache, dass der Gehalt im allgemeinen nicht weniger als etwa 1% ist.

Nach W. C. BRÖGGER hat sich das sekundär aufgenommene Wasser allmählich zwischen den umgelagerten Molekülen bei der Umwandlung der ursprünglich kristallisierten Struktur im amorphen Zustande eingelagert und ist das ursprüngliche Mineral aller Wahrscheinlichkeit nach vollkommen oder doch beinahe wasserfrei gewesen. Zur Bestimmung des Wassergehalts bewahrte sich der Verfasser einige grössere Kristallstücke auf und befreite sie von den äusseren Teilen, welche einigermassen verändert gewesen sein mögen, durch Abbrechen. Die Proben verhielten sich unter dem Mikroskop durchgehend wie ein doppelbrechendes Mineral und es war keine amorphe Substanz darin nachweisbar. Deshalb kann man diese Probe als das noch unveränderte Mineral betrachten. Es wurden nachstehende Wassergehalte

Probe	Speziische Gewicht	Wassergehalt
1	5.817	1.25%
2	5.807	1.29%
3	5.807	1.32%
4	5.805	1.28%

gefunden. Der Mittelwert dieser vier Zahlen beträgt 1.28%.

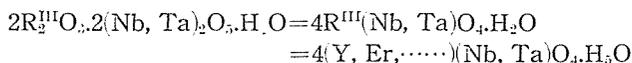
Aus dieser Tatsache kann man, im Gegensatz zu BRÖGGERS Annahme, die Behauptung aufstellen, dass das ursprüngliche Mineral nicht wasserfrei, sondern mit Wasser verbunden ist.

Sind 1.28% für das Mineral eigentümlich, so kann man aus den obigen analytischen Resultaten eine andere Zusammensetzung von Fergusonit in folgender Weise errechnen, wobei der durch den Gebrauch von 1.28% anstatt 2.23% verursachte geringe Fehler nicht berücksichtigt ist. Bei einem 1.28%-igen Wassergehalt ergeben die Molekularzahlen 0.0711. Daher ist das Verhältnis von $R_2^{III}O_3 : (Nb, Ta)_2O_5 : H_2O$ nachfolgendes:

$$R_2^{III}O_3 : (Nb, Ta)_2O_5 : H_2O = 0.1574 : 0.1568 : 0.0711$$

$$\approx 2 : 2 : 1$$

Aus diesem Grunde stellt der Verfasser für die Zusammensetzung von Fergusonit eine solche Molekularformel auf:



Zu der obigen Aufstellung sind wir durch die Annahme genötigt, dass das Wasser in dem Mineral in einer chemischen Verbindung vorhanden ist. Es kommen aber oft Fälle vor, wo wir in den Zwischenraum der Kristallgitter eingedrungenes Wasser annehmen müssen. Folglich müssen also noch weitere Untersuchungen darüber angestellt werden, welche die obige Aufstellung als berechtigt erweisen.

(b) Heliumgehalt

Den Heliumgehalt im Fergusonit betreffend wurden bis jetzt verschiedene Studien von mehreren Forschern wie W. RAMSAY,¹⁾ J. N. COLLIE, M. W. TRAVERS,²⁾ J. SASAKI u. a. gemacht. W. RAMSAY erhielt zuerst aus 1 g Fergusonit beim Erhitzen 1.1 cc Helium, wobei das bei Erhitzen entwickelte Gasgemisch nach J. N. COLLIE aus 54.7% H₂, 13.9% CO₂, 31.2% He, zusammen 99.8% bestand. M. W. TRAVERS erhielt aus norwegischem Fergusonit für Proben von je 1 g beim Erhitzen 1.41 cc He, 0.231 cc H₂, 0.326 cc CO₂ und andere Gase, also wurde gerade die halbe Menge von Helium entwickelt.

