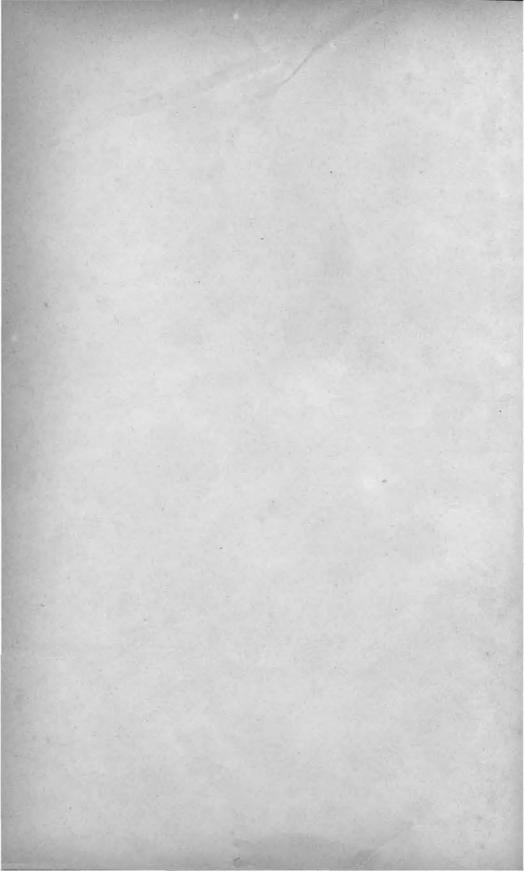


40,7,7



HANDBUCH

DER

MINERALOGIE

VON

DR. CARL HINTZE,

GEHEIMER REGIERUNGSRAT, WEIL. O. Ö. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT BRESLAU

HERAUSGEGEBEN UNTER MITWIRKUNG ZAHLREICHER FACHGENOSSEN

VON

Dr. PHIL. NAT., Dr. RER. POL. H. C.,
Dr. DER NATURWISSENSCHAFTEN E. H. GOTTLOB LINCK,
GEHEIMER HOFRAT,

O, Ö. EM. PROFESSOR DER MINERALOGIE UND GEOLOGIE AN DER UNIVERSITÄT JENA

4 pt

ERSTER BAND

VIERTE ABTEILUNG · ERSTE HÄLFTE

MIT 109 FIGUREN IM TEXT

(REGISTER IN DER VIERTEN ABTEILUNG, ZWEITE HÄLFTE)

BORATE, ALUMINATE UND FERRATE. PHOSPHATE, ARSENIATE, ANTIMONIATE, VANADATE, NIOBATE UND TANTALATE

1. TEIL

O2110304

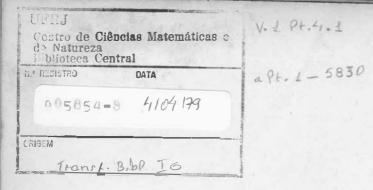


BERLIN UND LEIPZIG 1933

WALTER DE GRUYTER & CO.

VORMALS G. J. GÖSCHEN'SCHE VERLAGSHANDLUNG - J. GUTTENTAG, VERLAGS-BUCHHANDLUNG - GEORG REIMER - KARL J. TRÜBNER - VEIT & COMP.

3410



Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung, vorbehalten

Inhalt.

1. Hälfte Borate, Aluminate und Ferrate.

A. Wasserfreie Salze.	3. Gruppe: Basische Borate drei-
1. Gruppe: Neutrale Salze zwei-	wertiger Metalle 96
wertiger Metalle 3	Jeremejewit 96
	Rhodizit 101
a) Reguläre Reihe: Spinelle . 3	4. Gruppe: Boracit
Talkspinell 4	5. Gruppe: Delafossit 128
Eisenspinell	B. Wasserhaltige Borate 130
Zinkspinell	
Manganspinell	1. Gruppe: Salze der Säure BO · OH 137 Pinnoit
Ferroferrit	
35 6 11	2200
Manganoferrit	2. Gruppe: Salze zusammengesetz-
Magnesiochromit	ter Borsäuren
	Ascharit
	Borax
b) Rhombische Reihe	Boronatrocalcit
Chrysoberyll	Pandermit
c) Hexagonale Reihe 87	Colemanit
Plumboferrit 87	Meyerhofferit
2. Gruppe: Basische und über-	Inyoit
basische Salze zweiwertiger Me-	Franklandit 184
talle	Hydroboracit
Hambergit 88	Lardellerit
Pinakiolith 91	Kaliborit 189
Ludwigit 93	C. Wasserhaltige Verbindungen von
Sussexit 95	Boraten und Sulfaten.
Szajbélyit 96	Sulfoborit
Phosphate, Arseniate,	Antimoniate, Vanadate,
Niobate und Ta	antalate. 1. Teil.
A. Saure und normale wasserfreie	Pyrophosphorit 203
Salze.	Osteolith 203
a) Salze der Orthosäuren.	2. Gruppe: Normale Salze zwei-
1. Gruppe: Saure Salze 199	wertiger Metalle 206
	O 4: 4:
Monetit 199	Graftonit 206

VI Inhalt.

Berzeliit	210	Tantalit	437
Monimolit	215	Dechenit	484
Mauzelit	218	B. Halogenhaltige wasserfreie	
Karyinit	218	Phosphate, Arseniate und Vana-	
3. Gruppe: Normale Salze eines		date.	
zwei- und eines einwertigen		1. Gruppe: Salze mit der allgemei-	
Metalls	220	nen Formel $[\mathbf{RO}_4]_3\mathbf{XMe}_5$	487
Beryllonit	220		
Natrophilit	225	Apatit	488
Triphylin.	226	Pyromorphit	572
Lithiophyllit	226	Polysphärit	594 595
4. Gruppe: Normale Salze drei-		Kampylit.	604
wertiger Metalle	240	Hedyphan	605
Xenotim	240	Pleonektit	606
Fergusonit	276	Svabit	607
Monazit	294	Fermorit	608
Risörit	374	Vanadinit	608
Sipylit	375	Endlichit	619
Cervantit .	377	Rhodophosphit	620
Pucherit	377	2. Gruppe: Salze mit der allgemei-	020
Stibiotantalit	382	nen Formel RO ₄ [Me ¹¹ ·X]Me ¹ .	001
Carminit	386		621
Natrophit	388	Amblygonit	622
Xanthiosit	388	Morinit	628
Aerugit	389	Soumansit	
Kochelit	390	Fremontit	
b) Salze der Pyrosäuren.		Durangit	631
1. Gruppe: Salze mit zweiwertigen		3. Gruppe: Salze mit der allgemei-	
Metallen	391	nen Formel RO ₄ Me ^{II} [Me ^{II} X]	633
Tripuhyit.	391	a) Rhombische Reihe	635
Atopit	392	Libethenit	635
Mikrolith .	394	Cornetit	640
Koppit	401	Adamin	643
2. Gruppe: Salze mit dreiwertigen		Higginsit .	649
Metallen	405	Olivenit	651
Plumboniobit	405	Duftit	656
Yttrotantalit	406	Descloizit	657
Samarskit	412	Cuprodescloizit	657
Hjelmit	427	Araeoxen	
c) Salze der Metasäuren.		Eusynchit	669
1. Gruppe: Metatantalate und Me-		Brackebuschit	670
taniobate vou zweiwertigem		Psittacinit	671
Eisen und Mangan	429	Chileit	673
a) Tetragonale Reihe	429	Pyrobelonit	673
Mossit	429	Spodiosit	675
Adelpholith	430	Kalkvolborthit	677
Tapiolit	431	b) Monokline Reihe	680
b) Rhombische Reihe	437	Hydroherderit	680
Columbit	437	Herderit	680

ha		

nalt.	VII

	Triploidit 705
Kryophiolith 69	95 Adelit
Triplit 69	95 Tilasit 710
	02 Sarkinit
Alluaudit 70	Nanthoarsenit 717
Melanochlor 70	03 c) Trikline Reihe
	04 Tarbuttit 718
the set of the second second	
9	Hälfte
	, Antimoniate, Vanadate,
	Fantalate. 2. Teil.
C. Wasserfreie Verbindungen von	Martinit 817
Phosphaten und Arsenaten mit	Zeugit 820
Sulfaten.	II. Phosphate und Arsenate mit
. Gruppe: Beudantitgruppe 79	Fe, Mn, Ni, Co (und Ca, Mg) , 821
· ····································	Wentzelit 821
	29 Forbesit 823
	34 Palait 824
	37 Hureaulit 824
Harttit	41 Baldaufit 830
Munkforssit	42 III. Antimonate 831
Munkrudit 7	Bindheimit 831
6. Gruppe	45 Arequipit 840
Destinezit	46 Barcenit 841
	51 Ammiolit 842
Ficinit 7	56 Coronguit 843
D. Wasserhaltige Phosphate, Arse-	Taznit 843
nate, Vanadate und Antimonate.	IV. Vanadate 844
) Saure Salze.	Pintadoit 844
. Gruppe: Mit ein- und zweiwer-	3. Gruppe: Mit dreiwertigen Me-
	57 tallen
	Hen woodit 845
Natriumammoniumarsenat. 7	62 Morinit 846
Hannayit 7	So umansit 850
Dittmarit 7	Fernandinit 851
	66 Richellit
2. Gruppe: Mit zweiwertigen Me-	4. Gruppe: Salze von Hexavanadin-
	67 säuren
. Phosphate und Arsenate mit	Hewettit 856
	68 Metahewettit 858
Haidingerit 7	68 b) Basische Phosphate, Arse-
Pharmak olith 7	75 niate und Vanadate.
	85 1. Gruppe: Basische Phosphate, Ar-
Newberyit	97 seniate, Vanadate zweiwertiger
	06 Metalle
Wapplerit 8	11 Konichaleit 862

VIII Inhalt.

Tagilit	865	Roscherit			25.	2	. 936
Leukochalcit	866	Wardit					. 937
Spencerit	867	Millisit		-		4	. 938
Hibbenit	869	Pseudo wavellit .		· ki		4	. 938
Salmoit	870	Deltait					. 939
Ludlamit	870	Dennisonit .					
Lehnerit	872	Lehiit					
Hämafibrit		Englishit					
Euchroit		Türkis					
Tsumebit	876	Chalkosiderit					
Bayldonit		Mazapilit					
Parabayldonit		Lirokonit					
Staszizit		Kreuzbergit					
Ehlit		Phosphophyllit.					
Cornwallit	883	Calcioferrit					
Isoklas		Coeruleoit					
		Akrochordit					
		Phosphoferrit .					
Volborthit	000						
Chalkophyllit		Lacroixit Dussertit					
Veszelyit	891	Chenevixit					963
Arakawait							964
Kipushit		Yukonit					
Holdenit		Kehoeit					
Chlorophönizit	896	Vauxit					966
2. Gruppe: Basische Phosphate, Ar-		Metavauxit	1/29	3.0			967
		D					0.05
seniate, Vanadate dreiwertiger	2	Paravauxit		100			967
	897	Gordonit					968
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle		Gordonit					968 969
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle		Gordonit					968 969
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898	Gordonit	Ur	any	 1-(\	/a-	968 969
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898	Gordonit	Ur	any	l-(V	7a- te,	968 969
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901	Gordonit	Ur	any Arse	l-(\ nia	/a- te,	968
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902	Gordonit	Ur A	any Arse	l-(\ nia	/a- te,	968 969 971
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910	Gordonit	Ur	any Arse	l-(\ nia me	/a- te,	968 969 971 971
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 910	Gordonit	Ur	any Arse	l-(V	/a- te,	968 969 971 971 972 983
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 910	Gordonit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit	Ur	any Arse	l-(V	7a- te,	968 969 971 971 972 983 983
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 910 915 918	Gordonit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit	Ur	any Arse	ll-(\lambda	7a- te,	968 969 971 971 972 983 983
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 910 915 918	Gordonit Mixit	Ur A	any Arse	l-(\text{Vinia}	r	968 969 971 971 972 983 984 994
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 910 915 918 920 921	Gordonit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit Zeunerit Uranospinit	Ur	any	l-(\tag{\text{N}}	7a- te,	968 969 971 971 972 983 984 994
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 915 918 920 921 923	Gordonit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit Zeunerit Uranospinit Uranospinit Uranocircit.	Ur	any	l-(\text{Venia})	7a- te,	968 969 971 971 972 983 984 994 996
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 915 918 920 921 923 926	Gordonit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit Zeunerit Uranospinit Uranocircit Fritzscheit	Ur	any	l-(\lambda	/a- te,	968 969 971 971 972 983 984 994 996 998
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 915 918 920 921 923 926 927	Gordonit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit Zeunerit Uranospinit Uranocircit Fritzscheit Carnotit	Ur A	any	l-(\lambda	/a- te,	968 969 971 971 972 983 984 994 996 998 1000
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 915 918 920 921 923 926 927 928	Gordonit Mixit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit Zeunerit Uranospinit Uranocircit Fritzscheit Carnotit Tujamunit	Ur	any	l-(\tag{\text{v}}	7a- te,	968 969 971 971 972 983 984 994 996 998 1000 1000
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 915 918 920 921 923 926 927 928 929	Gordonit Mixit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit Zeunerit Uranospinit Uranocircit Fritzscheit Carnotit Tujamunit Ferghanit	Ur A	any	l-(\lambda	7a- te,	968 969 971 971 972 983 984 994 996 998 1000 1005 1008
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 915 918 920 921 923 926 927 928	Gordonit Mixit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit Zeunerit Uranospinit Uranospinit Uranocircit Fritzscheit Carnotit Tujamunit Ferghanit Sincosit	Ur A	any	l-(\tag{\text{v}}	7a- te,	968 969 971 971 972 983 984 994 996 998 1000 1005 1008
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 915 918 920 921 923 926 927 928 929 930	Gordonit Mixit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit Zeunerit Uranospinit Uranospinit Uranoscicit Fritzscheit Carnotit Tujamunit Ferghanit Sincosit Trögerit	Ur A	any	l-(\tag{\text{v}}	7a- te,	968 969 971 971 972 983 984 994 996 1000 1005 1008 1009
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 915 918 920 921 923 926 927 928 929 930	Gordonit Mixit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit Zeunerit Uranospinit Uranospinit Uranoscit Fritzscheit Carnotit Tujamunit Ferghanit Sincosit Trögerit Phosphoruranylit	Ur A	any	l-(\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\tiny{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\tiny{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\tiny{\tiny{\text{\text{\text{\text{\tiny{\text{\text{\tiny{\text{\text{\tiny{\text{\text{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\text{\texi{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tini}}}}\tinz{\tini}\tiny{\tini\tiny{\tiin\tiny{\tiny{\tiny{\	77a- te,	968 969 971 971 972 983 984 994 996 1000 1005 1008 1009 1011 1013
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle 1. Basische Salze dreiwertiger Metalle Beraunit Peganit Wavellit Taranakit Pharmakosiderit Kakoxen Fischerit Picit Evansit Delvauxit Planerit Coeruleolaktit Vashegyit Sphärit Rhagit 2. Basische Salze von zweiund dreiwertigen Metallen Eosphorit	898 898 901 902 910 910 915 918 920 921 923 926 927 928 929 930	Gordonit Mixit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit Zeunerit Uranospinit Uranospinit Uranocircit Fritzscheit Carnotit Tujamunit Ferghanit Sincosit Trögerit Phosphoruranylit Vanoxit	Ur	any	l-(\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\tiny{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\tiny{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\tiny{\tiny{\text{\text{\text{\text{\tiny{\text{\text{\tiny{\text{\text{\tiny{\text{\text{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\text{\texi{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tini}}}}\tinz{\tini}\tiny{\tini\tiny{\tiin\tiny{\tiny{\tiny{\	7a- te,	968 969 971 971 972 983 984 994 996 1000 1005 1008 1009 1011 1013 1013
seniate, Vanadate dreiwertiger Metalle	898 898 901 902 910 915 918 920 921 923 926 927 928 929 930	Gordonit Mixit 3. Gruppe: Basische nadyl-)Phosphate, Vanadate a) Gruppe der Ura Autunit Bassetit Uranospatit Torbernit Zeunerit Uranospinit Uranocircit Fritzscheit Carnotit Tujamunit Ferghanit Sincosit Trögerit Phosphoruranylit Vanoxit	Ur A	any	l-(\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\tiny{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\tiny{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\text{\tiny{\tiny{\text{\text{\text{\text{\tiny{\text{\text{\tiny{\text{\text{\tiny{\text{\text{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\text{\texi{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tiny{\tini}}}}\tinz{\tini}\tiny{\tini\tiny{\tiin\tiny{\tiny{\tiny{\	77a- te,	968 969 971 971 972 983 984 994 996 1000 1005 1008 1009 1011 1013

