

EIN BETAFITMINERAL VON TANGEN BEI KRAGERÖ

VON
HARALD BJØRLYKKE

Im Jahre 1925 hat Professor Dr. V. M. Goldschmidt von P. Tangen, Kragerö, einige Kg. von einem Mineral, das von ihm als Betafit bestimmt wurde, eingekauft¹. Auf Anregung von Professor J. Schetelig, der mir das ganze Material zur Verfügung gestellt hat, habe ich eine mineralogische und chemische Untersuchung von diesem Mineral ausgeführt. Herr Professor J. Schetelig hat mich auch während der ganzen Arbeit in einer liebenswürdigen Weise geholfen, wofür ich ihm zu dem herzlichsten Dank verpflichtet bin. Ein Teil des Materials ist auch das private Eigentum von Professor V. M. Goldschmidt, und ich bin ihm sehr dankbar, daß auch dies Material durch Professor Schetelig mir zur Verfügung gestellt worden ist.

Weiter hat mich Herrn Konservator J. Oftedahl mit den Strukturuntersuchungen geholfen, wofür ich meinen besten Dank aussprechen möchte.

Das Mineral ist in Tangen Feldspatbruch, Kammerfoss bei Kragerö gefunden. Das ganze Material bestand aus kleinen Stücken, die größten betrugen etwa 50 bis 100 G.

Bei dieser Untersuchung sind Röntgenemissionsspektrogramme benutzt nebenbei der chemischen Analyse. Zuerst zur Orientierung

¹ Professor V. M. Goldschmidt überließ seinem damaligen Assistent, Dr. F. Ulrich aus Prag, die weitere Bearbeitung des Betafit-Materials. Inzwischen sind sechs Jahre verflossen, und es scheint als ob Dr. Ulrich nunmehr nicht eine Bearbeitung des norwegischen Betafits beabsichtigen möchte. Unter diesen Umständen und weil in den letzten Jahren auch zwei andere Vorkommnisse von Betafit in Südnorwegen entdeckt sind, hat Professor J. Schetelig gefunden, daß es richtig wäre, daß die Bearbeitung der Betafitfunde und die Veröffentlichung über denselben von dem Mineralogischen Institut Oslo ausgehen möchten.

um das Material so gut wie möglich in natürlichen Typen einzuteilen, und weiter um die Niederschläge der chemischen Analyse zu kontrollieren, um die verschiedenen seltenen Erdmetalle nachzuweisen.

Zu den röntgenspektrographischen Aufnahmen wurde ein Siegbahn-Hadding-Rohr wie von L. Thomassen beschrieben, benutzt¹. Die Spektrogramme wurden teils mit einem Luftspektrograph von Durchmesser 344 mm und teils mit einem Vakuumspektrograph von Durchmesser 119 mm, wie früher beschrieben³, aufgenommen. Als Kristall wurde Steinsalz benutzt. Mit dem Luftspektrograph wurde 5 Stunden mit einer Spannung 50—55 kg V. und 10—12 m A. über 0—30° beleuchtet. Mit dem Vakuumspektrograph wurde nur eine Stunde bei derselben Spannung und Stromstärke über 0—60° exponiert. Von den spektrographischen Aufnahmen wurden mit der Hilfe eines Photometers Registramme aufgenommen und die Intensitäten der Linien wurden in Mm auf den Registrammen ausgemessen.

Zuerst wurden als Orientierung 7 Spektrogramme von Mineralpulver von verschiedenen Stücken des Materials aufgenommen (siehe Tab. 1). Es zeigte sich dabei, daß das Material sich in drei Typen einteilen ließ.

1. Mit schwarzer Farbe und starkem Glasglanz (Thorit-ähnlich), $G=3.96$.

2. Mit schwarzer Farbe und mattem Glanz, $G=4.34$.

3. Mit brauner bis gelber Farbe und Glasglanz. G nicht bestimmt.

Unter Type 2 befanden sich auch 9 Kristalle von $\frac{1}{2}$ —2 cm Durchmesser. Sie waren scheinbar kubisch, aber die Flächen waren sehr verwittert und daher oft schwierig zu deuten. Die Oktaederfläche und Rhombendodekaederfläche ließen sich mit Sicherheit feststellen.

Weiter habe ich auch ein braunes Mineral von Ramskjær analysiert, das bei Aussehen dem Betafit sehr ähnlich war. Dies Mineral hatte einen bedeutend größeren Gehalt an seltenen Erdmetallen als der Betafit von Tangen und zeigte sich später bei einer Debye-Scheerer-Aufnahme wahrscheinlich ein Euxenitmineral zu sein.

Der Betafit von Tangen war im Material von einem roten Feldspat umgeben und von Monazit, Thorit und Euxenit begleitet.

¹ L. Thomassen: Kjemisk röntgenspektrografi. Statens Raastofkomite. Publ. nr. 21.

² H. Bjørlykke. Die seltenen Erdmetalle des Blomstrandins von Kåbuland. Norsk Geol. Tidsskr. B. XI, H. 3—4. 1931.

Die Dünnschliffe zeigten, daß der Betafit isotrop (metamikt amorph) war, aber nie ganz homogen auftritt. Das Mineral war immer mit vielen Rissen durchsetzt, die mit einer gelben bis rötlichgelben Substanz gefüllt waren.