Der Verfasser unternahm einige Versuche auf Heliumgehalt des in Frage stehenden Minerals. Die pulverisierte Probe wurde im Silikaglass-Rohr abgewogen und das Rohr mit den Messbüretten in Verbindung gebracht. Nachdem das Rohr vollständig luftleer gemacht wurde, wurde auf eine Temperatur über 600°C. solange erhitzt, bis eine Entwicklung von Gasen nicht mehr wahrgenommen werden konnte. Den CO₂ und H₂ Gehalt erkennt man auf die von J. N. COLLIE und J. SASAKI bereits ausgeführte Weise und

1) W. RAMSAY, Proc. Roy. Soc. London, **59**, 325 (1896).

2) M. W. TRAVERS, Proc. Roy. Soc. London, **64**, 141 (1898).

nimmt den Rest als den Heliumgehalt an. Die doppelt festgestellten Resultate sind in folgender Tabelle angegeben.

Konstituent	Probe I		Probe II		Mittelwert	
	10.7543 g	1 g (ber.)	7.9432 g	1 g (ber.)	1 g (ber.)	Vol. %
CO ₂	4.76 cc	0.443 cc	3.63 cc	0.457 cc	0.450 cc	74.1
H ₂	0.04	0.004	—	—	0.002	0.3
He	1.65	0.153	1.25	0.157	0.155	25.5
Summe	6.45	0.600	4.88	0.614	0.607	99.9

Setzt man nun voraus, dass das entwickelte Helium beim Erhitzen gerade der Hälfte der gesamten Menge entspricht, ebenso wie J. SASAKI¹⁾ dies annimmt, wenn er das Alter des Fergusonit von Neëgi bei Mino aus dem Heliumgehalt berechnet, sowie dass alles durch Zersetzung von U und Th befreite Helium erhalten worden wäre, so kann man das Helium-Verhältnis nach folgende Gleichung berechnen:

$$\frac{\text{He}}{\text{U}+0.27 \text{ Th}}=5.85$$

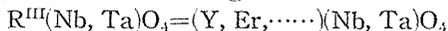
(6) Zusammenfassung

Des reichlichen Vorkommens sowie des unberührten Zustandes wegen konnte der Verfasser zahlreiche Versuche sowohl in Bezug auf chemische als auch physikalische Eigenschaften ausführen und somit die bis jetzt noch unklar gebliebenen Eigenschaften klären.

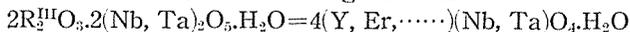
(1) Das Mineral verhält sich zwischen dem gekreuzten Nicol wie ein doppelbrechendes Mineral; mit Hilfe des Drehtischmikroskops ist nachzuweisen, dass zu den einachsigen negativen Mineralien zugehörig ist.

(2) Das ursprüngliche kristallisierte Mineral wird unter Wasseraufnahme sekundär zu der amorphen Substanz umgewandelt. Einige Dünschliffe zeigen, dass die rotbraune doppelbrechende Substanz vom einem Adernetz der tiefbraunen amorphen Substanz durchzogen ist.

(3) Die Berechnung der Analyse zeigt, dass die Zusammensetzung des Fergusonits, wie auch früher allgemein angenommen, einem Orthoniobat entspricht, wobei der Wassergehalt nicht berücksichtigt wurde.



(4) In Gegensatz zu BRÖGGERS Annahme zeigt die vollkommen kristallisierte Substanz einen Wassergehalt von ca. 1.28%. Aus diesem Grunde stellt der Verfasser für die Zusammensetzung des Fergusonits eine neue Molekularformel und zwar die nachfolgende auf:



(5) Beim Erhitzen auf eine Temperatur über 600°C ergibt je 1 g Fergusonit 0.450 cc CO₂, 0.002 cc H₂ und 0.155 cc He.

1) J. SASAKI, Bull. Chem. Soc. Japan, **1**, 253 (1926).

2) A. HOLMES, Bull. Nation. Res. Coun., **80**, 393 (1931).

Zum Schlusse möchte ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. A. MATSUBARA, meinen aufrichsten Dank auszusprechen für die Anregung zu dieser Arbeit und die vielfache Förderung während ihrer Durchführung. Ganz besonderen Dank schulde ich auch Herrn Prof. Sh. NAKAMURA für vielfältige Beratung und Förderung dieser Arbeit.