Uvanit	1016	Lüneburgit	1083
Walpurgin	1016	Borsäurehaltiges Phosphat	1085
b) Bleiuranylphosphate	1018	Seamanit	1085
Dumontit	1018	Schallerit	1086
Parsonit	1019	Mc Governit	1087
Dewindtit	1020	Cyanochalcit	1088
		Kolovratit	1088
E. Wasserhaltige Verbindungen		Phosphatfavas	1089
von Phosphaten und Arsenia-		Nachtrag zu Bleiuranylphosphate	1090
ten mit Carbonaten, Sulfaten		Renardit	1090
und Boraten.			1000
1. Gruppe: Wasserhaltige Carbo-		Berichtigungen zu der Arbeit	
natphosphate und Arseniate .	1022	Basische Phosphate, Arseniate,	1001
Dahllit	1022	Vanadate	1091
Podolit	1026	F. Chlor- bzw. finorhaltige und	
Kurskit	1027	basische wasserfreie Phospha-	
Staffelit	1028	te, Arseniate, Vanadate, Anti-	
Merrillit	1031	moniate, Niobate, Tantalate.	
Kollophan	1032	1. Gruppe: Salze zweiwertiger	
Grodnolit	1033	Metalle	1093
Quercyit	1033	Lunnitgruppe	1093
Fluorkollophan	1034	Erinit	1100
Monit	1034	Klinoklas	1103
Nauruit	1034	Georgiadesit	1106
Floridit	1035	Turanit	1108
Ciplyit	1035	Mottramit	1108
Pyroklasit	1035	2. Gruppe: Basische Salze der	
Sombrerit	1035	dreiwertigen Metalle	1112
Dehrnit	1036	Augelith	1112
Lewistonit	1036	Florencit	1115
Odontolith	1036	Kraurit	1117
Phosphorit	1037	Trolleit	1124
Hitschecockit	1064	3. Gruppe: Basische Salze drei-	
Plumbogummit	1065	und zweiwertiger Metalle	1125
Rivotit	1066	Lazulith	1226
2. Gruppe: Sulfathaltige Phos-		Gersbyit.	1134
phate und Arseniate	1067	Tetragophosphit	1135
Arseneisensinter	1067	Kirrolith	1136
Phosphoreisensinter	1071	Arseniosiderit	1137
Ganomatit	1074	Tavistockit	1139
Tirolit	1075	Griphit	1140
Lossenit	1078	Andrewsit	1141
Lindackerit	1080	Arseniopleit	1142
Coerule ofibrit	1080	Retzian	1143
Prixit	1081	Hamlinit	1144
3. Gruppe: Wasserhaltige Borat-		Bariumhamlinit	1148
oder Silikat-Phosphate und		Goyazit	1149
Arseniate	1000		
Alsoniate	1082	Gorceixit	1150

X Inhalt.

Geraesit	53 Parahopeit 1229
Plumbogummit 11	
Schadeit	59 Stewartit
4. Gruppe: Basische Salze mit	Trichalcit 1231
Atomgruppen RIIIO bzw. RIIIO	Pikropharmakolith 1232
und R ₂ ¹¹ O	59 Ferghanit 1238
Atelestit	59 3. Gruppe: Vivianitgruppe 1234
	62 Vivianit 1235
	63 Paravivianit 1248
	66 α-Kertschenit 1248
	66 β-Kertschenit 1248
	69 Oxykertschenit 1249
	71 Symplesit 1251
	75 Erythrin 1255
Allaktit	
Rhodoarsenian 11	84 Cabrerit
	85 Eguëit 1266
Chlorotil 11	86 Dudgeonit 1267
	87 Bobierrit
	88 Hörnesit 1269
Stibiatil 11	89 Köttigit
	90 Hautefeuillit 1272
Chondrostibian 11	91 4. Gruppe mit dreiwertigen Me-
	93 tallen 1273
Magnetostibian 11	93 Rhabdophan 1275
6. Gruppe: Salze der Hexaarsen-	Phosphosiderit 1276
	94 Variscit
Barthit 11	
G. Wasserhaltige Phosphate, Ar-	Strengit
senate usw.	Skorodit
I. Normale Salze 11	77:1 4 :4
1. Gruppe mit ein- und zweiwer-	Berlinit
	96 Heterosit 1298
	96 Purpurit
2. Gruppe mit zweiwertigen Me-	Pseudoheterosit. 130
	Flajolotit
	1002 Sjögrufvit
	Salmonsit
	1303 1306 Barrandit
	007 Churchit
Ornithit	Q 11 1.
T	71
	209 Zepnarovichit
	13 Minervit
	13 Gibbsit
	T 1 1 11
	1310 220 5. Gruppe: Salze von Hexavana-
Tropert	Pascoit

Arsenite und Antimonite.

1. Gruppe der sauren und nor- 2. Gruppe der basischen bzw.

malen Arsenite und Antimonite	1313		Arsen		und	
Trigonit.	1313	Antimonite			8 8	1325
Armangit	1316	Nadorit				1326
Trippkeit	1318	Ekdemit.	(4) 14		6.0	1330
Schafarzikit	1320			w		1335
Thrombolith	1323	Finnemanit.				1336
Romeit.	1324	Melanostibia	n .			1338
Coronguit	1325					
Organisch	ne V	erbindungen.				
A. Salze und Kohlenwasserstoffe.	1	1. Succinitgruppe				1375
1. Salze organischer Säuren	1340	Succinit				1375
		Rumänit.				1392
	1340	Kopalit				1393
	1340					1394
	1344					1394
	1345	Simetit				1395
	1346					1395
Mellit	1346	Gedanit .				1396
c) Huminsaure Salze	1349					
Pigotit	1349	2. Retinitgruppe				1397
Dopplerit	1349					1398
Zittavit	1351	Stantienit .				1398
Flagstaffit	1352	Glessit	1 10	2 2		1399
2. Kohlenwasserstoffe	1353	Krantzit.		¥5. 545		1399
	1353	Ambrit				1400
	1353	Allingit			2 2	1401
	1358	Birmit			1 1	1401
	1360	Chemawinit				1402
	1300	Cedarit	* *		y 7	1403
2. Gruppe: Kohlenwasserstoffe		Retinit		** **	, .	1404
	1361	Bukaramangit				1408
	1362	Wheelerit				1409
	1367	Walchowit.				1409
	1368	Neudorfit				1411
	1369	Muckit		W 14	4 4	1411
	1369	Duxit			2 2	1412
	1371	Siegb urgit		* *	* *	1412
	1371		5. 15.			1414
1 0	1371	Vendéenit				1414
	1372	Jaulingit	ver.			1414
J 1	1372	Köflachit	6.00			1415
	1374					1416
B. Die sauerstoffhaltigen, nicht		Euosmit				1417
salzartigen organischen Mine-		Rosthornit	10			1417
ralien.		Hirzit	1			1418

XII Inhalt.

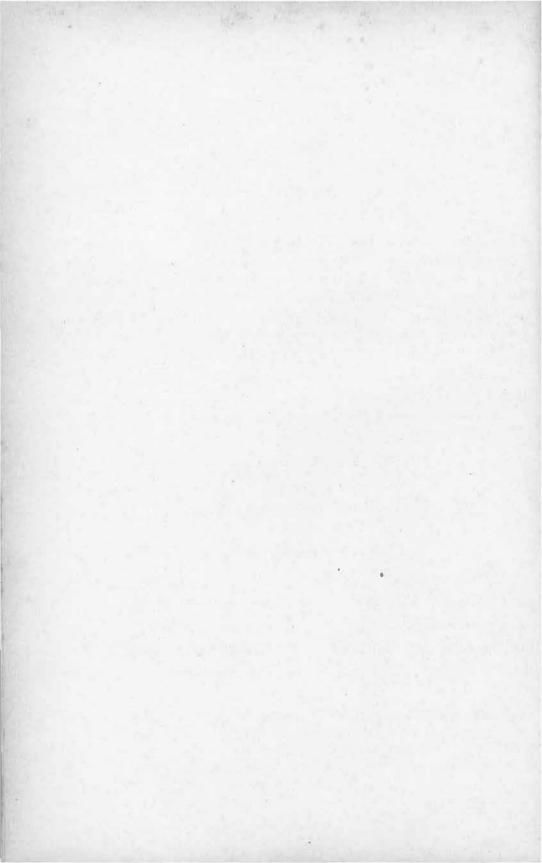
	Melanchym .								1419	5. Curtisitgruppe	1438
	Quayaquilit .									Curtisit	1438
	Bathvillit			26			*2	(*):	1420		1439
	Middletonit .										1439
	Skleretinit										1440
	Anthracoxen .								1422	Psatrit	1440
•	m									Hoelit	1441
3.	Tasmanitgrup	pe	*	9		٠	*:	*	1423		1442
	Tasmanit									Settlingit	1442
	Trinkerit			(14)		×.	**	• ?	1425		1443
	Ajkait		•	-				10	1426	Ulmit	1443
	Telegdit				20		•	11	1427		1444
4										Butyrit	1444
4.	Asphaltitgrup	pe	•				*	•	1440	C. Extrahierte fossile Harze.	
a)	Asphaltite			:40		,		•	1429	Leukopetrit	1445
	Albertit	3			٠.,		-	20	1429	Brücknellerit	1445
	Libollit								1431	Geomyrizit	1445
	Grahamit .		6	000		4			1431	Geocerit	1446
	Uintait			580			,		1432	Geocerellit	1446
	Impsonit .						8		1432	Succinellit	1446
	Nigrit		*:	120	,				1433	Retinellit	1446
	Wurtzilit .								1433	Rochlederit	1446
	Anthraxolit								1433	Melanellit	1446
h)	Aanhalthana	^							1434	Anthracoxenit	1446
D)	Asphaltharz									Schlanit	1446
	Cloustonit .								1434	Reussinit	1446
	Walait								1435	Stanekit	1446
	Pyroretin										
	Piauzit									Register zum ersten Bande,	
	Berengelit .			(*)				*	1437	4. Abt., 1. u. 2. Hälfte	1447

BORATE,

ALUMINATE

UND

FERRATE.



A. Wasserfreie Salze.

Von Prof. Dr. J. Beckenkamp in Würzburg.

Aus dem Hydroxyd $\ddot{\mathrm{R}}(\mathrm{OH})_3$ entsteht durch Wasseraustritt das Hydroxyd $\mathrm{O}=\ddot{\mathrm{R}}-\mathrm{OH}$ oder $\ddot{\mathrm{R}}\mathrm{O}_2\mathrm{H}$, welches stärkeren Basen gegenüber als Säure auftritt. $\ddot{\mathrm{R}}$ kann sein: Al, $\ddot{\mathrm{Cr}}$, $\ddot{\mathrm{Fe}}$, $\ddot{\mathrm{Mn}}$, $\ddot{\mathrm{Ti}}$, $\ddot{\mathrm{B}}$. Bei den Mineralien kommen als basische Elemente bei dieser Klasse die zweiwertigen Elemente Mg, $\ddot{\mathrm{Fe}}$, $\ddot{\mathrm{Mn}}$, $\ddot{\mathrm{Zn}}$, $\ddot{\mathrm{Be}}$ in Betracht. Man kann die hierher gehörigen Mineralien also auch unter die Form $\ddot{\mathrm{R}}\mathrm{O}\cdot\ddot{\mathrm{R}}_2\mathrm{O}_3$ bringen.

In dieselbe Klasse wird noch das Magnesiumchloroborat, $\mathrm{Mg_7Cl_2B_{16}O_{30}}$ eingereiht, welches sich von einer Säure $\mathrm{HO-B}\bigcirc\mathrm{D}\mathrm{B-OH}$ ableiten läßt; 8 Moleküle dieser Säure besitzen 16 vertretbare Wasserstoffatome, von welchen 14 durch 7 Mg-Atome, während 2 Hydroxyle durch 2 Cl-Atome ersetzt sind.

Erste Gruppe.

Neutrale Salze zweiwertiger Metalle,

a) Reguläre Reihe: Spinelle.

- 1. Talkspinell Mg[AlO₂]₂
- 2. Eisenspinell Fe[AlO₂]₂
- 3. Zinkspinell Zn[AlO₂]₂
- 4. Manganspinell Mn[AlO₂]₂
- 5. Magnesioferrit Mg[FeO₂]₂
- 6. Ferroferrit Fe[FeO₂]₂
- 7. Manganoferrit Mn[FeO₂]₂
- 8. Zinkoferrit Zn[FeO₂]₂
- 9. Magnesiochromit Mg[CrO₂]₂
- 10. Ferrochromit Fe[CrO₂]₂

Diese Mineralien stellen selten die angegebenen Verbindungen rein dar, sondern bilden miteinander isomorphe Mischungen, und sind deshalb meist durch Übergänge miteinander verbunden.

Die Gruppe zeigt regulär-holoedrische Formen.

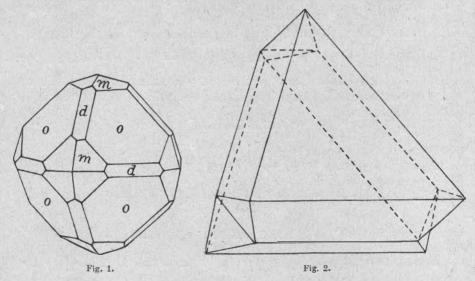
1. Talkspinell, Spinell, Chlorospinell, Ceylanit, Pleonast. MgAl2 04.

 $\{776\}$ $\frac{7}{6}$ O^4 , $\{212\}$ 2 O, $\{313\}$ 3 O, $\{717\}$ 7 O. $\{315\}$ 5 O $\frac{5}{2}$.

Habitus. Das Oktaeder meist vorherrschend, oder allein ausgebildet. Fig. 1 zeigt die Formen: $o = \{111\}, d = \{110\}, m = \{311\}.$

Die übrigen Formen sind selten und treten nur untergeordnet auf. Die Flächen von {110} und von }223\ zeigen häufig eine Streifung nach ihrer Kombinationskante mit {111}.

Die Kristalle sind meist einzeln ein- oder aufgewachsen, seltener zu Drusen vereinigt; häufig lose Kristalle oder Körner.



Zwillinge. Sehr häufig sind die Kristalle verzwillingt nach dem sog. Spinellgesetz. Wegen der holoedrischen Symmetrie sind folgende drei Definitionen gleichberechtigt:

- 1. Zwillingsebene (Spiegelebene in bezug auf die beiden Individuen) ist eine Oktaederebene (111).
 - 2. Zwillingsebene ist eine Fläche des Leucitoeders (112).
- 3. Zwillingsachse (zweizählige Deckachse in bezug auf die beiden Individuen) ist eine trigonale Achse [111].

¹ STRÜVER, GROTHS Ztschr. 1877, 1, 234.

² Jeremejew, Ebenda 1878, **2**, 504. ³ Derselbe, daselbst 1880, **4**, 642.

⁴ A. Cathrein, Min. petrogr. Mitt. 1888, 10, 338.

Verwachsungsebene ist beim Spinell die zur Zwillingsebene (111) parallele, d. h. die zur Zwillingsachse [111] senkrechte Oktaederfläche.

Die Individuen sind meist in der Richtung der Zwillingsachse stark

verkürzt (Fig. 2).

Die Flächen eines Oktaeders, bezogen auf die drei kristallographischen Achsen des anderen Individuums, mit welchem jenes in Zwillingsstellung nach dem Spinellgesetz steht, erhalten die Symbole (511), mit Ausnahme der auf der Zwillingsachse normalen Flächen, welche das Symbol (111) behalten. Die Flächen des Granatoeders (110) erhalten in bezug auf die Hauptachsen des anderen Individuums die Symbole des Ikositetraeders (411), mit Ausnahme der der Zwillingsachse parallelen Flächen, welche das Rhombendodekaedersymbol (110) behalten.

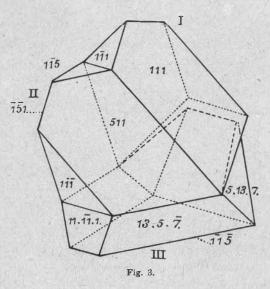
J. STRÜVER (GROTHS Ztschr. 1878, 2, 480) beschreibt polysynthe-

tische Zwillinge und unterscheidet:

a) Zwillingsgruppen, welche eine gemeinsame Zwillingsachse haben. Viele anscheinend einfache Kristalle schließen dünne Lamellen ein, welche zum Hauptkristall nach dem Spinellgesetz orientiert sind.