Die chemische Analyse.

Zu der chemischen Analyse wurden die am meisten typischen Stücke der drei Typen ausgewählt. Jede Probe betrug etwa 100 g und wurde in einem Agatmörser feinpulverisiert. Zu jeder Analyse wurde 1 g Substanz abgewogen und mit Kaliumbisulfat aufgeschlossen. Die Analyse wurde in der Hauptsache, wie von L. Lokka¹ beschrieben, ausgeführt. Außer der Bestimmung der einzelnen Metallsäuren verlief die Analyse sehr glatt, und die Parallelen gaben gut übereinstimmende Resultate. Außerdem wurden alle Ausfällungen röntgenspektrographisch mit einem Vakuumspektrograph untersucht und erwiesen sich sämtlich ziemlich rein. Die Niederschläge der Oxyde der seltenen Erdmetalle wurden zum Nachweis der einzelnen Erdmetallen mit einem Luftspektrograph mit Durchmesser 344 mm untersucht. Von Eisen wurde nur die Totalsumme bestimmt und als Fe_2O_3 angegeben.

Die Trennung der einzelnen Metallsäuren bietet viele Schwierigkeiten. Besonders schwierig war es der Titan in einer befriedigenden Weise von Niob und Tantal abzuscheiden. Die Salizylsäuremethode von Hauser u. Herzfeld², die L. Lokka angewandt, ist nicht sehr gut geeignet, mit den großen Mengen von Titan, die sich in meinen Analysen vorfanden. Die Summe der Oxyde von Niob und Tantal hätten bei meinen Proben 7—8 Mal mit K_2CO_3 aufgeschlossen und mit Salizylsäure gekocht werden müssen, um das Titan befriedigend abzuscheiden. Bei allen diesen Manipulationen ist es nicht zu vermeiden, daß ein Verlust eintritt, wenn auch sehr sorgfältig gearbeitet wird. Die röntgenspektrographische Untersuchung des bei dieser Methode gelösten Titan zeigte doch, daß das Titan sehr rein sei, indem die Linien von Niob und Tantal nicht sichtbar waren.

Um einige Ausscheidungen von Titan bei der Salizylsäuremethode zu ersparen habe ich versucht diese Methode mit der Methode von

¹ L. Lokka: Über Wiikit. Bull. Commission Geologique. No. 82. Helsingfors 1928.

² Hauser u. Herzfeld: Centralbl. f. Mineralogie (1910) 756.

Tab. 1.

Intensitäten der α_1 -Linien von den Analysendiagrammen.

Die Diagramme sind mit Luftspektrograph mit Durchmesser 344 mm aufgenommen. Die Intensitäten sind nach Photogrammen ausgemessen und in Mm angegeben. Wenn die α_1 -Linie Koizidenz hat, ist ihre Intensität nach den Intensitäten der übrigen Linien geschätzt. Die Intensitätszahl ist in diesem Falle mit Fragezeichen aufgeführt.

Element	Betafit 1	Betafit 2	Betafit 3	Betafit 2 Kristall	Euxenit- Mineral Ramskjær	Koizidenz
Nb.....	29	24	20	16	18	-
Y.....	2	6	9	8	14	-
Sr.....	<2	-	-	-	-	-
U.....	24	21	13	16	12	-
Th.....	<2	2	<2	2	5	-
Zn ¹	<2	<2	<2	<2	<2	-
Ta.....	38	17	25	31	35	-
Pb.....	33	30	18	33	5	As K α_1
Cu ¹	5	2	7	17	2	-
Cp.....	-	-	2?	-	-	Ho L β_3
Yb.....	4	3	9	6	12	-
Tu.....	-	-	-	-	<2?	Sm L γ_1
Er.....	-	-	3	-	6	-
Ho.....	-	-	4?	-	4?	Gd L β_1
Fe.....	45	36	26	34	35	-
Tb.....	-	-	<2	-	-	-
Gd.....	-	-	4?	-	3?	Ce L γ_1
Mn.....	-	-	-	-	-	-
Sm.....	-	-	<2	-	-	-
Ce.....	-	-	<2	-	-	-
Ti.....	6	5	4	7	4	-

¹ Die Linien von Zn und Cu schreiben sich von der Apparatur.

Todd¹ zu kombinieren. Nach dieser Methode soll der größte Teil des Titans bei Auslaugen einer K₂CO₃-Schmelze mit heißem Wasser unlöslich bleiben. Diese Methode war jedoch nicht brauchbar, denn die röntgenspektrographische Untersuchung von der ungelösten Substanz zeigte, daß das Titan ganz bedeutende Mengen von Niob und Tantal enthielt. Ich habe daher die Salizysäuremethode allein für alle Proben angewandt, und bei jeder Probe wurde 7—8 Mal mit Salizylsäure behandelt.

Ich habe keine genaue Untersuchung über die Genauigkeit, die in meinen Analysen bei der Ausscheidung des Titan bei der Salizylsäuremethode erreicht wurde, ausgeführt. Nach 7—8 Mal Behandlung mit Salizylsäure zeigte die Oxydsumme von Niob und Tantal

¹ E. W. Todd: Univ. of Toronto. Stud. Geol. Ser. No. 16, S. 42, 1923.

Tab. 2. *Betafit 1. Tangen.*

	o/o	Quotientzahlen
Nb ₂ O ₅	8.51	0.0319
Ta ₂ O ₅	12.85	0.0290
		} 0.0609
TiO ₂	35.05	0.4376
SiO ₂	0.62	0.0103
		} 0.4479
ThO ₂	-	-
UO ₃	15.52	0.0542
(Y, Ce, etc.) ₂ O ₃	-	-
		} 0.0542
Al ₂ O ₃	0.98	0.0096
Fe ₂ O ₃	5.52	0.0346
		} 0.0442
CaO	8.96	0.1598
MgO	Sp.	-
PbO	1.70	0.0076
Glühverl.	9.63	
		} 0.1674
Summe...	99.34	
Wasser	9.69	
Spez. Gewicht 3.93, 3.98		

noch eine sehr schwache Farbenreaktion auf Titan, und auf dem Röntgenspektrogramme war die TiK α_1 -Linie deutlich erkennbar. Der Fehler dürfte doch höchstens einige Zehntel Prozente ausmachen.

Um Niob von Tantal zu trennen wurde die Methode von Merrill¹ benutzt, die von W. M. Thornton² als die zur Zeit beste Methode zu dieser Trennung empfiehlt wird. Die Trennung wurde genau wie von Merrill vorgeschrieben, ausgeführt. Die Summe der Oxyde von Niob und Tantal wurde mit einer Mischung von Selenoxydchlorid und H₂SO₄ konz. 1—1½ Stunde gekocht, und dieser Prozeß wiederholt bis sich nur Spuren von den Oxyden löst. Dabei soll das Niob als Sulfat gelöst werden, weil Tantal als ungelöstes Oxyd zurückbleibt. Das gelöste Niob wurde nachher hydrolytisch ausgefällt und röntgenspektrographisch untersucht. Die röntgenspektrographische Aufnahme der Niobfraktion zeigte doch eine deutliche Linie von TaL α_1 , weil die Linie TaL β_1 kaum sichtbar war. Die Röntgenspektrogramme von dem Tantaloxyd zeigte auch eine ziemlich starke Linie von NbK α_1 und eine sehr schwache NbK β_1 -Linie.

¹ H. B. Merrill: Journ. Min. Chem. Soc. 43, 2378 (1921).

² V. M. Thornton: Titanium. New York, 1927.

Tab. 3. *Betafit 2 von Tangen.*

	%	Quotientzahlen
Nb ₂ O ₅	10.11	0.0379
Ta ₂ O ₅	7.61	0.0168
		} 0.0546
TiO ₂	34.22	0.4272
SiO ₂	0.64	0.0107
		} 0.4379
ThO ₂	0.04	0.0002
UO ₃	20.20	0.0706
		0.0706
(Y, Ce, etc.) ₂ O ₃	3.30 ¹	0.0118
Al ₂ O ₃	0.36	0.0035
Fe ₂ O ₃	6.96	0.0436
		} 0.0589
CaO.	7.02	0.1252
MgO	Sp.	-
PbO.	1.42	0.0064
Glühverl.	7.45	-
		} 0.1316
Summe...	99.33	
Wasser	7.00	
Spec. Gewicht 4.31, 4.34		

Die Trennung des Nb und Ta ist daher nicht ganz quantitativ. Merrill gibt an als maximaler Fehler 3 % der eingewogenen Oxyde bei seiner Methode.

Nach den Analysen darf der Betafit von Tangen hauptsächlich als ein Meta-Titanat, Metaniobat und -tantalat von Uran, Calcium und Eisen angesehen werden. Etwas Calcium wird in den Typen 2 und 3 durch seltene Erdmetalle ersetzt. Der Urangehalt ist sehr schwankend.

In Tabelle 7 sind die Intensitäten der Spektrogramme von den Niederschlägen der seltenen Erdmetalle angegeben. Die Intensitäten des Ce und La sind hier etwas zu niedrig, weil die Spektrogramme mit Luftspektrograph aufgenommen sind und die Strahlung des Ce und La daher etwas in der Luft absorbiert wird. Nach der Einteilung von V. M. Goldschmidt² gehören die Erdenbestände zu den kom-

¹ Das Molekulargewicht der seltenen Erdmetalle ist in dieser und in den folgenden Analysen nicht bestimmt. Die Quotientenzahlen sind mit einem mittleren Gewicht von 280 berechnet.

² V. M. Goldschmidt und L. Thomassen, *Geochemische Verteilungsgesetze* III, *Vidensk.selsk. Skr. I*, 1924 No. 5.