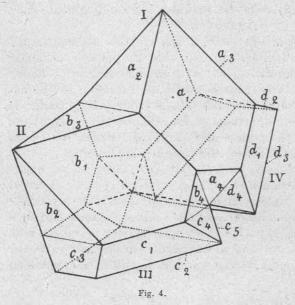
b) Die Zwillingsachsen sind nicht parallel, liegen aber in einer und derselben Ebene. Fig. 3 zeigt ein Individuum I, mit dem sich

ein zweites II in Zwillingsstellung nach der Achse [111] verbindet, und an dieses schließt sich ein drittes III nach der Achse [115] an; alle drei Individuen haben die Flächen (110) und (110) des Granatoeders gemeinsam, welchem die beiden Zwillingsachsen parallel sind. Der ganze Komplex umfaßt, bezogen auf die Hauptachsen des ersten Individuums die Flächen (511), (115), (151) und (115) eines Ikositetraeders; ferner die Flächen (11.11.1) und (11.11.1) eines Triakisoktaeders, endlich die Flächen (13.5.7) und (5.13.7) eines



Hexakisoktaeders. — Fig. 4 besteht aus vier Individuen, deren Zwillingsachsen alle derselben Granatoederfläche angehören. An das Individuum I schließen sich zwei andere, II und IV, in Zwillingsstellung nach der Achse [111] an, während das Individuum III sich an II in Zwillingsstellung nach der Achse [115] anlagert. — Die in Fig. 5 dargestellte Gruppe besteht aus sechs Individuen von scheinbar tetraedrischer Ausbildung, deren Zwillingsachsen in der allen gemeinsamen Fläche (110)

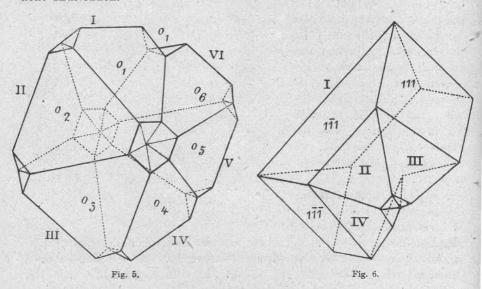
liegen. An den Enden der allen Individuen gemeinsamen Kante [110] bilden sich zwei einspringende Pyramiden, deren sechs Seiten den vor-



herrschend entwickelten Flächen der jedesmal gegenüberliegenden Seite der Gruppe parallel sind.

Die Zwillingsachsen liegen nicht mehr alle in derselben Ebene. Fig. 6 besteht aus einem Oktaeder I und drei tetraausgebildeten edrisch kleinen Individuen; jenes schließt sich II in Zwillingsstellung der Achse [111] an, während III und IV sich auf beiden Flächen (111) und (111) des Individuums II auflagern.

Die komplizierteste von Strüver beschriebene Gruppe besteht aus acht Individuen.



Einschlüsse. Die Spinelle umschließen zuweilen zwei sich nicht mischende Flüssigkeiten, eine farblose und eine tief orangegelbe; diese enthalten nicht selten kleinere Würfelchen, stark doppeltbrechende prismatische Kriställchen und eine opake schwarze Substanz (W. Prinz, Ann. d. l. soc. belg. d. Mikrosc. 1882).

Dichte je nach dem Eisengehalt 3.5—4.1. M. v. Schwarz (C.-Bl. 1915, 105) bestimmte das spez. Gew. des Spinells von Ceylon zu 3.62 bis 3.63.

Bruch muschelig.

Gleitung. Von den Mineralien der Spinellgruppe wurden von A. Grühn (N. Jahrb. f. Min. 1918, 112) Magnetit, edler Spinell von Ceylon und Ceylanit vom Monzoni künstlich gepreßt. Nur beim Magnetit wurde dabei Zwillingsbildung erkannt (vgl. unter Magnetit). Die ½ mm dünnen Platten des edlen Spinells waren in viele kleine unregelmäßige Bruchstücke zerbrochen, zeigten sich also spröde.

Härte 8.

Farbe verschieden; Dufrenov erwähnt einen vollkommen farblosen geschliffenen Spinell aus Indien; sonst wechselt die Färbung von gelb über orange, rot, violett bis blau und grün; sie ist im allgemeinen gleichmäßiger als beim natürlichen Rubin. Beim Erhitzen wird der rote-Spinell zuerst grün, dann farblos, beim Abkühlen wieder rot.

Je nach der Färbung unterscheidet man verschiedene Varietäten: cochenille- oder blutrote Steine heißen bei den Juwelieren "Rubinspinell" oder auch "gouttes de sang" — rosenrote heißen "Balas rubin" (rubin balais) — mehr violette "Almandinspinell" — hyazinthrote bis strohgelbe "Rubicell". Die blaue Farbe rührt wohl von FeO her; Fe₂O₃ gibt im allgemeinen gelbe und braune Färbung; nimmt der Gehalt an FeO und Fe₂O₃ zu, dann wird die Färbung aunkler und schließlich schwarz. Im letzteren Falle heißt der Spinell Ceylanit oder Pleonast.¹ Dieser ist grünlichschwarz und hat ein Gewicht über 3·35. Ein sehr eisenreicher Spinell ist vollkommen undurchsichtig und im reflektierten Licht schwarz; er wird Hercynit genannt. Der Chlorospinell hat ungefähr 9—15 0 / $_{0}$ Fe₂O₃ und 0·5 0 / $_{0}$ CuO; er ist im durchfallenden Licht gelb. Die rote Farbe des Edelspinells soll durch etwas Cr₂O₃ bedingt sein. Morozewicz nennt Verbindungen

$$\begin{split} & \operatorname{MgFe_2O_4} + \operatorname{8MgAl_2O_4} & \operatorname{bis} & \operatorname{MgFe_2O_4} + \operatorname{13MgAl_2O_4} & \operatorname{Chlorospinell}, \\ & \operatorname{2FeAl_2O_4} + \operatorname{7MgAl_2O_4} & \operatorname{bis} & \operatorname{2FeAl_2O_4} + \operatorname{4MgAl_2O_4} & \operatorname{Ceylanit}, \\ & \operatorname{4FeAl_2O_4} + \operatorname{MgAl_2O_4} & \operatorname{Hercynit}. \end{split}$$

F. Zirkel bezeichnet als Chlorospinell die grasgrüne Verbindung von Mg(Al, Fe) $_2$ O $_4$, wobei 9—15 0 / $_0$ Fe $_2$ O $_3$, als Ceylanit die dunkelgrünen, schwärzlich blauen bis schwarzen Verbindungen (Mg, Fe)(Al, Fe) $_2$ O $_4$ vom Gewichte über 3.65.

¹ M. Bauer bemerkt: "Der Name Pleonast, den Hauv ganz unnötigerweise für den alten, schon von Werner benutzten Namen Ceylanit gesetzt hat, sollte den Gesetzen der Priorität entsprechend vermieden werden."

Alle Mineralien der Spinellgruppe, ausgenommen Magnetit, sind nach J. Thoulet (Bull. d. l. soc. fr. d. min. 1879) in Platten, wie sie zu mikroskopischen Versuchen verwendet werden, durchscheinend; die Durchsichtigkeit nimmt aber mit dem Fe-Gehalt ab.

Das Brechungsvermögen der Spinelle ist hoch und wechselt mit

der chemischen Zusammensetzung und der Tiefe der Färbung.

DES CLOIZEAUX (Nouv. Rech. sur l. propr. opt. 1867, 203) fand an einem roten Spinell:

$$n_{\rm Li} = 1 \cdot 7121$$
, $n_{\rm mittl. \ Rot} = 1 \cdot 7130$, $n_{\rm Na} = 1 \cdot 7155$, $n_{\rm mittl. \ Blau} = 1 \cdot 7261$.

K. ZIMÁNYI (GROTHS Ztschr. 1894, 22, 328) für einen roten Spinell von Ceylon:

$$n_{\text{Na}} = 1.7167.$$

M. BAUER (N. Jahrb. 1896, I, 281) für einen blauen, im auffallenden Lichte fast schwarzen Spinell:

$$n_{\rm rot} = 1.7171$$
, $n_{\rm gelb} = 1.7201$, $n_{\rm grün} = 1.7240$, $n_{\rm blau} = 1.7272$.

K. Busz (N. Jahrb. 1895, I, 282):

$$n_{\text{rot}} = 1.7206$$
, $n_{\text{gelb}} = 1.7257$, $n_{\text{grün}} = 1.7323$.

G. MELCZER (GROTHS Ztschr. 1900, 33, 240 und 1904, 38, 260) für einen blauen Spinell von Ceylon:

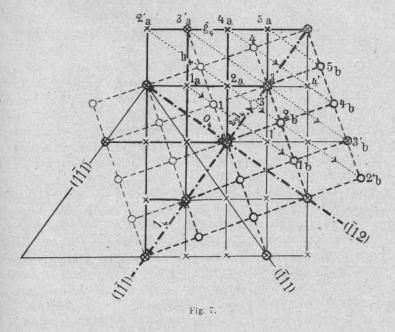
$$n_{\text{Li}} = 1.7153$$
, $n_{\text{Na}} = 1.7188$, $n_{\text{Tl}} = 1.7227$.

Im Vergleich zu den Granaten ist bei den Spinellen ausmale Doppelbrechung weniger hervortretend.

R. Brauns (N. Jahrb. 1887, I, 142) erwähnt doppelbrechenden Spinell von Ceylon, dessen Doppelbrechung mit Winkelschwankungen nicht in Beziehung zu bringen sei. - Nach M. BAUER (N. Jahrb. 1896, II, 219) sind kleine Kristalle von Birma fast vollkommen isotrop; nur wenige zeigen geringe Spuren von anomaler Doppelbrechung; größere Kristalle sind zu wenig durchsichtig, um sie auf Doppelbrechung untersuchen zu können. - P. GAUBERT (Bull. d. l. soc. fr. d. min. 1902, 25, 154) beobachtete beim Ritzen von Spinell mit Diamant jederseits des Risses doppelbrechende Streifen von nicht konstanter Orientierung. Durch Pressung doppelbrechend gemachte Platten von Spinell werden beim Erwärmen nach und nach wieder einfach brechend. GAUBERT nimmt an, daß die Kristallmoleküle an sich doppelbrechend sind, aber infolge ihrer gegenseitigen Orientierung sich beim Spinell kompensieren. Durch Druck kann entweder die Kompensationsstellung eine dauernde, die Elastizitätsgrenze überschreitende Verschiebung erleiden, oder aber die Moleküle können dauernd komprimiert werden.

Gegen Röntgenstrahlen ist Spinell ziemlich undurchlässig und steht in dieser Hinsicht zwischen Quarz und Steinsalz (Doeller, N. Jahrb. 1896, II, 92).

Für die Mineralien der Spinellgruppe leitete W. H. Bragg (Phil. Mag. 1915, II, 305) folgendes Strukturbild ab: Die zweiwertigen Atome R bilden zwei flächenzentrierte Gitter, von welchen das eine geget das andere in der Richtung der drei Hauptachsen um 1/4 der Abstände des anderen verschoben ist. Die zweiwertigen Atome der Spinellkristalle bilden demnach das gleiche Punktsystem wie die C-Atome des Diamanten. Die Kanten des flächenzentrierten Würfels betragen beim Spinell 8.36×10^{-8} cm. Von jedem Punkte der beiden flächenzentrierten kubischen Gitter aus ziehe man acht, den vier trigonalen Achsen parallele Strahlen. Es trifft die eine Hälfte dieser Strahlen in kürzerem, die andere in weiterem Abstande auf andere Punkte des Doppelsystems. Die Halbierungspunkte der vier längeren Strecken sind die Schwerpunkte der dreiwertigen Atome R. Um jeden Punkt des einen Systems der Atome R konstruiere man ein positives, um jeden Punkt des anderen Systems von R ein gleich großes negatives Tetraeder. Die Tetraederecken bilden die Schwerpunkte der O-Atome. Die Längen der Tetraederkanten stehen zu den Längen der Kanten der flächenzentrierten



Gitter bei den verschiedenen Spinellarten nicht in dem gleichen Verhältnisse.

Die gegenseitige Lage einer und derselben Atomart in der Zwillingsstellung geht nach J. Beckenkamp aus Fig. 7 hervor. Die dicken Kreuze und die dicken Ringe stellen die Anordnung der Massenpunkte eines vierfach kubischen Gitters innerhalb einer Granatoederfläche in Zwillings-

stellung nach dem Spinellgesetze dar. Die dünnen Kreuze und Ringe bilden die Fortsetzung des betreffenden Gitters in dem Bereiche des anderen Individuums. Die von oben rechts nach unten links gehende strichpunktierte Linie ist eine Achse 1[112], also die Schnittlinie der Zeichnungsebene mit einer Oktaederfläche (111); die von oben links nach unten rechts laufende Linie ist eine Achse o[111], also die Schnittlinie der Zeichnungsebene mit einer Leucitoederfläche (112). Die Lage der dicken Kreise erhält man aus der Lage der dicken Kreuze, entsprechend der Pfeilrichtung durch Spiegelung an der Achse l, also durch Verdoppelung des Lotes auf l, d. h. auf die Oktaederfläche. Sowohl in der Achse l als in der Achse o liegen Punkte, welche mit einem Kreuz und einem Ring versehen sind, also beiden Systemen gleichzeitig angehören. Die dicken, mit a bezeichneten Kreuze oben links stehen zu den dicken mit b bezeichneten Ringen unten rechts in Zwillingsstellung in bezug auf die Oktaederfläche (111). Dieselben dicken Kreuze stehen zu den dünnen Ringen links von O, in Zwillingsstellung in bezug auf die Leucitoederfläche (112), und da die dicken Ringe mit den dünnen Ringen zum gleichen System gehören, so stehen die beiden Systeme sowohl in Zwillingsstellung in bezug auf die Oktaederfläche, als auch in bezug auf die Leucitoederfläche. Man kann das eine System aus dem anderen auch durch homogene Schiebung in der Richtung der Achse l erhalten. Schiebt man etwa den dünnen Ring 1 bis zu dem dicken Kreuz 2a und entsprechend alle dünnen Ringe links der Achse t in der gleichen Richtung um einen Betrag, welcher dem Abstande von l proportional ist, so geht das System der dünnen Ringe links von l in das der dicken Ringe rechts von l spiegelbildliche System der dicken Kreuze über. Da die dicken und die dünnen Ringe zum gleichen flächenzentrierten Gitter gehören und dasselbe auch bezüglich der dicken und dünnen Kreuze gilt, so bewirkt die genannte homogene Schiebung Zwillingsstellung nach (111) bezüglich nach (112).

Betrachten wir zwei Atomkomplexe, jeden von der Zusammensetzung des chemischen Moleküls des Spinells, als ein Kristallmolekül, so bilden die Schwerpunkte dieser Kristallmoleküle ein flächenzentriertes Gitter. Findet eine homogene Verschiebung der Schwerpunkte der Kristallmoleküle statt, so befinden sich diese Schwerpunkte nach der Verschiebung in Zwillingsstellung nach (111) bezüglich (112), aber diese Zwillingsstellung besteht dann noch nicht in bezug auf die Orientierung der Kristallmoleküle. Diese müssen zur Erreichung der Zwillingsstellung entweder um Achsen, welche durch die betreffenden Schwerpunkte gehen, gedreht werden, oder entsprechende innere Schiebungen erleiden.

P. GAUBERT (Bull. d. l. soc. fr. d. min. 1896, 19, 431) vermutet, daß die Spinellzwillinge dadurch zustande kommen, daß kleine Kriställchen sich beim Herumwirbeln mit einer Oktaederfläche aufeinander legen.

Je nachdem in den Spinelliden das leitende Eisenoxyd oder das isolierende Aluminiumoxyd überwiegt, sind dieselben Leiter oder Nicht-

leiter der Elektrizität. So wurden als gute Leiter befunden: Magnetit, Franklinit, Magnesioferrit, während Talkspinell, Picotit, Kreittonit (von Bodenmais) und Automolit (von der Erikmattengrube bei Fahlun) nicht leiten (F. Beijerinck, N. Jahrb. 1898, Beil.-Bd. 11, 455). Beim Magnetit wandert beim Durchgang des elektrischen Stromes keine chemische Masse mit dem Strome an die Elektrode; es findet also keine elektrolytische, sondern nur metallische Leitung bei den eisenhaltigen Spinelliden statt (J. Königsberger, Jahrb. f. Radioaktivität u. Elektronik 1914, 11, 130).

Chemisches Verhalten. Das fast weiße Pulver des Spinells von Ceylon reagiert alkalisch, geglüht stärker als nicht geglüht (A. Kenngott, N. Jahrb. f. Min. 1867, 313). In Luft sind Spinell und Ceylanit vor dem Lötrohr unschmelzbar, in Sauerstoff gibt der erstere eine schwärzliche Perle mit Oktaederdendriten, der letztere ist zu einer glänzend schwarzen Perle schmelzbar (G. Spezia, Atti d. l. Sc. d. Torino 1887, 22).