Tab. 4. *Betafit 3 von Tangen.*

	0/0	Quotientzahlen
Nb ₂ O ₃	11.95	0.0448 } 0.0713
Ta ₂ O ₅	11.75	0.0265 }
TiO ₂	32.27	0.4029 } 0.4099
SiO ₂	0.42	0.0070 }
ThO ₂	0.12	0.0005 0.0005
UO ₂	9.64	0.0337 0.0337
(Y, Ce, etc.) ₂ O ₃	5.96	0.0213 } 0.0722
Al ₂ O ₃	1.20	0.0118 }
Fe ₂ O ₃	6.24	0.0391 }
CaO	6.62	0.1181 } 0.1196
MgO	Sp.	- }
PbO	0.33	0.0015 }
Glühverl.	13.59	
Summe...	100.15	

Tab. 5. *Euxenitmineral von Ramskjær.*

	0/0	Quotientzahlen
Nb ₂ O ₅	7.49	0.0282 } 0.0645
Ta ₂ O ₅	16.07	0.0363 }
TiO ₂	25.68	0.3206 } 0.3389
SiO ₂	1.10	0.0183 }
ThO ₂	1.06	0.0040 } 0.0388
UO ₂	9.96	0.0348 }
(Y, Ce, etc.) ₂ O ₃	14.48	0.0517 } 0.0969
Al ₂ O ₃	0.30	0.0029 }
Fe ₂ O ₃	6.76	0.0423 }
CaO	2.94	0.0524 } 0.0563
MgO	Sp.	- }
PbO	0.86	0.0039 }
Glühverl.	12.56	
Summe...	100.62	

Tab. 6.

	1	2	3	4	5	6	7
Nb ₂ O ₅	8.51	10.11	11.95	28.34	39.34	31.70	34.80
Ta ₂ O ₅	12.85	7.61	11.75	14.25	24.56	15.28	Sp.
TiO ₂	35.05	34.22	32.27	11.52	6.47	8.82	18.30
SnO ₂	-	-	-	0.04	Sp.	1.46	0.30
SiO ₂	0.62	0.64	0.42	4.94	2.45	1.56	-
ZrO ₂	-	-	-	0.20	0.32	5.90	-
ThO ₂	-	0.04	0.12	1.10	3.30	0.42	1.30
UO ₂	-	-	-	9.93	-	5.72	-
UO ₃	15.52	20.20	9.64	-	-	5.08	26.60
Y ₂ O ₃	-	3.30	5.96	7.60	6.73	0.62	0.90
Ce ₂ O ₃	-	-	-	0.52	3.57	0.50	0.60
Al ₂ O ₃	0.98	0.36	1.20	0.52	3.57	0.50	0.60
Fe ₂ O ₃	5.52	6.96	6.24	3.25	3.23	3.63	2.87
FeO	-	-	-	0.82	3.67	-	-
MnO	-	-	-	0.17	0.34	0.43	-
PbO	1.70	1.42	0.33	1.88	0.21	0.24	-
MgO	Sp.	Sp.	Sp.	0.89	0.63	0.20	0.40
CaO	8.96	7.02	6.62	5.02	1.58	13.62	3.45
S	-	-	-	0.38	-	-	-
H ₂ O + 110	9.63	7.45	13.59	5.97	2.67	5.03	7.60
H ₂ O ÷ 110	-	-	-	2.86	0.61	-	-
Summe:	99.34	99.33	100.35	100.31	100.03	100.23	99.22
Sp. Gew.	3.96	4.34	-	4.223	5.149	-	3.75-4.17

1. Betafit 1. Tangen.
2. Betafit 2. Tangen.
3. Betafit 3. Tangen.
4. Wiikit Lh Nuolainiemi. Nach L. Lokka l. c.
5. Nuolait Lh — „ — „ „ „ „
6. Ellsworthit (hell) Hybla, Ontario. Anal. E. W. Todd Univ. of Toronto St. Geol. Ser. 16 s. 2¹ 1923.
7. Betafit Ambolatora. Lacroix, Bull. Soc. Min. 35 233, 1912.

pletten Erdenbeständen mit Yttertendenz oder Yttrofluorittypus. Auffallend ist der verhältnismäßig große Gehalt an Eu. In chemischer Beziehung weichen die Betafitminerale nur in dem Gehalt an seltenen Erden, Calcium und Uran von den Mineralen der Euxenit—Blomstrandreihe ab.

Betafit und Samiresit von mehreren Lokalitäten in Madagaskar sind von Lacroix¹ beschrieben worden. Als Vergleich ist eine seiner Analysen in Tab. 6 wiedergegeben. Es geht von der Tabelle hervor,

¹ Lacroix Bull. Soc. Min. 35, 233, 1912. 37, 101, 1914: C. R. 154, 1040, 1912.

Tab. 7.

Die Intensitäten der α_1 -Linien nach Analysendiagrammen der Niederschläge der seltenen Erdmetallen. Die Diagramme sind mit Luftspektrograph mit Durchmesser 344 mm aufgenommen. Die Intensitäten sind nach Photogrammen ausgemessen und in mm angegeben. Wenn die α_1 -Linie Koinzidenz hat, ist ihre Intensität nach den Intensitäten der übrigen Linien geschätzt. Die Intensitätszahl ist in diesem Falle mit Fragezeichen aufgeführt.