Wird das feine Mineralpulver von edlem Spinell in der Borax-Bleioxydperle gelöst, sodann anhaltend heiß geblasen, dann zeigen sich unter dem Mikroskop gut ausgebildete Oktaeder und Zwillinge nach dem Spinellgesetz. Die rote Farbe des aufgelösten Minerals ist auch den Kriställchen eigen, aber in bedeutend geringerem Maße (W. FLORENCE, N. Jahrb. 1898, II, 142).

Die edlen Spinelle werden von Säuren und schmelzenden Alkalicarbonaten kaum angegriffen; eisenreichere werden durch anhaltende Behandlung mit Fluß- und Schwefelsäure, sowie durch Schmelzen mit Alkalicarbonaten in feinem Pulver stark angegriffen und endlich zerstört. Alle Arten von Spinell sind aufschließbar mit Kaliumbisulfat (ROSENBUSCH, Physiogr. d. Min.).

Der rote Spinell gibt, mit Borax geschmolzen, ein smaragdgrünes Glas (Walerius). Vogelsang (Ztschr. d. d. geol. Ges. 1890, S. 30) und W. Salomon (ebenda S. 525) fanden, daß Spinell bei der Behandlung mit Flußsäure, wenn auch nicht ganz leicht, in Lösung geht, während Korund bedeutend widerstandsfähiger ist. — J. Morozewicz (Min. petrogr. Mitt. 1898, 18) gibt an, daß von Flußsäure und Schwefelsäure auch der Korund, allerdings viel langsamer als der Spinell angegriffen wird.

Entsprechend ihrer schweren Angreifbarkeit durch chemische Reagenzien trifft man die Spinelle in den Gesteinen auch dann vollkommen frisch, wenn alle anderen Gemengteile verändert und zersetzt sind.

Schmelzpunkt. C. Doelter (Min. petrogr. Mitt. 1903, 316) bestimmte die Temperaturen T_1 des merklichen Erweichens und T_2 des völligen Flüssigwerdens und fand:

für Magnetit . .
$$T_1 = 1190 - 1195^{\circ}, T_2 = 1212 - 1225^{\circ},$$
 für Ceylanit . . $1240 - 1260^{\circ}, 1275 - 1300^{\circ};$

Franklinit und Chromit schmelzen erst über 1420 bezgl. 1450°.

V. Schumoff-Deleano und E. Dittler (Centr.-Bl. 1911, 756) bestimmten den Schmelzpunkt des Spinells von Amity (New York) zu 1360°.

Bei	der	Abkühlung	auf	12250	waren	10 0/0
				1210		30
				1200		46
				1185		70
			10000	1175		94

der Schmelze wieder kristallisiert. Das Maximum des Kristallisationsvermögens, ausgedrückt durch die proportionale Menge des kristallisierten Teiles der Schmelze liegt beim Spinell zwischen 1175—1200°.

Die Resultate der Ätzversuche von F. Becke (Min. petr. Mitt. 1886, 7, 224) zeigten beim Spinell im wesentlichen Übereinstimmung mit den entsprechenden Versuchen beim Magnetit. Als Material dienten Oktaeder von roter Farbe aus Ceylon, und schwarze Oktaeder des Pleonasts aus dem Fassatale in Südtirol. Da Säuren nicht einwirken, mußte saures schwefelsaures Kali angewendet werden. Die Ätzdauer betrug nur wenige Minuten. Die Kristalle werden dabei matt und bedecken sich mit sehr kleinen, nicht sonderlich scharfen dreiseitigen Ätzfiguren, welche ebenso orientiert sind, wie die Ätzfiguren des Magnetits; sie sind zu klein, um ein deutliches Lichtbild hervorzurufen. Versuche mit schmelzendem Ätzkali führten zu einem ähnlichen Resultate. Diese Ätzfiguren hatten dieselbe Gestalt und Orientierung wie die mit schwefelsaurem Kali erhaltenen Figuren, waren aber deutlicher; sie scheinen bedeutend weniger steil zu liegen als beim Magnetit. Das Aussehen derselben erinnert an die flachen Ätzgrübchen der Alaune.

Umwandlung von Spinell zu Muscovit findet sich in Disthengneisen und Amphiboliten in der Gegend von Neustadt im Schwarzwald (H. Rosenbusch, Physiogr. der Min.); ferner erwähnt Dana Pseudomorphosen (Oktaeder) von Steatit, Serpentin und Hydrotalcit nach Spinell.

Eine Umwandlung von Sillimannit in violetten Spinell in Form von scharfen, vollkommen isotropen Oktaedern erwähnt R. Brauns (Centralbl. 1908, 101) aus einem basaltischen Tuff vom Ölberg im Siebengebirge. Ähnliche Umwandlungen von Sillimannit in Spinell bei basaltischen Gesteinen geben Bleibtreu (Ztschr. d. d. geol. Ges. 1883, 502) und Dannenberg (Min. petrogr. Mitt. 1894, 14, 34) an.

Entstehung und künstliche Darstellung. Durch Umschmelzen eines grünen Vesuvians erhielt C. DOELTER (N. Jahrb. 1884, I) ein braunes isotropes Mineral der Spinellgruppe, durch Umschmelzung von Meroxen (ebenda 1897, I) Spinell neben Olivin und Skapolith. Mit bor- und kieselsaurem Natron zusammengeschmolzene Hornblende ergab (Min. petrogr. Mitt. 1889, 10, 73) beim Erstarren Spinell und ein augitartiges Mineral.

- J. H. L. Vogt (Mitt. d. Hochsch. zu Stockholm 1884) fand reinen Spinell, MgO·Al₂O₃, ferner einen Co-haltigen und einen Zn-haltigen Spinell in der Hochofenschlacke. Nach der Ansicht von Vogt (Arch. f. Math. u. Naturw. 1890, 14, 11) ist die Bildung von Spinell sowohl von der Basizität der Schlacken, als auch von dem Gehalte an Al₂O₃ und (Mg, Mn, Fe)O abhängig; je reicher die Schlacke an diesen beiden Oxyden ist, desto mehr Spinell gelangt zur Ausscheidung. Der blaugrüne bis violettblaue Zinkspinell bildet sich leichter als der Talkspinell, da die chemische Massenwirkung zwischen Al₂O₃ und ZnO größer ist als zwischen Al₂O₃ und MgO. Der Spinell erscheint in den Schlacken in ausgebildeten, oft zonar entwickelten Kristallen; seltener sind Skelettbildungen zu beobachten. Bei höherer Temperatur kann von dem Spinell etwas CaO aufgenommen werden.
- J. Morozewicz (Groths Ztschr. 1895, 24, 281) nimmt an, daß 1. Spinell sich aus echten Silicatschmelzen ohne Einwirkung von Mineralisatoren bilden kann, und daß 2. die Kristallisation von Spinell aus einem Magma erfolgt, welches beträchtlich mit ${\rm Al_2O_3}$ übersättigt und Mg-haltig ist. Diese Übersättigung beginnt, wenn der ${\rm Al_2O_3}$ -Gehalt 30% übersteigt. Alle Schmelzen, welche Spinell und Korund ausscheiden, enthalten reichlich Mg und Fe; dabei scheidet sich nur ein gewisser Überschuß aus dem Magma als Korund oder Spinell aus, der übrige bleibt in der Lösung oder bildet Alumosilicate (Feldspat, Nephelin usw.). Scheidet man die als Korund oder Spinell abgeschiedene Tonerde aus der Pauschanalyse der Schmelze aus, so stellt sich nach Morozewicz heraus, daß bei allen Schmelzen der übrigbleibende Teil das Molekularverhältnis (Na2, K2, Ca)O: ${\rm Al_2O_3}$ etwa 1:1 hat. Die mit ${\rm Al_2O_3}$ übersättigte Lösung habe die Zusammensetzung:

$$(K_2, Na_2, Ca)O$$
, $m Al_2O_3$, $n SiO_2$;

- 1. Ist n nicht größer als 6 und ist der Gehalt der Lösung an MgO und FeO nicht zu groß, so scheidet sich der Überschuß an $\mathrm{Al_2O_3}$ in Korundform aus;
- 2. enthält die Lösung mehr als 0.5% MgO und FeO, dann erfolgt die Ausscheidung in Spinellform;
- 3. ist n größer als 6 und MgO nicht in der Lösung, dann erfolgt sie als Sillimannit.

Korund und Sillimannit würden sich hiernach gegenseitig ausschließen; H. Schleimer (N. Jahrb. 1908, II, 6) findet jedoch aus künstlichen Schmelzen beide nebeneinander ausgeschieden. Die Silicatschmelzen stellen dissoziierte Lösungen dar; die Ausscheidungsfolge der Mineralien hängt deshalb nicht von einem Faktor allein ab, sondern von verschiedenen Umständen, z. B. Kristallisationsvermögen, Dissoziationsgrad, Unterküblung usw.

Die Bildungszeit der Spinellide im Schmelzflusse ist eine sehr frühe; sie geht derjenigen des Magnetits voraus (Vogt, Arch. f. Math. etc. 1891).

Nach H. H. Reiter (N. Jahrb., Beil.-Bd. 1906, 22, 198) ist die Ausscheidungsfolge: Spinell, Eisenglanz, Magnetit, Augit, Plagioklas.

Sehr zahlreich sind die Versuche, Spinell als Schmuckstein künst-

lich herzustellen.

EBELMEN (C. R. 1851, 32, 330) erhielt Kristalle durch Einwirkung einer gleichförmigen hohen Temperatur eines mehrere Monate lang im Gang bleibenden Geschirr-(Ceramique-) Ofens. Indem er beträchtliche Mengen von Alaun, Talkerde und Borsäure'in dem erforderlichen Verhältnisse in die Platinkapseln brachte, welche jener Temperatur ausgesetzt wurden, erhielt er fürs bloße Auge deutlich erkennbare Spinellkristalle mit meßbaren Winkeln. Alle hatten die Form entkanteter Oktaeder, waren vollkommen durchscheinend und bei einigen erreichten die Kanten 3-4 mm Länge.

A. DAUBREE (C. R. 1854, 39, 137) stellte Spinelle dar, indem er

Dämpfe von Chloraluminium bei Rotglut auf MgO wirken ließ.

St. Meunier (C. R. 1880, 90, 701 und Bull. d. l. soc. min. fr. 1884, 6, 91 u. 1887, 10, 190) erhielt beim Erhitzen von Magnesium, Aluminium-chlorid und Wasserdämpfen wasserhelle, durchsichtige, mikroskopische Oktaeder und Hexaeder von Spinell; später (C. R. 1887, 104, 737) brachte er in einen Graphittiegel eine Schicht Magnesia, dann ein Gemenge von Chloraluminium und Kryolith, endlich ein solches von Tonerde und Magnesia, erhitzte 5—6 Stunden in starkem Koksfeuer und ließ langsam erkalten. In der Schmelze fand er kleine Spinelloktaeder. Bei Zusatz geringer Mengen Chromsäure erhielten diese die Farbe des Rubin-Balais. Das Verfahren gelingt nicht, wenn man das Chloraluminium wegläßt und nur Kryolith anwendet; selbst bei großem Überschuß von Magnesia bildet sich dann nur Korund.

E. Fremy machte 1891 ein zuerst von Verneuil ausgearbeitetes Verfahren bekannt, durch Zusammenschmelzen von reiner Tonerde mit etwas kohlensaurem Kali und Fluorbarium (oder Fluorcalcium), sowie.mit einer kleinen Menge von chromsaurem Kali schöne rote durchsichtige Kristalle von Rubin zu erzeugen. A. Verneuil berichtete 1902 über ein ähnliches Verfahren, wobei er keine einzelnen Kriställchen, sondern runde Kugeln erhielt; diese enthielten anfangs noch kleine Luftbläschen, welche den natürlichen Steinen fehlen; später wurden aber die Bläschen vermieden. Setzt man dabei etwas MgO zu, so genügen schon einige Tausendstel Kobaltoxyd, vermutlich unter Bildung von Kobaltspinell, zur Erzeugung einer äußerst intensiven Färbung; die birnenförmigen Tropfen ("bouilles") hatten einen Brechungsquotienten $n_{\rm Na} = 1.727$ (L. Paris, C. R. 1908, 147, 933 und A. Verneuil, C. R. 1910, 150, 185).

A. MIETHE gelang in Verbindung mit der deutschen Edelsteingesellschaft eine einfache, der Verneuilschen zwar ähnliche, aber auf dem H. Goldschmidtschen Thermitverfahren beruhende Methode, aus reiner Tonerde künstlichen Rubin von Blutfarbe bis zu ganz hellen Korunden herzustellen, die von den natürlichen nicht zu unterscheiden sind. Auf

dem gleichen Wege gelang es dann auch, schöne rote und blaue Spinelle herzustellen, ebenso auch die Darstellung von Alexandrit von einer solchen Durchsichtigkeit, wie sie die Natur niemals liefert, mit allen Eigenschaften der betreffenden natürlichen Mineralieu, z. B. dem Farbenwechsel bei natürlicher und künstlicher Beleuchtung. Die beim Schmelzen von Tonerde mit 1-2 % MgO und CaO und etwas CoO erhaltenen Schmelztropfen sind einfachbrechend und ohne Dichroismus. Die erhaltenen birnenförmigen Tropfen sind bemerkenswert dadurch, daß sie einen homogenen kristallinen Aufbaubesitzen und nicht etwa ein Aggregat unregelmäßig gelagerter Individuen darstellen. Beim Korund ist die kristallographische Hauptachse der Längsachse des Tropfens parallel. Das dicke Ende ist gewöhnlich mit einem Netzwerk von Linien bedeckt, welche sich anscheinend unter Winkeln von 60° schneiden. Die Reflexe, welche man am Goniometer von diesen Linien erhält, ergeben genau die Winkel des Grundrhomboeders vom Korund (G. F. HERBERT SMITH, Min. Mag. 1908, 15, 153). A. HIMMELBAUER hat an dem dicken Ende eines saphirblauen Tropfens Streifen bestimmt, welche auf das Oktaeder hinweisen; also war dieser Tropfen nicht Saphir, sondern Spinell (Min. petr. Mitt. 1910, 29, 522).

Nach C. DOELTER (die Farben der Mineralien 1915, 51) ist die Kathodoluminescenz bei künstlichen und natürlichen Rubinen nicht dieselbe und dürfte auch bei blauen Spinellen, welche durch Kobaltoxyd gefärbt sind, eine Übereinstimmung des Färbemittels mit den natürlichen Spinellen nicht bestehen.

Verwendung. Die durchsichtigen, schön gefärbten Spinelle werden zur Herstellung von sehr geschätzten Edelsteinen verwendet. Der Glanz ist zwar der gewöhnliche Glasglanz, aber besonders auf geschliffenen Flächen schön und kräftig. Die Dispersion ist nur gering, dagegen die Brechung ziemlich stark; der Spinell verhält sich also in dieser Hinsicht wie Rubin; beiden fehlt das lebhafte Farbenspiel des Diamanten. Steine bis 4 Karat sind beim Spinell nicht selten. Sehr geschätzt sind die Rubinspinelle, weniger die Balas-Rubine. Der Preis des Spinells ist niedriger als der der Rubine. Ein im französischen Kronschatz befindlicher Rubinspinell von 56 Karat wurde 1791 auf 50000 Fr. geschätzt. Auf der Ausstellung in London 1862 war ein Stein von 197 Karat ausgestellt.

Historisches. Die Abstammung des Namens Spinell ist unbekannt. Der "Spinellus" wird zuerst 1647 bei Boetius genannt. Nach Hausmann gehört zum Spinell der ἄνθραξ des Theophrast und der Carbunculus des Plinius. Rome de l'Isle erkannte zuerst die Verschiedenheit der Kristallisation des Spinells von der des Rubins. Klaproth analysierte ihn zuerst 1789 und 1797 und fand bei der letzten Analyse die Bittererde, glaubte aber außer Al₂O₃ und MgO auch SiO₂ im Spinell gefunden zu haben. Vauquelin fand dagegen 1800, daß der Spinell kein

SiO₂ enthalte. Abich (Dissertation, Berlin 1831) gab zuerst die richtige

Zusammensetzung bekannt. Al₂O₃ 72 °/₀, MgO 28 °/₀.

Der Name Pleonast (πλεονάσμος, Überfluß) wurde von Hauy vorgeschlagen, weil bei ihm neben dem Oktaeder noch andere Formen vorkommen. Delametherie hatte für dasselbe Mineral schon 1793 den Namen Zeilanit vorgeschlagen, daraus wurde später Ceylanit oder auch Ceylonit. Der Chlorospinell (χλωφός, grün) wurde von dem Bergingenieur Capitain Barbott den Marni (1833) im Ural gefunden und von G. Rose (1842) bestimmt. Der Ceylanit enthält 8—18 % FeO, der Chlorospinell nach H. Rose 8.7—14.7 % Fe₂O₃. (Nach Fr. v. Kobell, Geschichte der Mineralogie.)

Vorkommen. In bezug auf das Vorkommen in der Natur im allgemeinen schließt sich der Spinell an den Rubin an; seine primären Lagerstätten sind die kristallinischen Schiefer und vor allem der körnige Kalk, seltener die Eruptivgesteine. Durch Verwitterung dieser Gesteine gelangt er mehr oder weniger abgerollt auf die Seifen. Eine besondere Stellung nimmt die Entstehung des Spinells aus dem Glimmer der granitischen und der gneisartigen Einschlüsse in den Eruptivgesteinen ein (A. Stelzner, N. Jahrb. 1882, I, 170).

Der edle (rote) Spinell kommt hauptsächlich von den Edelstein-

seifen (Ceylon, Ostindien, Birma).

Der blaue Spinell von Ceylon und Aker in Sedermannland bei Stockholm.

Der Chlorospinell aus Chloritschiefern (Schischinsker Berge bei Slatoust).

Der Ceylanit (Pleonast oder schwarze Spinell) ist hauptsächlich Kontaktmineral (in den Auswürflingen des Vesuvs, am Monte Somma, Arignac am Ariège, Amity und Warwick in New York, Wakefield in Ontario).

a) Süd- und Westdeutschland. Grünblaue und farblose Oktaeder im körnigen Kalk von Schweinheim und Gailbach im Spessart (H. Thürach, Ber. d. chem.

Ges. in Würzburg 1883).

In den kontaktmetamorphen Kalken, welche die Graphitlager an der Hinterwiese nordöstlich von Passau in den sog. Leitzenberger Gruben begleiten, findet sich neben Forsterit Spinell in wohl ausgebildeten Kristallen {111} von 1 cm Durchmesser. Wenn man die größeren, violett gefärbten Kristalle zerbricht, so beobachtet man in denselben häufig einen grünen Kern, welcher scharf gegen die violette Hülle abgegrenzt ist. Fehlt der Forsterit, so ist der Spinell grün gefärbte Die Farbe ändert sich selbst bei lebhaftem Glühen nicht; als färbendes Pigment wird Mn angegeben (Weinschenk, Groths Ztschr. 1897, 28, 146).

Auf Klütten von Gneis mit Magnetkies und Bleiglanz von Bodenmais kleine Oktaeder mit abgestumpften Kanten von Ceylanit (Fr. v. Kobell, Jahrb. f. Min. 1831, 128; Fr. Wiser, ebenda 1840, 328; Breithaupt, N. Jahrb. f. Min. 1847, 487).

Im Hangenden des Kalklagers am Jägerhaus bei Auerbach an der Bergstraße Ceylanit als Begleiter des Wollastonits (W. Harres, Notizbl. d. Ver. f. Erdk. zu Darmstadt 1881).

Im Granitporphyr nördlich von Schenkenzell im mittleren badischen Schwarz-

wald finden sich Einschlüsse, welche zum Teil echte Schieferfragmente darstellen, stellenweise mit Granat und dann gleichzeitig mit reichlichem Ceylanit bezüglich Hercynit (A. Sauer, Sitzungsber. d. oberrh. Geologen-Ver. 1895, 40).

Im Amphibolit des Erlenlochs zwischen Sulzbächle und Heubachtal in Baden; Mineralaggregate von Gedrit, Plagioklas, Quarz und reichlich Ceylanit.

Ceylanit als mikroskopische schwarze Oktaeder in einem basaltischen Gesteine des Katzenbuckels bei Eberbach am Neckar (Fr. Sandberger, N. Jahrb. 1869, 338).

Im Phonolith der Olbrück in der Eifel farblose Spinelle {111}, {110}, {100} mit Glas und Gaseinschlüssen (K. v. Krustschoff, Bull. soc. fr. d. min. 1886, 9, 8).

In den kristallinen Schiefern des Laacher Seegebietes und dem daraus entstandenen Sanidinit dunkelgrüner Ceylanit und selten titanhaltiger Spinell (R. Brauns, N. Jahrb. f. Min. 1911, I, 341); Haufwerke von graugrünen Oktaedern und Körnern im Glimmerschiefer von Glees im Laacher Seegebiet (R. Brauns, N. Jahrb., Beil.-Bd. 1912, 34, 115).

Ceylanitkörnehen neben überwiegend Cordierit und Sillimannit in vulkanischen Gesteinen des Ettringer Bellerberges im Gebiet des Laacher Sees (W. Schottler, N. Jahrb., Beil.-Bd. 1897, 11, 600).

In tertiären Tonen des Nordabhanges des Siebengebirges, welche älter sind als die vulkanischen Auswürflinge, Spinellkristalle {111}, {110}, {100} und in den Trachyttuffen von Lammersdorf bei Mehlem (E. Kaiser, Verh. d. naturh. Ver. d. Rheinl. 1897, 54, 78).

Im Plagioklasbasalt vom Finkenberg bei Bonn derber Sillimannit innig durchwachsen mit zahllosen Individuen von violettem Spinell, die stellenweise zu makroskopischen Flecken geschart sind (F. Zirkel, Abh. d. sächs. Ak. d. Wiss. 1903, 28, 103).

Rote Oktaeder aus dem Dornbusch bei Frickhofen sollen eine Mischung von mehreren Gliedern der Spinellgruppe mit einem augitartigen Mineral sein (B. Kosmann, Verh. d. naturh. Ver. d. Rheinl. 1869).

b) Mitteldeutschland. In einem Proterobasgang von Sohland an der Spree in der sächsischen Lausitz basische spinellreiche Schlieren. Der Spinell ist grün gefärbt und bildet Einschlüsse in Plagioklas und Biotit (R. Beck, Ztschr. d. d. geol. Ges. 1903, 55, 215).

Ceylanit auf den Edelsteinseifen des Seufzer(Seifen)gründels bei Hinterkermsdorf in der sächsischen Schweiz. Als Muttergestein gilt ein in der Nähe anstehender Glasbasalt (H. Oehmichen, Ztschr. f. prakt. Geol. 1900, 1).

- c) Ostdeutschland. Ceylanit von der Iserwiese im Riesengebirge; etwa ¹/₁₀ der dort vorkommenden nicht magnetischen "schwarzen Steinchen" von mattschwarzer Farbe und pechartigem Glanz ist Ceylanit (J. Blumrich, N. Jahrb. 1913, I, 380).
- d) Böhmen. Die böhmischen Granaten treten am Südabhange des böhmischen Mittelgebirges auf in echten Seifen, in konglomeratartigen Bildungen und in einem tuffartigen Gestein. In den Schottern wird der Granat begleitet von Ceylanit in völlig abgerundeten Körnern, selten von rotem Spinell (H. Oehmichen, Ztschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 1):

Als Begleiter von Gold im Sande der Otava bei Pisek, winzige Oktaeder, farblos, grau, violett, blau, rosa, blaß- und dunkelgrün (A. Krejči, Abh. d. böhm. Akad. 1904).

Grüne Spinelle in einem Kaolinton von Wildstein, Kreis Eger; eingewachsen in Serpentin von Studenec bei Svojanow, unvollkommene schwarz glänzende Oktaeder (Fr. Kovář, Ztschr. f. chem. Ind. 1901, 155).

Dunkelbraune bis schwarze Körner von Ceylanit aus dem Kalkstein von Unter Lhata (F. Kovák, N. Jahrb. 1901, II, 203).

Als Einschluß in Gabbrogesteinen in der Umgebung von Ronsperg (Fr. Martin,

Min. petrogr. Mitt. 1897, 16, 119).

Bis 8 mm große grasgrüne bis schwarzgrüne Oktaeder vom Ceylanit in einer hornblendeartigen Kontaktschicht bei Pisek (A. Krejči, Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d. Wiss. 1899).

Im Basalt vom Kreuzberg bei Schluckenau grüne, unregelmäßig begrenzte Partien von Ceylanit mit Diallag verwachsen (С. v. John, Jahrb. d. k. k. Reichsanstalt 1902, 52, 141).

e) Mähren. Dunkelbrauner bis schwarzer Ceylanit von Unter-Lhota, eingewachsen im Urkalk (J. Kovář, Abh. d. böhm. Ak. 1899).

Ceylanit im körnigen Kalk von Mähr. Budwitz bis Broncouzy, Strâsěk in Westmähren (F. Dvorský, N. Jahrb. 1901, II, 202).

f) Tirol. An einer Olivinfelslinse am Sass dell' Anel bei Malé Adern mit verschiedenen Mineralien, darunter kleine braunrote Körner von Picotit und dunkelmoosgrünem Ceylanit (W. Hammer, Ztschr. f. Naturw. 1899, 72). — Pseudomorphosen von Spinell nach Forsterit aus dem Kontaktkalk des Monzoni im Fassatale (P. v. Sustschinsky, Groths Ztschr. 1903, 37, 68). Der Monzonit am Monzoni ist in der Kontaktzone teilweise spinellisiert (C. Doelter, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien 1903, 112). — Eine Pseudomorphose in der Form des Spinells aus der Kontaktzone des Monzoni in der Kgl. Bayr. Staatssammlung in München hat die Zusammensetzung: SiO₂ 38·37, Al₂O₃ + Fe₂O₃ 40·74, MgO 8·49, CaO 8·26 (P. v. Sustschinsky, GROTHS Ztschr. 1903, 37, 69). — Ceylanit vom Toal de la Foja am Monzoni {111}, {110} {113} (Р. Groth, die Mineraliensammlung der Universität Straßburg 1898, 113) und {111} {110}, {311}, {776} (A. CATHREIN, Min. petrogr. Mitt. 1899, 10, 398). — Fassait und Serpentin in Pseudomorphosen nach Spinell am Monzoni (Silem, N. Jahrb. f. Min. 1852, 521 u. 525). - Schwarzer Ceylanit in Oktaedern am Monzoni in einem aus Batrachit und Calcit bestehenden Gemenge. Einige Kristalle enthalten einen mittleren weißen Kern von Calcit, um welchen sich die Ceylanitmasse legt. Der eingeschlossene Calcit erscheint als Kristall, dessen äußere Flächen sich nicht in ihrer eigenen Form darstellen konnten, weil dies die umhüllende Begleitmasse hinderte, aber die Spaltung der Calcitmasse ist einheitlich bis zur Ceylanitmasse (KENNGOTT, N. Jahrb. f. Min. 1857, 69).

Schwarze Oktaeder mit Triakisoktaeder, ferner kleine Splitter mit ölgrüner Farbe, durchscheinend im Glimmerschiefer von Sterzing (A. Pichler, N. Jahrb. f. Min. 1873, 56).

- g) Ungarn. In Pyroxenandesiten und Biotitamphibelandesiten des Matrasgebirges ist Spinell häufig (B. Mauritz, Groths Ztschr. 1912, 50, 637).
- h) Siebenbürgen. Ceylanit in Körnern und Auswürflingen im Basalttuff von Reps (M. Schuster, Min. petr. Mitt. 1878, I, 326).
- i) Italien. Spinell eingewachsen in Phyllithornfels in dem unteren Val Calamento und vom Torrente Maso (Astagruppe), ferner in einem Hornfels-Cordieritgneis vom Bieno (Astagruppe) (W. Salomon, Groths Ztschr. 1900, 32, 177). In einfachen Oktaedern und Zwillingen als Kontaktmineral am Nordabhange der Malgola gegen das Travignalatal (C. Doelter, Min. petrogr. Mitt. 1877, 65). Mineralaggregate vulkanischen Ursprungs liegen in einem gelben Tuff in der Nähe des Sees Vico; unter diesen befindet sich Ceylanit in 1—3 mm dicken Körnern und Kristallen [111], [110] [311], häufig mit Anorthit zusammen (Ettore Artini, N. Jahrb. 1891, I, 11). Einschlüsse im Basalte der Euganeen, welche einen lokalen Überschuß an Tonerde besitzen (M. Starck, Min. petr. Mitt. 1908, 27, 527). Flächenreiche Kristalle aus dem Albaner Gebirge in Latium [111], [100], [110] [311], [211], [611], [331], [771], [310] [531]. Das Oktaeder herrscht vor, vgl. Fig. 8, 9, 10. In Latium außerdem Blöcke von grünem Augit und Ceylanit oder von grünem Glim-

mer und Ceylanit (bei Tusculum in Latium), ferner Ceylanit in Blöcken an verschiedenen Orten des Albanergebirges. Kristallgruppen von schwarzem Spinell, lose in den Aschen- und Lapillischichten des Fossa della Solfatara in Latium (G. Strüver, Groths Ztschr. 1877, 1, 233).

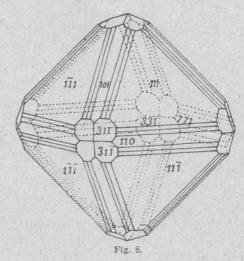
Rosenrote Körner oder fast farblose Oktaeder in einem zu Marentino bei Turin vorkommenden Sande (L. Colomba, Atti d. Soc. d. Torino 1895, 31, 593). Cey-

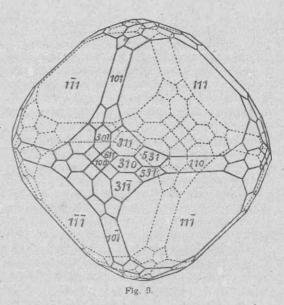
lanit im Osten des Braccianer Sees, nordwestlich von Rom, Auswürflinge ähnlich den Bomben der Sommablöcke und des Laacher Sees; darin Magnetit und Ceylanit; letzterer meist {111}, seltener {311} {310} und {110}; 0.5-3 mm in grünem Pyroxen oder in Knollen von feldspatartigen Massen (G. Strüver, Reale accad. dei Lincei 1884/85). — In den Sanden von Lonedo (R. Panebianco, Atti del R. Instituto Venet. sc. 1887, 5).

An einem 2 mm großen Ceylanitkristall vom Vesuv beobachtete Kenngott (mineral. Notizen 1868) kleine Flächen von {100} in Kombination mit {111}, {110}, {100}.

Mit Glimmer und Vesuvian am Monte Somma. Ceylanit in dem an dem Wege von S. Piero auf Elba nach den Magnesitbrüchen anstehenden Gestein in erheblicher Menge (P. Aloisi, Proc. Soc. Tosc. 1906, 60). -Ceylanit in einem dichten Grünstein bei S. Ilario am Monte Capanne auf Elba {111}, selten {110}, bis zu 2 cm, mit metallischem Glanz; {111} glänzend, {110} matt und gestreift, ferner Zwillinge; spez. Gew. 3.697; an den Kanten grün durchscheinend (Arnoldo Corsi, Boll. Com. Geol. 1881, 2, 125, sowie C. VIOLA und M. FERRARI, N. Jahrb. 1911, I, 77).

Andalusit und Sillimannit führende Einschlüsse in Cordierit-Andesit von Lipari





wurden resorbiert und Spinell neben Cordierit und Orthoklas neu gebildet. Der Spinell bildet grüne, selten violette Körnchen und Kristalle, manchmal auch Kristallskelette nach den drei Hauptachsen (A. Bergeat, N. Jahrb. 1910, Beil.-Bd. 30, 605).

Unter den Mineralien aus den Gruben Sarrabas auf Sardinien Kristalle 1111 und 1110; letztere Form zuweilen vorherrschend (L. Bombici, Contrib. d. min. Ital. 1877 und G. B. TRAVERSO, SARRABAS und seine Mineralien 1898).