Element	Linie	Betafit 2	Betafit 3	Koinzidenz
71 Cp	L α_1	26?	26?	Ho L β_3
70 Yb	" "	54	60	-
69 Tu	" "	7?	15?	Sm L γ_1
68 Er	" "	18	40	-
67 Ho	" "	6?	24?	Gd L β_1
66 Dy	" "	13	52	-
65 Tb	" "	-	<2	-
64 Gd	" "	12?	24?	Ce L γ_1
63 Eu	" "	5?	8?	Pr L β_2
62 Sm	" "	13	26	-
61 -	" "	-	-	-
60 Nd	" "	38	45	-
59 Pr	" "	19	13	-
58 Ce	" "	43	29	-
57 La	" "	13	8	-
39 Y	K α_1	58	45	-

daß der Betafit von Tangen ziemlich stark in dem Gehalt von Metal säuren und Uran von dem Betafit von Madagaskar abweicht.

Besonders stark ist die Abweichung in Bezug auf dem TiO₂-Gehalt. Es wird sich daher vielleicht später zweckmäßig zeigen das Betafitmineral von Tangen als eine neue Mineralspezies von dem Betafit, den Lacroix beschrieben hat, abzuscheiden.

In Tabelle 6 sind auch Analysen von Wiikit, Nuolait und Ellsworthit wiedergegeben, die in chemischer Beziehung Betafit nahe stehen.

Debye-Scheerer-Aufnahmen.

Der Betafit von Tangen erwies sich metamikt amorph. Ein Versuch mit einer Pulveraufnahme von dem ungeglühten Mineral gab keine Linien auf dem Film. Wenn das Mineral aber etwa eine halbe Stunde bei 7—800° C geglüht wurde, gab die Pulveraufnahme ziemlich scharfe Linien, die mit einer regulären Struktur übereinstimmen.

Früher ist die Struktur von Pyrochlor von H. R. v. Gaertner¹ bestimmt worden. v. Gaertner hat in seiner Arbeit künstlichen Pyrochlor und geglühten natürlichen Pyrochlor von drei verschiedenen Lokaltäten untersucht. Er fand, daß diese dieselbe Struktur hatten und es waren nur sehr kleine Abweichungen in den Kantenlängen der Elementarkuben.

Es ist daher überwiegend wahrscheinlich, daß man auch bei Betafit durch Glühen die ursprüngliche Struktur des Minerals zurückbringt.

Die Linien der Debye-Scheerer-Aufnahmen von geglühtem Betafit waren denen von v. Gaertner für Pyrochlor gefundenen sehr ähnlich. v. Gaertner hat doch für Pyrochlor ziemlich genau die doppelten Kantenlängen der Elementarzelle gefunden als meine Filme von Betafit gaben. Die Linien, die diese doppelten Kantenlängen beweisen sollten, waren auf meinen Filmen nicht sichtbar. Als diese Linien auf den Filmen von Pyrochlor sehr schwach waren und als die Intensitäten der übrigen Linien übereinstimmten, ist es doch wohl wahrscheinlich, daß Betafit und Pyrochlor eine ähnliche Struktur besitzen mit nur ganz kleinen Abweichungen der Gitterkonstante.

Als die von L. Lokka (l. c.) analysierten Wiikite zum Teil in chemischer Beziehung dem Betafit ziemlich ähnlich sind, habe ich auch Pulveraufnahmen von zwei Wiikiten von Impilahti, die sich im Mineralogischem Museum in Oslo vorfanden und die mir gütigst von dem Direktor Professor J. Schetelig ausgeliehen wurden, vorgenommen.

Der eine Wiikit war braun bis gelb und entsprach vielleicht, was L. Lokka Nuolait genannt hat. Der andere war schwarz von Farbe und sehr spröde. Röntgenspektrogramme dieser Wiikite waren denen von den Betafiten sehr ähnlich.

Beide dieser Wiikite erwiesen, nachdem sie geglüht worden waren dieselbe Struktur wie die Betafite. Linienverzeichnis des braunen Wiikit sind in Tabelle 11 und 15 wiedergegeben.

Als Wiikit hat L. Lokka (l. c.) auch ein schwarzes Mineral mit rhombischer Kristallform beschrieben.

Es ist daher wahrscheinlich, daß L. Lokka unter dem Gruppenamen Wiikit zwei in mineralogischer Beziehung sehr verschiedene Minerale zusammengefaßt hat. Nämlich ein samarskitähnliches Mineral

¹ H. R. v. Gaertner: Die Kristallstrukturen von Loparit und Pyrochlor. Neues Jahrbuch f. Min. Geol., u. Pal. H. 1. 1930 S. 1.

Tab. 8. *Linienverzeichnis des Betafit 1 von Tangen.*

Cu-Strahlung				Kameradurchmesser 58.10 mm	
2d-s in mm	φ in Graden korr.	$\sin^2\varphi \cdot 10^4$	$(h^2 + k^2 + l^2)q \cdot 10^4$	Reflektierende Fläche	Intens.
32.0	15.18	686	3. 228	111	8
37.0	17.64	918	4. 229	200	2
47.1	22.62	1482	-	β 220	1
52.7	25.39	1832	8. 229	220	10
55.5	26.77	2034	-	β 311	2
62.0	29.97	2500	11. 229	311	10
65.2	31.55	2725	12. 227	222	3
76.7	37.22	3648	16. 228	400 + β 420	1
84.6	41.11	4330	19. 228	331	7
87.3	42.45	4570	20. 228	420	7
92.5	45.01	4998	22. 227	332 + β 333, 551	1
97.6	47.52	5432	24. 227	422	8
105.4	51.61	6147	27. 227	333, 511	8
119.0	58.07	7191	-	β 620	1
127.7	63.02	7939	35. 227	531	4

Tab. 9. *Linienverzeichnis des Betafit 2 von Tangen.*

Cu-Strahlung				Kameradurchmesser 57.45 mm	
2d-s in mm	φ in Graden korr.	$\sin^2\varphi \cdot 10^4$	$(h^2 + k^2 + l^2)q \cdot 10^4$	Reflektierende Fläche	Intens.
28.2	13.68	557	-	β 111	1
31.2	15.17	686	3. 228	111	8
32.2	15.67	729	-	β 200	1
35.6	17.37	918	4. 229	200	3
47.1	23.10	1528	-	β 220	1
51.4	25.25	1823	8. 229	220	10
54.6	26.85	2034	-	β 311	2
57.6	28.35	2256	-	β 222	1
60.9	29.99	2500	11. 229	311	10
63.5	31.29	2704	12. 230	222	3
67.3	33.19	2992	13. 230	322 + β 400	3
70.1	34.59	3226	-	331	1
75.3	37.18	3648	16. 228	400 + β 420	1
83.1	41.07	4316	19. 227	331	8
85.6	42.32	4529	20. 227	420	8
90.6	44.82	4970	-	β 511, 333	1
96.0	47.51	5432	24. 226	422	8
103.9	51.46	6131	27. 227	511, 333	8
127.9	63.04	7939	35. 227	531	8
129.7	64.36	8118	36. 226	600	8

Tab. 10. *Linienverzeichnis des Betafit 3 von Tangen.*

Cu-Strahlung				Kameradurchmesser 57.45 mm	
2d-s in mm	φ in Graden korr.	$\sin^2\varphi \cdot 10^4$	$(h^2 + k^2 + l^2)q \cdot 10^4$	Reflektierende Fläche	Intens.
28.0	13.73	562	-	β 111	2
31.1	15.27	692	3. 230	111	8
35.7	17.57	912	4. 228	200	2
51.1	25.25	1823	8. 228	220	10
54.5	26.95	2061	-	β 311	2
57.1	28.25	2237	-	β 222	1
60.7	30.05	2500	11. 229	311	10
63.4	31.49	2725	12. 227	222	3
66.3	32.85	2938	13. 226	$322 + \beta$ 400	2
75.7	37.03	3624	16. 227	$400 + \beta$ 420	2
82.7	41.03	4303	19. 227	331	8
85.2	42.27	4516	20. 226	420	8
95.7	47.51	5432	24. 226	422	8
103.4	51.36	6100	27. 226	511, 333	8
125.9	62.59	7885	35. 226	531	8
129.7	64.36	8118	36. 226	600	8

Tab. 11.

Linienverzeichnis des braunen Wiikit (Nuolait?) von Impilahti.

Cu-Strahlung				Kameradurchmesser 57.75 mm	
2d-s in mm	φ in Graden korr.	$\sin^2\varphi \cdot 10^4$	$(h^2 + k^2 + l^2)q \cdot 10^4$	Reflektierende Fläche	Intens.
28.2	13.53	548	-	β 111	3
31.2	15.07	681	3. 227	111	8
36.1	17.57	912	4. 228	200	2
51.6	25.25	1823	8. 229	220	10
54.9	26.90	2043	-	β 311	2
57.6	28.35	2256	-	β 222	1
61.1	29.99	2500	11. 229	311	10
63.7	31.29	2704	12. 230	222	3
70.1	34.59	3226	-	β 331	1
75.5	37.18	3648	16. 228	$400 + \beta$ 420	1
83.1	40.97	4303	19. 227	331	7
85.5	42.17	4502	20. 225	420	7
96.1	47.46	5417	24. 226	422	8
104.1	51.46	6131	27. 227	511, 333	8
127.9	63.04	8118	36. 226	600	8

Tab. 12. *Linienverzeichnis des Betafit 1 von Tangen + NaCl.*

Cu-Strahlung					Kameradurchmesser 57.85 mm.	
2d-s in mm	φ in Graden	NaCl			Betafit 1	
		h k l	φ theor.	φ korr.	$\sin^2\varphi \cdot 10^5$	$(h^2+k^2+l^2) \cdot q \cdot 10^4$
28.4	14.07	-	-	-	-	$\beta 3$
29.8	14.76	$\beta 2 0 0$	-	-	-	-
31.2	15.45	-	-	14.98	6708	(3. 223.6)
33.0	16.34	2 0 0	15.87	-	-	-
36.1	17.88	-	-	17.41	8940	4. 223.5
42.2	21.00	$\beta 2 2 0$	-	-	-	-
46.9	23.22	2 2 0	22.75	-	-	-
51.1	25.50	-	-	25.00	17893	8. 223.6
61.1	30.26	-	-	29.73	24602	11. 223.6
77.3	38.28	4 2 0	37.70	-	-	-
83.2	41.20	-	-	40.59	42380	19. 223.0
86.1	42.64	-	-	42.02	44756	20. 223.8
96.5	47.79	-	-	47.09	53582	24. 223.3
104.2	51.60	$\beta 6 2 0$	-	-	-	-
112.9	55.91	6 0 0	55.12	-	-	-
117.9	58.38	-	-	57.55	71065	$\beta 40$
122.4	60.62	6 2 0	59.75	-	-	-
127.1	62.94	-	-	62.03	77969	(35. 222.7)