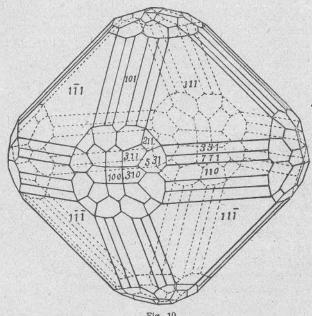


Fig. 10.

k) Frankreich. In dem im Gneis eingelagerten kristallinischen Kalk von Mercus und Arignac nördlich von Tarascon (Ariège) kommen bis zu 1 cm große durchsichtige oder durchscheinende bräunliche oder rötlich violette Ceylanitkristalle {111}, oft auch Zwillinge vor. Grüner Spinell in dem Gehölz von Fayou bei Causson (Tal der Ariège) in grobkörnigem Kalk; ebenso im oberen Ercital in der Nähe des Eretpasses neben Forsterit (A. Lacroix, Bull. d. l. soc. fr. d. min. 1889, 12, 514 und 1901, 24, 14). — Schwarze Oktaeder mit einem Triakisoktaeder 5-10 mm groß, Gew. 3.871, in der Umgebung von Puy-de-Dôme lose im Sande, der aus der Zersetzung von Olivinfels hervorgegangen ist. Al₂O₃ 59·06, Fe₂O₃ 10·72, FeO 13·60, MgO 17.20 (PISANI, C. R. 1866, 63, 49).

l) Portugal. In einem Staubfall in Portugal im Januar 1902 war Spinell in Oktaedern und runden Körnern als Einschluß in Glimmer enthalten (V. D. SOUZA Brandão, C.-Bl. f. Min. 1902, 260). — In einem Foyaitgestein von der Caldas de Monchique dunkelgrüne Körner und Oktaeder von Ceylanit in sehr reichlicher

Menge (L. VAN WERVECKE, N. Jahrb. 1880, II, 168).

m) Schottland. Edler Spinell in Kalk zu Glenely (Inverness hire) tief grüne, schwarze, blaue und violette Körner, selten Oktaeder 2—5 mm groß (С. Т. Сьовя und W. Pollard, Quart. Journ. geol. soc. 1899, 55, 372). — Im Bergrevier von Queensland (J. S. Berge u. J. H. Brownle, Proc. Roy. soc. Queensland 1900, 15, 47).

n) Schweden. Als Ausscheidung von basischen Eruptivgesteinen an vielen Orten im nördlichen Schweden. Der Magnetitspinellit von Andopen zeigt eine gesetzmäßige Verwachsung von Spinell mit Magnetit; der Kern ist ein erbsengroßer Spinell [111], darum liegt mit gleicher Orientierung Titanomagnetit (J. H. Voor, Ztschr. f. prakt. Geol. 1900. 8). - Ceylanit im sog. Graukalk der Tunaberggruben in Södermanland kleine dunkelgraue, fast schwarze Oktaeder (A. Erdmann, N. Jabrb. f. Min. 1853, 705). — Blauer Spinell von Åker im körnigen Kalk eingewachsene Kristalle; Brechungsquotient $n = 1 \cdot 7200$ (K. Zimányi, Groths Ztschr. 1894, 22, 328). — Chlorospinell von Jacobsberg, nordwestlich von Stockholm (nach Naumann-Zirkel). — Spinell wird von G. Flink (Beiträge zur Min. Schwedens, Auszug N. Jahrb. f. Min. 1916, I, 23) von 7 schwedischen Vorkommen angegeben, teils auf Erzlagerstätten, teils im Kalk. — Ceylanit kommt mit Chondrodit von Kafveltorp bei Nya-Kopparberg bald im Kupferkies, bald im Bleiglanz, oder in Zinkblende vor; er ist stets eisenschwarz, mit starkem Metallglanz und schaligem oder muscheligem Bruch. Im Kupferkies in Oktaedern von 1 mm Durchmesser mit glänzenden und scharfen Kanten; in Bleiglanz und Zinkblende nur in runden Körnern von 4—5 mm Durchmesser (Hj. Sjörgen, Groths Ztschr. 1883, 7, 117).

- o) Finnland. Bei Pargas mit Chondrodit.
- p) Rußland, Ceylanit auf den Goldseifen im Gouvernement Orenburg am Ural, braune bis schwarze Oktaeder, selten mit Granatoeder, zuweilen auch Zwillinge. Zu den edlen Spinellen gehören 1—2 mm große, vollkommen durchsichtige oder durchscheinende smaragdgrüne oder hellbläulichgrüne Oktaeder, zuweilen mit gewölbten Flächen. Schöne durchsichtige grüne Spinelle in der Juliewskij-Seife (P. W. v. Jeremejew, Gornyi Journ. 1887; Groths Ztschr. 1889, 15, 535).

Braune Spinelle aus der Nikolaje-Maximilianowskaja-Grube, Distrikt Slatoust am Ural, Kristalle bis zu 9 kg Schwere; spez. Gew. 3.7029; daselbst auch Pseudomorphosen von Spinell nach Klinochlor (M. P. Melnikow, Verh. d. russ. miner. Ges. 1885, 20, 237 und N. Kokscharow, Mat. z. Min. Rußl. 1870, 5, 367). — Von denselben Gruben oktaedrische, z. T. stark glänzende Kristalle {111}, {110} von Ceylanit, meist Zwillinge, 2 mm bis 4 cm Durchmesser; vollkommen frische kleine Ceylanitkristalle, zuweilen auf großen Magnetitkristallen aufgewachsen (P. W. v. Jeremejew, Verh. d. russ. min. Ges. 1891, 28, 504).

Chlorospinell wurde 1833 in Slatoust entdeckt und von G. Rose (Pogg. Ann. 55, 652; Jahrb. f. Min. 1841, 467) als neues Mineral des Urals aus den Schischinskischen Bergen bei Slatoust beschrieben. {111}, meist einfach, zuweilen auch Zwillinge und Drillinge, eingewachsen im Talkschiefer. Grasgrün, an den Kanten durchscheinend, glasglänzend, besonders im Bruch. Strich gelblich weiß, bart wie Topas, spez. Gew. 3·591—3·594, vor dem Lötrobr unschmelzbar, mit Soda zu grünlich weißer Masse zusammenschmelzend. Nach der Analyse von H. Rose unterscheidet sich der Chlorospinell von dem gewöhnlichen Spinell durch den Gehalt einer wechselnden Menge von Fe₂O₃, welches Al₂O₃ ersetzt. Der mineralreiche Rücken der Schiskinskaja liegt am nördlichen Ende der Urenga und dem Taganai westwärts. In einem Talkschiefer befinden sich: Chlorospinell neben Magnetit eingewachsen und in Höhlungen aufgewachsen, daneben Granat, Xanthophyllit, Hydrargilit, Idokras und Calcit (G. Rose, Reise nach dem Ural, II, 117; N. Jahrb. f. Min. 1844, 72).

Im Barsowit, dem Muttergestein uralischer Korunde und Spinelle in den Goldseifen von Barsonskoi südlich von Katharinenburg im Ural vorkommender Spinell wurde zuerst von G. Rose (1839 und 1842) erwähnt und später (N. Jahrb. 1880, II, 75) von M. Bauer ausführlicher beschrieben. Dieser Spinell ist ein dunkel-bouteillengrüner Ceylanit in scharfen, bis erbsengroßen Oktaedern, durch die ganze Barsowit-Grundmasse gleichmäßig verteilt. Al₂O₃ 66.95, MgO 18.03, FeO 14.33.

q) Asien. Ceylon. Spinell ist ein sehr häufiges Mineral der Edelsteinsande von Ceylon und findet sich dort in vielerlei Färbungen: rot, blau, grün, violett, oft von düsterem Ton und in wechselnder Größe vom kleinsten Körnchen bis zu faustgroßen Kristallen. Schöne blaue Spinelle von tadelloser Flächenbeschaffenheit. Die unedlen und undurchsichtigen Kristalle bis zu 7 cm Durchmesser. Eingewachsen

im Spinell sind Phlogopit und Saphirkristalle. Grüne und blaue Kristalle finden sich bei Ratnapura und im Distrikt Kaudy. Dolomitischer Kalk mit eingelagertem Spinell bei Matalé, Wuriapola, Wategama und Maskelija. Die Hauptdistrikte für die Edelsteingewinnung sind die Provinz Sabaragamuva in ihrem südlichen Teile und die Südprovinz bis ans Meer zwischen Point de Galle und dem Magama Ganga. Bei Ratnapura Kristalle [111] mit 7-8 cm Kantenlänge. Anhaftender Phlogopit und Reste von Carbonaten lassen erkennen, daß sie aus dem körnigen Kalk stammen.

So verbreitet der undurchsichtige blaue Spinell als Kontaktprodukt im körnigen Kalk vorkommt, so selten findet er sich in durchsichtiger, zur Herstellung von Schmucksteinen geeigneten Exemplaren. In der Seliemannschen Sammlung (in Coblenz) befinden sich zwei Kristalle und sieben geschliffene Exemplare von Ceylon, deren Durchsichtigkeit vollkommen und ohne Fehler ist (M. Bauer, N. Jahrb. f. Min. 1895, I, 281).

Die schiefrigen kristallinischen Kalke von Ceylon sind teils feinkörnig, teils grobkörnig. Die Grenze zwischen Kalk und Granulit ist ein eigenes Kontaktgestein. Im Kalk sind (bei Talatnoja) blaßrote und violette Oktaeder (bis 5 mm) und blauer Spinell eingelagert; im Kontaktgestein grüner Spinell. Die Edelsteine auf Ceylon werden meist auf Seifen gewonnen, deren Material aus den kristallinen Schiefern stammt. Es sind: Korund, Topas, Chrysoberyll, Zirkon, Beryll und Spinell (A. K. Coomára, Swány, Off. Handbook of the Ceylon Court 1904).

Rings ausgebildete blaue Spinellkristalle haben die Formen: {110}, {111}, {311} und unbestimmbare 48-Flächner (G. Melczer, Grotes Ztschr. 1900, 33, 240).

Borneo. Spinell auf den Diamantseifen des südöstlichen Borneo; das Muttergestein scheint ein Granit oder Pegmatit zu sein (Gascuel, Ann. d. mines 1901, 20).

Vorderindien. In den Hill Traets, Distrikt Vizugapatam, Präsidentschaft Madras, kommt Sapphirin-Spinellschiefer vor. Der Spinell bildet große, Magnetitkörner enthaltende tiefgrüne Körner und würfelförmige Einschlüsse in Sapphirin. Der Sapphirin-Spinellschiefer ist durch die metamorphe Wirkung ultrabasischer Eruptivgesteine auf sillimannitreiche Sedimente entstanden (T. L. WALKER, Rec. Geol. Surv. India 1907, 36, 1—18).

Hinterindien. Mit Rubin zusammen im kristallinischen Kalk von Mogouk Birma, welcher mit sehr basischen schieferigen Gesteinen in Beziehung steht (C. R. Brown und J. W. Judd, Phil. Trans. 1896, 187). — Spinell ist das häufigste Mineral im Kalk von Birma; stecknadelknopf- bis walnußgroße Kristalle {111}, {110} und ein unbestimmbares Ikositetraeder, mitunter Zwillinge; düster rötlich violett, spez. Gew. 3·52—3·575; kleine Spinellkristalle sitzen rings eingeschlossen in Chondrodit. Die großen Kristalle sind meist Verwachsungen zahlreicher kleiner Kristalle in mehr oder weniger vollkommen paralleler Stellung. Die Ecken und Kanten sind daher bei den großen Kristallen niemals scharf. Die großen Kristalle sind dunkel gefärbt, fast schwarz und ziemlich undurchsichtig; auch schleifwürdige Spinelle — Rubinspinelle — kommen hier vor (M. Bauer, N. Jahrb. 1896, 2, 219).

Der aus kontaktmetamorphem Kalk stammende Sand von Rubinseifen von Man-We bei Nanya-Zeik (Upper Birma) liefert ähnliche Kristalle (J. F. Tanatas, Ztschr. f. prakt. Geol. 1907, 15, 316).

Turkestan. Vorwiegend rote, aber auch farblose, gelbe, orange, violette und smaragdgrüne Kristalle, meist Zwillinge {111}, {122}, {110}, {113} {223} im Sande von Taschkent (P. v. Jeremejew, Verh. d. russ. miner. Ges. XIII. und Mater. z. Geol. d. turkest. Geb. 1878).

r) Afrika. Dunkelgrüne Oktaeder bis 1 cm groß im kristallinischen Kalk von Ussalin (D. Südwest) (G. Gürich, N. Jahrb. 1890, I, 103). In einem Cordierit-Vitrophyr am Cornelifiuß unweit Harrismith im Oranjefreistaat, welcher

Bruchstücke fremder Gesteine einschmolz und dann Kontaktmineralien ausschied, kommt in reichem Maße Cordierit und Spinell vor; letzterer bildet schwarze Oktaeder, welche dem Magnetit nahestehen (G. A. F. Molengraaff, N. Jahrb. f. Min. 1894, I, 79).

s) Australien. Ceylanit gesteinsbildend 500 km südlich von Adelaide; derselbe bildet schwärzlichgrüne Linsen und Knollen, welche mehrere Zentimeter groß werden können; daneben gut ausgebildete Oktaeder; im Spinell eingeschlossen Phlogopit, Rutil, Zirkon (K. Dieroff, C.-Bl. 1912, 365) — dunkelweinrot, durchscheinende Stücke, Gew. 3·69, begleitet von Gold, Titaneisen, Topas, Zirkon, Zinnstein und Sapphir im Annriver, Neu Süd Wales; Ceylanit bei Apple Gully (A. Potier, Journ. a. proc. of the R. Soc. of N. S. Wales 1888, I, 78) — Ceylanit bei Glen Innes in Neu Süd Wales (D. A. Porter. Journ. Roy. Soc. N. S. Wales 1894, 28, 39). — Dasselbe Mineral, selten in guten Kristallen im Basalt von der Spitze des Pinck Inverell Road, N. S. Wales (D. A. Porter, ebenda 1894). — Schwarzer blasiger Ceylanit von den Mudgee Diamantfeldern in N. S. W.; stark glänzend; spez. Gew. 3·77; — Al₂O₃ 64·29, Cr₂O₃ 4·62, MgO 21·95, FeO 4·49, SiO₂ 2·75 (A. Liversidge, The Minerals of N. S. Wales 1822). Ceylanit in grünen abgerundeten Körnern im Biotitgranit von der Mollukkeninsel Ambon (Schröder van der Kolk, N. Jahrb. 1896, I, 153).

t) Nordamerika. Ver. Staaten. Ceylanit am Hudson-Fluß bei Peekshill, N. Y., im Kontakt zwischen Norit und metamorphen Schiefern. Unter dem Mikroskop durchscheinende Oktaeder in solchen Massen, daß der Spinell z. T. als Eisenerz, z. T. als Smirgel abgebaut wird: Al₂O₃ 54, FeO 35, MgO 11 (G. H. WILLIAMS, N. Jahrb. 1887, II, 266). - Ceylanit in Geschieben der Mason Branck südlich von Franklin, N. Carolina (W. E. Hidden, Americ. Journ. Sc. 1898, 381). - Durchsichtige Spinelle, groß genug zum Schleifen, finden sich gelegentlich in den Ver. Staaten; einige wenige, dunkel gefärbte sind bei Hamburgh (N. Yersey) und grüne in Mitchel County, N. Car. und auf einer Bleigrube in Neu Mexiko vorgekommen (G. F. Kunz, Edelsteinkunde N.-Amerikas 1890). — Ceylanit in sehr großen Kristallen bei Amity und Warwick 1825 von S. Fowler entdeckt (Kobell, Gesch. d. Min. S. 530); in Warwick auch Pseudomorphosen von Speckstein und Serpentin nach Spinell. Fast schwarze raube Würfel bei Wakefield in Ontario. Tiefgrüne kleine Oktaeder von Ceylanit mit Granat in Pegmatitgängen entlang des San-Luis Rey-Flusses im nördlichen Teil von San Diego County, Californien (A. F. ROGGERS, Schol of Mines Quaterly 1910, 31, 208).

Canada. Körner und Oktaeder von blauem Spinell mit Granat und Glimmer im körnigen Kalk von Portland West, Ottawa C. (G. Chr. Hoffmann, Ann. Rep. Geol. Surv. v. Canada 1892). — Schwarze glänzende Spinellkristalle [111], [110] bis zu ³/₄ Zoll groß, im kristallinischen Kalk bei Aylwin Townskip, Ottawa Co., z. T. in Glimmer umgewandelt (W. F. Ferrier, The Canadian Rec. of Sc. 1890). — Schwarzer Spinell in großer Menge in fleischrotem körnigen Kalk von Burgess, schöne ausgewitterte Kristalle; ferner mit Apatit und Flußspat im körnigen Kalk bei Ross. — Blaue kleine Oktaeder in glimmerführendem körnigen Kalk bei Daillebout (Sterry Hont, Geol. Surv. of Canada 1865, 469).

Mexiko. Mit Zinnerz der Blacks Hills (C. C. O'HARRA, Dakota Schol of Mines. Bull. Nr. 6).