Mittlere Größe des Faktors $q = 0.02235 \pm 0.00005$

$$a = 5.147 \pm 0.005 \text{ \AA}.$$

Tab. 13. *Linienverzeichnis des Betafit 2 von Tangen + NaCl.*

Cu-Strahlung					Kameradurchmesser 57.45 mm.	
2d-s in mm	φ in Graden	NaCl			Betafit 2	
		h k l	φ theor.	φ korr.	$\sin^2\varphi \cdot 10^5$	$(h^2+k^2+l^2) \cdot q \cdot 10^4$
31.1	15.52	-	-	15.03	6760	(3. 225.3)
32.8	16.37	2 0 0	15.87	-	-	-
46.7	23.31	2 2 0	22.75	-	-	-
51.4	25.65	-	-	25.05	17892	8. 223.6
55.4	27.65	-	-	27.03	20612	$\beta 11$
57.9	28.90	2 2 2	28.27	-	-	-
60.9	30.39	-	-	29.83	24604	11. 223.6
77.0	38.43	4 2 0	37.70	-	-	-
83.0	41.42	-	-	40.60	42380	19. 223.1
85.9	42.87	-	-	42.03	44756	20. 223.8
96.1	47.96	-	-	47.04	53436	24. 222.6
103.7	51.76	$\beta 6 2 0$	-	-	-	-
112.7	56.25	6 0 0	55.12	-	-	-
122.4	61.09	6 2 0	59.75	-	-	-
127.1	63.44	-	-	63.19	78146	35. 223.3

Mittlere Größe des Faktors $q = 0.02233 \pm 0.00007$

$$a = 5.149 \pm 0.007 \text{ \AA}$$

Tab. 14. *Linienverzeichnis des Betafit 3 von Tangen + NaCl.*

Cu-Strahlung					Kameradurchmesser 57.45 mm.	
2d-s in mm	φ in Graden	NaCl			Betafit 3	
		h k l	φ theor.	φ korr.	$\sin^2 \varphi \cdot 10^5$	$(h^2 + k^2 + l^2) \cdot q \cdot 10^4$
31.7	15.82	-	-	15.12	6760	(3. 224.3)
33.2	16.57	2 0 0	15.87	-	-	-
47.6	23.76	2 2 0	22.75	-	-	-
52.3	26.10	-	-	25.03	17893	8. 223.6
61.9	30.89	-	-	29.75	24602	11. 223.6
78.1	38.98	4 2 0	37.70	-	-	-
84.2	42.02	-	-	40.67	42510	19. 223.7
87.0	43.42	-	-	42.05	44756	20. 223.8
97.1	48.46	-	-	47.00	53436	24. 222.6
105.2	52.50	6 2 0	-	-	-	-
113.7	56.75	6 0 0	55.12	-	-	-
128.0	63.88	-	-	62.08	77969	(35. 222.7)

Mittlere Größe des Faktors $q = 0.02235 \pm 0.00009$

$$a = 5.147 \pm 0.010 \text{ \AA}$$

Tab. 15. *Linienverzeichnis des bräunen Wiikit (Nuolait) von Impilahti + NaCl.*

Cu-Strahlung					Kameradurchmesser 57.45 mm.	
2d-s in mm.	φ in Graden	NaCl			Wiikit	
		h k l	φ theor.	φ korr.	$\sin^2 \varphi \cdot 10^5$	$(h^2 + k^2 + l^2) \cdot q \cdot 10^4$
27.7	13.83	-	-	-	-	$\beta 3$
29.1	14.52	-	-	-	-	-
30.8	15.37	$\beta 2 0 0$	-	14.95	6708	(8. 223.6)
32.7	16.32	2 0 0	15.87	-	-	-
41.8	20.86	$\beta 2 2 0$	-	-	-	-
46.5	23.21	2 2 0	22.75	-	-	-
51.1	25.40	-	-	24.94	17808	8. 222.6
54.9	27.40	-	-	26.93	20521	$\beta 11$
57.6	28.75	2 2 2	28.27	-	-	-
60.5	30.20	-	-	29.71	24602	11. 223.6
76.6	38.22	4 2 0	37.70	-	-	-
82.5	41.17	-	-	40.60	42389	19. 223.1
85.4	42.62	-	-	42.04	44756	20. 223.8
91.7	45.77	-	-	45.16	50268	$\beta 27$
96.1	47.96	-	-	47.04	53436	24. 222.6
102.7	51.26	$\beta 6 2 0$	-	60.62	59753	(27. 221.3)
109.5	54.65	6 2 2	-	-	-	-
111.8	55.80	6 0 0	55.12	-	-	-
121.5	60.64	6 2 0	59.57	-	-	-

Mittlere Größe des Faktors $q = 0.002232 \pm .00006$

$$a = 5.151 \pm 0.007 \text{ \AA}$$

Tab. 16. Die beobachteten Intensitäten für Betafit und Wiikit im Vergleich mit den von H. R. v. Gaertner beobachteten Intensitäten für Pyrochlor. Kupferstrahlung.