- u) Südamerika. Brasilien. Magnetit und ein anderes der Spinellgruppe angehörendes Mineral in ca. 2 mm großen Oktaedern als Begleiter des Brazilit von der Eisenmine Jucupirango Süd São Paulo und a. a. O. (E. Hussak, N. Jahrb. 1892, II, 145). Ceylanit mit Diamant zusammen in den Sanden des Rio Paraguassú in Bahia (Derselbe, Min. petr. Mitt. 1898, 18, 334).
 - v) Grönland. Körner in dem eisenreichen Basalt, besonders dem von Blau-

field (J. H. Lorenzen, Grotes Ztschr. 1886, 10, 291). — Körner und größere derbe Massen bei Fiskernaesset (J. H. Lorenzen, Undersögelse of Min. f. Grönland 1884).

Analysen. Das reine MgAl₃O₄ hätte die Zusammensetzung: MgO 28·13, Al₂O₃

71.87. Es wurden gefunden:

1. Edler Spinell von Ceylon, Kristalle {111} {110} (K. Pfeil, Inaug.-Diss. Heidelberg 1901, C.-Bl. 1902, 146).

2. An schwarzen Kristallen von Ceylanit aus dem Fassatal (H. Pfeil, ebenda).

3. Chlorospinell von Slatoust (H. Rose 1841).

	Al_2O_3	Cr_2O_3	Fe_2O_3	MgO	FeO	MnO	Summe	Sonstige
a. 1.	70.62	1.50		26.53	0.60		99.25	{ Na ₂ O 1 · K ₂ O 0 ·
b.	70.21	1.37		26.47	0.78		98•83	{ Na ₂ O 1 . K ₂ O 0 .
a. 2.	68-41		14.95	15.27		Spur	98.63	{ Na ₂ O 1 6 K ₂ O 1 6
b.	68.32		14.91	14.91		Spur	99.45	$\left\{\begin{array}{ll} Na_2O & 1 \\ K_2O & 1 \end{array}\right.$
a. 3.	64 · 13	-	8.70	26.77	_	-	99.60	CaO 0.
b.	57.34		14.77	27.49	-	1	99.60	CuO 0

Weitere Analysen sind bei einzelnen Vorkommen angegeben.

J. BECKENKAMP.

2. Eisenspinell, Hercynit, Chrysomelan. FeAl₂O₄.

Meist derb, in kleinen feinkörnigen Aggregaten mit Spuren von Oktaedern.

Spez. Gewicht 3.91—3.95.

Spuren hexaedrischer Spaltbarkeit. Der Bruch ist muschelig. Härte 7.5—8.

Farbe schwarz, auf der Oberfläche matt, im Bruch glasglänzend, in dünnen Platten tiefgraulichgrün durchscheinend. Das Pulver des fein verriebenen Minerals ist dunkelgraulichgrün, fast lauchgrün, undurchsichtig. Nur bei starker Vergrößerung ergibt das zerriebene, jedoch noch nicht zu ganz zartem Pulver zermalmte Mineral einige "Durchscheinenheit" und erscheint dabei schwärzlichgrau (ZIPPE).

Es wirkt nicht auf die Magnetnadel, jedoch zieht der Magnet aus dem zerstoßenen Pulver eine geringe Menge aus, welche sich als Bei-

mengung von Magnetit zu erkennen gibt. Das Mineral schmilzt nicht für sich

Das Mineral schmilzt nicht für sich vor dem Lötrohr, weder in der Platinzange noch auf Kohle; es verliert nach längerem Blasen bloß den Glanz, und die Farbe zieht sich etwas ins Graue. Soda wirkt nicht darauf, selbst wenn das Mineral in fein gepulvertem Zustande angewendet wird; es bildet mit diesem Flußmittel eine unvollkommen geschmolzene olivengrüne Masse, aus welcher sich das Mineralpulver beim Aufweichen in Wasser fast unverändert wieder abscheidet. In Borax löst sich das gepulverte Mineral langsam auf; bei geringer Menge wird ein gelblichgrünes Glas gebildet, welches beim Abkühlen olivengrün wird. Phosphorsalz löst das Mineral nur schwierig auf. Das Schmelzprodukt ist eine grünlichgelbe Perle, welche beim Abkühlen ins Grüne, endlich ins Farblose übergeht (Zippe).

St. Meunier (Bull. d. l. soc. fr. d. min. 1887) erhielt künstlich Hercynit durch Zusammenschmelzen von Eisenspat mit Tonerde, Kryolith und Chloraluminium; daneben entsteht blätteriger Eisenglanz und wahrscheinlich Martit.

Nach J. H. L. Vogt (N. Jahrb. 1894, II, 95) scheint sich in Schmelzmassen Hercynit nicht individualisieren zu können.

Historisches. Nach Breithaupt war dieses Mineral schon früher unter dem Namen Chrysomelan bekannt. Es wurde bei Natschetin und Hoslau in Böhmen gefunden, von M. Zippe (1839) als neues Mineral bestimmt und nach dem lateinischen Namen des Böhmerwaldes, silva hercynia, benannt.

A. Breithaupt schreibt darüber (Jahrb. f. Min. 1840, 90): "Soeben lese ich Zippes Abhandlung über den Hercynit. Dies Mineral ist schon seit Jahren unter dem Namen Chrysomelan von Müller in dessen Mineralogie bekannt gemacht gewesen. Ich selbst erhielt ein Stückchen von einer rundlichen Masse, die etwa die Größe eines Hühnereies haben mochte. Es waren darauf deutliche Spuren hexaedrischer Spaltbarkeit, wie an allen Spinellen, und oktaedrische Kristallisation zu sehen. Die oktaedrischen Richtungen zeigten eine Art gelblichgrüne Farbenwandlung. Darauf mag der Name Chrysomelan Bezug haben. Das spez. Gew. fand ich gleich 3.928 und habe solches in Erdmanns Journal schon vor längerer Zeit bekannt gemacht. Der Fundort des Chrysomelans ist unbekannt, und das Stück, welches Müller und ich gesehen, war unzweifelhaft ein Geschiebe und ursprünglich ein Kristall, oder doch mit Kriställchen versehen."

Nach Linck ist der Hercynit durch Übergänge mit dem Ceylanit verknüpft.

Vorkommen. a) Süddeutschland. In Begleitung von Schiefereinschlüssen in Granitporphyr von der Teufelsküche bei Schenkenzell im badischen Schwarzwald neben blauem Korund (A. Sauer, Ber. über d. 28. Vers. des oberrh. Geol. Vereins 1895).

b) Mitteldeutschland. Hercynit in vielen glimmerarmen Granuliten des sächsischen Mittelgebirges rundliche, dicht gedrängte Körner, deren Größe zwischen 0.005 und 0.1 mm schwankt, von tief graulichgrüner Farbe; zusammen mit Granat, Quarz und Andalusit. Der Hercynit ist um so reichlicher, je ärmer das Gestein an Pyroxen oder Biotit ist; er verwächst gern mit Sillimannit. Die Hercynitaggregate sind vielfach von einem hellen Hof umgeben, in welchem mikroperthitischer Feldspat herrscht (E. Kalkowsky, Ztschr. d. d. geol. Ges. 1881, 533).

- c) Böhmen. "Bei den Dörfern Natschetin und Hoslau, am östlichen Fuße des Böhmerwaldes, unweit der Stadt Ronsperg im Klattauer Kreise findet sich ein Mineral, welches als Smirgel verkauft wird." "Es wird als Schleifpulver verwendet und sogar seiner Wohlfeilheit wegen bei Glas- und Spiegelschleifereien und überhaupt zu solchen Zwecken, zu welchen Schleifpulver vom hohen Härtegrad des Smirgels gerade nicht erforderlich ist, mit Vorteil verwendet." "Die Gestalt des Minerals sind sehr kleine Körner, welche teils vereinzelt mehr oder minder häufig in der feinkörnigen Gebirgsmasse eingewachsen sind, teils aber sich auch zu einer derben Masse von feinkörniger Zusammensetzung vereinigen, in welcher nur wenige Körnchen durch hie und da fast unmerkliche Zwischenlage einer erdigen Substanz voneinander getrennt sind. Einige Spuren von Kristallgestalt scheinen dem Oktaeder anzugehören". "Es findet sich der Hercynit in ziemlicher Menge, zurzeit (1839) nur in losen scharfkantigen Blöcken fast bis zur Größe eines Kubikfußes in Dammerde und unter derselben. Die Gebirgsformation, in welcher dasselbe vorkommt, ist das Trappgebirge mit merkwürdiger Durchsetzung von Granit. Unweit vom Orte des Vorkommens des Hercynits wird, mit dem Ansteigen des Gebirges, die Urschieferformation als Gneisgebirge herrschend, und die Grenze gegen das Trappgebirge erscheint durch mehrere Mineralspezies, welche dort vorkommen, merkwürdig" (F. X. M. ZIPPE, Verh. d. naturw. Mus. in Böhmen 1839. Jahrb. f. Min. 1839, 706).
- d) Italien. In feinkörnigem Gabbro von Le Prese im Veltlin schwarze Massen von ziemlich lockerer Textur, vorwiegend aus Körnern und Oktaedern bestehend, daneben Plagioklas, Korund, Sillimannit und Magnetkies; in dünnen Schichten grün durchsichtig (G. Linck, Sitzungsber. d. k. pr. Akad. d. Wiss. 1893, 47).
- e) Ver. Staaten. In den Noriten am Hudson-Flusse bei Peekskill, N. Y. Unter dem Mikroskop mit grüner Farbe durchsichtig; zuweilen in solcher Menge, daß er als Eisenerz oder als Smirgel abgebaut werden kann (G. H. WILLIAMS, N. Jahrb. f. Min. 1887, II, 263).
- f) Brasilien. In den Diamantführenden Sanden des Rio Paraguassú in Bahia; der Hercynit bildet hier bis 1 cm große schwarze eckige, selten stark abgerollte, an den Kanten und in dünnen Splittern mit dunkelgrüner Farbe durchscheinende Körner. Im Dünnschliff mit blaßgrüner Farbe durchsichtig, vollkommen isotrop und frei von Einschlüssen; gut ausgeprägte oktaedrische Spaltbarkeit. Eine qualitative chemische Probe ergab außer viel Al₂O₈ noch eine starke Fe- und deutliche Mg-Reaktion. In den feineren Sanden finden sich auch zierliche, bis 1 mm große vollkommen durchsichtige Kriställchen von {111} und {111}{110}; außerdem nicht selten flachscheibenförmige, dunkelgrüne Rollstücke, die makroskopisch und im Dünnschliff eine überaus große Ähnlichkeit mit Nephrit haben. E. Hussak hält diese auf Grund seiner Untersuchungen für derbe Hercynitstücke, welche Sillimannitnadeln eingeschlossen enthalten (E. Hussak, Ztschr. f. prakt. Geol. 1898, 345 und Min. petr. Mitt. 1899, 18, 344).

Analysen. Die Formel FeAl₂O₄ ergibt: 41·31 FeO, 58·69 Al₂O₃. B. Quadrat fand (Ann. d. Chem. u. Pharm. 1845 und N. Jahrb. f. Min. 1847, 731) für das Vorkommen in Böhmen: I. G. Linck für das italienische Vorkommen: II. G. H. Williams für das Vorkommen von Peekskill: III.

	FeO	MgO	$\mathrm{Al_2O_3}$	Fe_2O_3	Summe
ī.	35.67	2.92	61-17		99.76
II.	25.98	9.63	61.21	3.18	100.00
III.	35.00	11.00	54.00		100.00

J. BECKENKAMP.

3. Zinkspinell, Gahnit, Automolit, Kreittonit, Dysluit. ZnAl₂O₄.

Kristallform {111}, auch {111}, {110}; teils einfach, teils als Zwilling nach dem Spinellgesetz. Bei Franklin kommen nach Brush bis 1½ Zoll große Hexaeder vor, an welchen {110}, {111}, {112}, {114}, {118} und {313} untergeordnet ausgebildet sind.

Spez. Gew. 4.33-4.35; die Varietät von Franklin 4.89-4.91. Spaltbar oktaedrisch vollkommen; nach O. Mügge (N. Jahrb. 1889, I, 246) z. T. auf Absonderung zurückzuführen.

Härte 8.

Farbe dunkellauchgrün bis bläulich und schwärzlichgrün; Pulver grau, fettartiger Glasglanz. Die hohe Lichtbrechung des Zinkspinells ist ein bequemes Mittel, dieses Mineral von anderen Spinellen zu unterscheiden. Alle zinkreichen Spinelle besitzen höhere Lichtbrechung als 1.785 (Methylenjodid, gesättigt mit Schwefel, hat n = 1.785).

Vor dem Lötrohr unschmelzbar; mit Soda gibt das Pulver auf Kohle im Reduktionsfeuer einen Beschlag von ZnO. Von Säuren und Alkalien unangreifbar.

Kreittonit hat statt Al₂O₃ einen höheren Gehalt an Fe₂O₃ und statt MgO einen höheren Gehalt an FeO. Härte 7—8, spez. Gew. 4·3—4·8; ist samtschwarz bis grünlichschwarz, Pulver graulichgrün.

Dysluit hat ungefähr die Hälfte des $\mathrm{Al_2O_3}$ durch $\mathrm{Fe_2O_3}$ ersetzt und ZnO zur größeren Hälfte durch FeO und MnO. Spez. Gew. 4·55, Härte 4·5; vor dem Lötrohr unschmelzbar, nur mit Borax in Fluß kommend (Thomson, Referat N. Jahrb. für Min. 1837, 332) gelbbraun, glasglänzend, undurchsichtig.

Künstlich. Ebelmen erhielt nach dem beim Talkspinell angegebenen Verfahren auch Zinkspinell, den er rein in der Natur noch nicht angetroffen hatte. Die künstlichen Kristalle sind durchscheinend und farblos, erscheinen bei Zusatz von Chromoxyd in Form durchscheinender schön rubinroter und sehr regelmäßiger Oktaeder mit Granatoeder bis zu 2—3 mm Kantenlänge; das spez. Gewicht der künstlichen Kristalle ist 4.58. Die künstlichen und natürlichen Kristalle ritzen leicht Glas. — Daubree (C. R. 1854) stellt durch Berührung von Aluminium- und Zinkchlorür mit rotglühendem Kalk Zinkspinell dar. — Bringt man in ein eisernes Gefäß ein Gemenge von Fluor-Aluminium und Fluor-Zink und läßt Borsäure in der Hitze darauf einwirken, so findet man nach dem Abkühlen im Innern des Gefäßes Gahnitkristalle abgesetzt in Form von zierlichen und glänzenden regelmäßigen Oktaedern, welche durch das Eisen des Tiegels stark gefärbt sind (H. St. Cl. Deville und H. Coron, C. R. 1858).

Bei der hüttenmäßigen Zinkdestillation entsteht fast reiner Zinkspinell nebst Tridymit in Verbindung mit kleinen Mengen amorpher und kristallisierter Zinksilikate. Die aus Ton und Schamottebröcken her-

gestellten porösen Muffeln sind durch 4—6 Wochen dauernde Einwirkung von Zink und Wasserdampf, von Kohlensäure, Kohlenoxyd und etwas Kohlenwasserstoffgas bei einer Temperatur von 1300° zu einem fast vollständig kristallinen Gemenge der genannten Mineralien umgewandelt.

Zinkspinellkriställchen treten ferner auf in den Fayalitschlacken des Bleiverhüttungsprozesses. Die künstlichen Zinkspinelle sind z. T. mit blauer Farbe durchsichtig, verlieren aber diese Farbe durch Glühen bei Luftzutritt, oder sie sind von vornherein farblos. Die Entfärbung tritt nicht ein, wenn die blauen Kristalle unter Luftabschluß etwa in einem Strome von CO₂, oder H, oder Cl, oder O geglüht werden (A. STELZNER, N. Jahrb. 1882, I, 170 und Min. petrogr. Mitt. 1882, 5, 174).

Der blaugrüne, violettblaue, auch grünlichblaue Zinkspinell bildet sich leichter aus der Schmelze als der Talkspinell, da die chemische Massenwirkung zwischen Al₂O₃ und ZnO größer ist als zwischen Al₂O₃ und MgO; er erscheint in den Schlacken in regelrecht ausgebildeten, oft zonar gebauten Kristallen, auch in Perimorphosen, selten in Skelettform. Bei höherer Temperatur kann von ihm etwas CuO aufgenommen werden (J. H. L. Vogt, Arch. f. Math. og Naturw. 1890).