h k l	Betafit, Tangen			Wiikit, Impilahti	Pyrochlor		
	1	2	3	braun	h k l	künstlich	von Larvik
1 1 1	8	8	8	8	2 2 2	9	8
2 0 0	2	3	2	2	4 0 0	3	2
2 2 0	10	10	10	10	4 4 0	14	10
3 1 1	10	10	10	10	6 2 2	14	10
2 2 2	3	3	3	3	4 4 4 ¹	4	3
4 0 0	1	1	2	1	8 0 0	3	2
3 3 1	7	8	8	7	6 6 2	10	6
4 2 0	7	8	8	7	8 4 0	8	5
4 2 2	8	8	8	8	8 4 4	8	6
511.333	8	8	8	8	10 22.666	10	8
5 3 1	7	8	8	8	10 6 2	14	12
6 0 0	-	8	8	8	12 0 0	8	7

¹ + β 731.

mit großen Gehalt an Yttererden, das rhombisch kristallisiert und ein reguläres Mineral mit wenig Yttererden das dem Betafit nahe steht und natürlich der Pyrochlorgruppe gehört.

In Tabelle 16 sind die Intensitäten der wichtigsten reflektierenden Flächen bei Betafit, Wiikit und Pyrochlor zusammengestellt und diese zeigen eine sehr gute Übereinstimmung.

Wenn man die doppelten Kantenlängen des Elementarkubus für Betafit und Wiikit als wahrscheinlich annimmt und diese Werte mit den von v. Gaertner für Pyrochlor gefundenen Werten zusammengestellt:

Für künstlichen Pyrochlor $a = 10.376 \pm 0.018 \text{ \AA}$

— Pyrochlor von Fredriksvern $a = 10.341 \pm 0.006$

— — — Larvik $a = 10.348 \pm 0.008$

— — — Miask $a = 10.331 \pm 0.04$

— Betafit 1. Tangen $a = 10.294 \pm 0.010$

— — 2. — $a = 10.298 \pm 0.014$

— — 3. — $a = 10.294 \pm 0.020$

— Wiikit (Nuolait?) Impilahti . . $a = 10.302 \pm 0.014$

Als Vergleich wurden auch Debye-Scheerer-Aufnahmen von geglühtem Euxenit und Samarskit aufgenommen. Diese wiesen viel mehrere Linien und verschiedene Intensitätsverhältnisse als bei Betafit

und Wiikit auf. Der Euxenitfilm war einer Pulveraufnahme von dem geglühtem Euxenitmineral von Ramskjær sehr ähnlich.

Pulveraufnahme von dem geglühtem Mineralpulver darf in dieser Weise als ein praktisches Hilfsmittel angesehen werden um die Niob- und Tantalhaltige Minerale zu klassifizieren.

Die bis jetzt vorliegenden Analysen von Mineralen der regulären und der Euxenit-Blomstrandin-Reihe der Niobate und Tantalate zeigen, daß die Minerale der regulären Reihe immer einen kleinen Gehalt an seltenen Erdmetallen haben oder daß diese ganz fehlen. Die Minerale der Euxenit-Blomstrandin-Reihe aber haben immer einen Gehalt an mehr als 10% seltene Erdmetalle. Entsprechend nimmt der Gehalt an CaO ab. Die Analysen von den Betafitmineralen von Tangen und das Euxenitmineral von Ramskjær deuten in der Richtung, daß CaO in diesen Mineralen in stöchiometrischem Verhältnis durch seltene Erdmetalle ersetzt wird. Es liegt daher nahe zu schließen, daß die Struktur der Niobate und Tantalate in erster Reihe von dem Gehalt an seltenen Erdmetallen bedingt sei. Es wäre daher eine interessante Aufgabe die Bedeutung, die der Gehalt an seltenen Erdmetallen für die Struktur der Niobate und Tantalate hat, festzustellen, und ich hoffe in einer späteren Veröffentlichung zu dieser Frage zurückzukommen.

Die Betafitminerale sind sicher große Seltenheiten auf norwegischen Granitpegmatitgängen. Diese sind nämlich am meisten reich an seltenen Erdmetallen, so daß vorwiegend Niobate und Tantalate der Euxenit-Blomstrandin-Reihe reich an seltenen Erdmetallen, gebildet sind.

Außer bei Tangen ist ein Betafitmineral bei Högsjaaen in der Nähe von Tangen gefunden. Der Betafit tritt hier in grünlichschwarze bis braungelbe derbe Massen auf. Weiter ist ein schwarzes Betafitmineral von Professor J. Schetelig bei Ljosland in Iveland gefunden, aber nur in ganz kleinen kubischen Kristallen, so daß das Material nicht für eine chemische Analyse ausreichte.

Weiter habe ich diesen Sommer bei Landsverk in Evje, Setesdal ein Betafitmineral gefunden, aber nur in sehr kleinen Mengen ohne deutliche Kristallform. Das Mineral ließ sich jedoch durch Röntgenspektrogramme und Debye-Aufnahme von dem geglühten Mineralpulver sicher bestimmen.