Historisches. Eckeberg hat 1805 das Mineral zuerst untersucht und Automolit (αὐτόμολος Überläuser) genannt, "weil es durch seinen Zinkgehalt sich den metallischen Mineralien nähert und seine übrigens so nahe Verwandtschaft mit den erdigen Fossilien verleugnet". Moll nannte das Mineral nach dem schwedischen Chemiker Gahn, welcher dasselbe zuerst (1805) untersuchte, Gahnit. Genauere Analysen gab Abich 1831. Die mit dem Spinell übereinstimmende Kristallisation erkannte Hisinger (1805). Der Kreittonit wurde zuerst von Kobell (1831) für das Vorkommen von Bodenmais als "schwarzer Spinell" erwähnt. Breithaupt bezeichnet ihn 1847 als Spinellus superior; Kobell nannte darauf das Mineral Kreittonit, von χοείττων, stärker, weil er schwerer ist als andere Spinelle.

Dysluit (von $\delta \dot{\nu}_{\mathcal{G}}$ schwer und $\lambda \dot{\nu}_{\mathcal{W}}$ auflösen), wurde zuerst von Keating zu Sterling entdeckt und von Thomson 1835 analysiert.

Die wichtigsten Vorkommen von Zinkspinell sind Fahlun in Schweden und Franklin in N. Yersey.

Vorkommen. a) Süddeutschland. Am Silberberg von Bodenmais zuerst von Kobell als "schwarzer Spinell" oder Pleonast beschrieben, später von ihm als Kreittonit bezeichnet. Kristallinische derbe Massen und auch größere Oktaeder mit häufig blätteriger Absonderung nach den Oktaederflächen, glasglänzend zum Fettglanz neigend, samt- bis grünlichschwarz; vor dem Lötrohr unschmelzbar, den Flüssen eine blaue Farbe erteilend; Gew. 4·49 (Fr. v. Kobell, N. Jahrb. 1851, 694). Oebbere (Mitt. d. min. geol. Inst. Erlangen 1890, 41) fand, daß das Pulver des Kreittonits vom Silberberg beim Ausziehen mit dem Magneten eine seladongrüne und darin eingewachsen eine schwarze Substanz liefert. Letztere ist Magnetit, der oft in der Richtung der Granatoederflächen in die oktaedrischen Kreittonitkristalle eingewachsen ist.

b) Ostdeutschland. Automolit zu Querbach am Nordabhange des Riesen-

gebirges in Schlesien, in früher abgebautem kobalt- und arsenhaltigem Glimmerschiefer (Websky, Ztschr. d. d. geol. Ges. III, 1851, 12 und N. Jahrb. f. Min. 1852, 69).

- c) Italien. Grünlichblauer Gahnit im körnigen Kalk von Tiri olo Prov. Cantazaro in Calabrien, welcher auf Diorit ruht (D. Lovisato, Cron. Lic. d. Cantazaro 1878). Dunkel gefärbte Kristalle {111}{110} oder häufiger meergrüne Körner von der Zusammensetzung (Zn, Mg, Fe)Al₂O₄, zusammen mit Idokras (Ugo Рамісні, Rend. R. Accad. d. Lincei 1911, 2O, 421).
- d) Schweden. Gahnit in Quarz eingewachsen neben Pyrit, Kupferkies und Magnetkies in Spalten oder Höhlungen eines Gneises von Snuggens Kupfergruben, Kirchspiel Förila in Helsingland; {111} oder {111}{110}; auch Zwillinge nach (111); Kristalle bis zu 2 cm Kantenlänge. Schwarz bis schwärzlichgrün, glasbis fettglänzend, in Splittern bouteillegrün durchscheinend. Gew. 4·39. Ferner auf Erik Mats-Grube bei Fahlun, im Talkschiefer und auf den Näfverbergsgruben bei Fahlun in Quarz; bei Garpenberg und Östersilfberg in Quarz und als Seltenheit bei Broddlo Fahlun in Orthoklas und Albit (H. Hedström, Geol. Fören Stockholm, Förh. 1901).

Automolit von der Erikmattengrube bei Fahlun (F. Beijerinck, N. Jahrb. Beil.-Bd. 1898, 11).

- e) Norwegen. Gahnit bei Arendal (P. C. Weilve, N. Jahrb. 1847, 701).
- f) Finland. In Pegmatit und dessen Nebengestein von Fräskböle im Kirchspiel Perniö, in regelmäßigen, zentimetergroßen Körnern, selten in Oktaedern; deutlich spaltbar nach (111). Härte über 7. Dichte 4·478. Brechungsquotient für gelbes Licht 1·807, für grünes 1·8196.
- g) Ver. Staaten. Gahnit in Kristallen von Mine Hill, Franklin, N. Yersey; zeichnet sich durch Vorwalten des Hexaeders aus, an welchem untergeordnet {110} und {111}, auch {112} und {331} auftreten; auch wurden {114} und {118} beobachtet. Härte 7.5, Gew. 4.89—4.91; schwärzlichgrün mit beträchtlichem Zn-Gehalt; begleitet von Biotit, Apatit, Calcit, Olivin (G. Brush, Sillim. Amer. Journ. 1871).

Dysluit, entdeckt von Keating zu Sterling in N. Yersey, mit Franklinit in körnigem Kalk; gelbbraun, glasglänzend, undurchsichtig, regelmäßige Oktaeder; Gew. 4.55, Härte 4.5. Vor dem Lötrohr unschmelzbar und mit Borax in Flußkommend (Thomson, N. Jahrb. f. Min. 1837, 332).

Gahnit in den Deake Mica Mine, Mitchel Co., N. C., ohne bestimmte Form, mit splittrigem bis muscheligem Bruch, im durchfallenden Licht dunkelgrün; Härte 7.5, Gew. 4.576. — Auf der Cotopaxi Mine Chaffee Co., Colorado in großen, rauhen Kristallen, meist {111} mit {110}, bis zu 9 mm Kantenlänge; schwärzlichgrün, unebener bis flachmuscheliger Bruch. Auf der Oberfläche zuweilen eine Umwandlungskruste eines chloritischen Miterals (F. A. Genth, Proced. americ. philos. soc. 1882).

In dem äußeren Teile einer Pyriteinlagerung im Gneis zu Rowe, Massachusetts, Gahnitkristalle teils in Pyritkristallen, teils in Höhlungen, die mit Quarz ausgekleidet sind; fast schwarz, aber mit grüner Farbe durchscheinend {111} mit {110}, zuweilen nur {110} und Zwillinge nach (111). Gew. 4.53 (A. G. Dana, Am. Journ. sc. 1885).

In einem Feldspatsteinbruch von Delaware County dunkelgraue unvollkommene Oktaeder von Gahnit und Muscovit (F. A. Genth, Proc. Acad. Nat. science Philad. 1889). — In Geröllen von Mason's Branck, Macon Co., N. Carolina, Gahnit in dunkelgrünen Kristallen [111] oder [111], [110] von 3 mm bis 1½ cm Kantenlänge (W. E. Hidden und J. H. Pratt, Amer. Journ. of Sc. 1898). — Auf der Canton-Grube bei Savannah in Georgia dunkellauchgrüne glasglänzende Kristalle [111] [110] (Genth, Sillim. Americ. Journ. 1862 und N. Jahrb. f. Min. 1862, 62). Gahnit mit Beryll, Granat und Chrysoberyll von Haddam, Connecticut (G. Leonhard, N. Jahrb. f. Min. 1847, 818).

- h) Brasilien. In den diamantführenden Sanden der Prov. Minas Geraes abgerundete hanfkorngroße Stückchen oder kleine Kriställchen [111] [110]; letztere Form parallel zur Oktaederkante gestreift. Glasglänzend mit gelblicher, bläulicher oder grünlicher Farbe. Bei Kerzenlicht erscheinen einige tiefrot, andere blaßgrau mit einem Stich ins Rötliche, andere ändern im Kerzenlicht ihre Farbe nicht. Das spezifische Gewicht der ersteren ist 4.56, das der zweiten Art 4.54, das der dritten 4.52. Vor dem Lötrohr schmilzt das Mineral nicht, verliert aber seine Farbe, welche es jedoch beim Erkalten wieder annimmt. Gegen Säuren unempfindlich, löst sich aber mit roter Farbe in Kaliumbisulfat (Damour, Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1878).
- i) Indien. Unregelmäßige schwarze Knollen von Dysluit in Gängen eines Korund führenden Feldspatgesteins von Padigur, Distrikt Corinbutore. Dichte 3·95—4·17 (R. R. Simpson, Rec. of the Geol. Surv. of India 1910 und R. D. Oldham, Ebenda 1877, 30, 129).
- k) Australien. Gahnit auf einem Gang im Granit zwischen der Great Northern und der Bolivian Railway, N. S. Wales; dunkelbläulichgrün, undurchsichtig, Gew. 3.56 (D. A. PORTERI, Journ. and Proc. of the Roy. Soc. of N. S. Wales 1888).

Analysen. Die Formel ZnAl₂O₄ gibt: 55.78 Al₂O₃, 44.22 ZnO.

ABICH fand (1831) für Gahmit von Fahlun: I. — Für Gahnit von der Hill Mine fand G. Brush (1871): II. — Gahmit von Rowe, Dana (1885): III. — Gahnit von der Mica Mine, Genth (1882): IV. — Gahnit von Mason's Branck, W. E. Hidden und J. H. Pratt (1898): V. — Gahnit von der Canton Grube, Genth (1862): VI. — Gahnit von Tiriolo, Lovisato (1878): VII. — Kreittonit von Bodenmais, Kobell (1851): VIII. — Dasselbe Vorkommen, Krauss (1890): IX. — Dysluit von Sterling, Thomson (1837): X.

	ZnO	FeO	MnO	MgO	Al ₂ O ₃	$\mathrm{Fe_2O_8}$	Summe	Sonstiges
Í.	30.02	5.85		5 • 25	55.14		100.10	SiO ₂ 3.84
II.	39.62	A-	1.13-	0.13	49.28	8.58	99.31	SiO, 0.57
III.	36.92	3.37	-	1.93	54.83	3.06	100.64	SiO2 0.53
IV.	38.03	1.14	0.29	0.79	54.86	4.50	99.97	CuO 0.36
V.	27.44	7.78	-	.3.30	61.09	4	99.61	
VI.	30.27	3.01	0.20	3 · 22	53.37	6.68	100.35	SiO ₂ 2·37 CuO 1·23
VII.	21.28	4.53		12.34	63.64		102.14	Sb, O, 0.35
VIII.	26.72	8.04	1.45	3.41	49.73	8.70	98.05	200
IX.	27.44	14.79		2.64	48.40	7.45	100.72	7
X.	16.80	41.95	7.60	THE ST	30.49		99.80	SiO, 2.96

4. Manganspinell. MnAl₂O₄.

Ist streng genommen kein Mineral, da er bisher nur in Schlacken beobachtet wurde.

J. Krenner fand (Groths Ztschr. 1907, 43, 473) in der Schlacke des die manganreichen Eisenerze im Arader Comitat verarbeitenden Hochofens bei Mengháza oktaedrische Kristalle von 0.5-2.5 mm Größe zuweilen mit schmalen Facetten von {110}; selten Zwillinge.

Farbe gelblichbraun, zimtbraun, oder auch hyazinthbraun, stark glänzend, durchsichtig.

Ohne Spaltbarkeit. Härte 7. Spez. Gew. 4.050.

In der Bunsenflamme schmelzen selbst die kleinsten Splitter nicht; Salz-, Salpeter- und Schwefelsäure sind ohne Wirkung; in der Boraxperle starke Mn-Reaktion, indem die Perle von geringer Menge der Probe rötlichgelb, von etwas mehr hyazinthrot und von noch größeren Zugaben koloquinrot gefärbt wird. Die Sodaprobe zeigt ebenfalls kräftige Manganreaktion, indem diese bei ganz geringer Zugabe des Materials sich dunkel smaragdgrün färbt.

Der Manganspinell hat sich früher ausgeschieden, als die ihn umgebende emailartige Schlacke. Die Schlacke zerfällt bei der Behandlung

mit Flußsäure, wobei der Spinell bloßgelegt wird.

Analyse der von Krenner beschriebenen Kristalle nach J. Loczka, Grotes Ztschr. 1907, 43, 571:

Al₂O₃ 49·52, Fe₂O₃ 1·83, Mn₂O₃ 11·18, MnO 32·14, MgO 4·63, CaO 0·22, SiO₂ 1·29,

also ungefähr

45 MnO, 12 MgO, 50 Al₂O₃, 7 Mn₂O₃;

es liegt demnach hauptsächlich MnO und Al₂O₃ vor und die Kristalle sind als Manganspinell zu bezeichnen.

J. Beckenkamp.

5. Magnesioferrit. MgFe₂O₄.

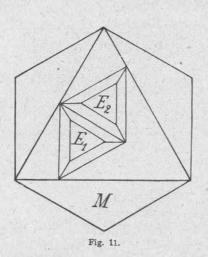
Schwarz gefärbte Oktaeder. Spez. Gew. 4.6.

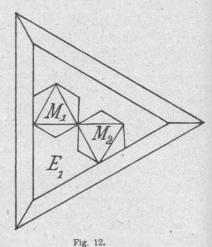
Oktaedrische Kristalle, z. T. Zwillinge nach (111), sind Eisenglanzblättchen so eingeschaltet, daß deren Basis parallel den Oktaederflächen des Magnesioferrits liegt und zugleich die zweizähligen Achsen beider Mineralien parallel sind (G. vom Rath, Ztschr. d. d. geol. Ges. 1873, 25, 108). An einer ausgezeichneten Gruppe vom Vesuv fand G. vom Rath dann später (N. Jahrb. 1876, 386), daß die Eisenglanztäfelchen in acht verschiedenen Stellungen, nämlich zu je zweien in bezug auf jede Oktaederfläche vorhanden waren; es ist (0001) o P des Eisenglanzes parallel zu (111) des Magnesioferrits, außerdem die Kante (0001):(1011) 90° und 270° geneigt zu den Oktaederkanten; dabei werden auf jeder Oktaederfläche nur diejenigen Eisenglanztäfelchen deutlich sichtbar, welche ihr nicht parallel gehen.

Demgegenüber hält Scacchi (N. Jahrb. 1876, 637) ein anderes Verwachsungsgesetz für wahrscheinlicher, welches aber in den Winkelwerten analoger Flächen so wenig von den vom Rathschen abweicht, daß eine Entscheidung durch Messung nicht möglich ist. Zudem hat Bücking (Groths Ztschr. 1877, 1, 575) Magnetit in regelmäßiger Verwachsung mit Eisenglanz beobachtet, wobei der Magnetit in der Eisenglanztafel so eingesenkt war, daß (111) parallel zu (1001) und eine Oktaederkante

senkrecht zur Kante (0001):(1011) lag, eine Orientierung, welche dem vom Rathschen Verwachsungsgesetze entspricht.

Die Anzahl der Stellungen, in welchen ein Mineral auf einem anderen orientiert aufgewachsen vorkommt, gestattet einen Schluß auf das Altersverhältnis der beiden Komponenten. Wenn der Eisenglanz auf jeder Oktaederfläche des Magnesioferrits M (Fig. 11) in zwei nach (0001) hemitropen Stellungen, nämlich E_1 und E_2 vorkommt, so gehorcht er damit der Symmetrie der Fläche (111). Wenn jetzt auf der basischen Endfläche des Eisenglanzes wieder Magnesioferrit nach demselben Gesetze aufgewachsen wäre, müßte letzterer ebenfalls in zwei nach (111) hemitropen Stellungen erscheinen; z. B. auf E_1 in den Stellungen M_1 und M_2 (Fig. 12), da dies die Symmetrie der Basis des Eisenglanzes fordert.





Sind nun aber die Magnesioferritkristalle nicht nach (111) verzwillingt, dann werden sie nicht gleichzeitiger Entstehung mit dem Eisenglanz sein, sondern älter (O. Mügge, N. Jahrb. 1903, Beil.-Bd. 344 u. ff.).

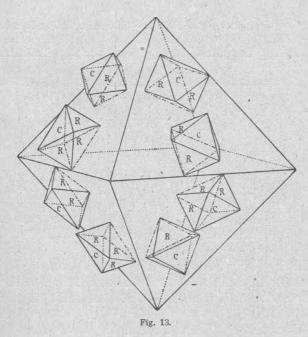
Nach Beijerinck (N. Jahrb. 1898, Beil.-Bd. 11, 455) guter elektrischer Leiter. Aus Sintermagnesit hergestellte feuerfeste Magnesitziegel bestehen nach F. Cornu (C.-Bl. 1908, 306) zum größten Teil aus Periklas und aus Kriställchen {111}, {100}, welche dieser als Magnesioferrit anspricht.

Historisches. Scacchi beschrieb (Mem. sul incond. Vesuv d. mero di Maggio 1855) bei der Eruption des Vesuvs zuerst beobachtete oktaedrische Kristalle, welche teilweise oder gänzlich aus regelmäßig angeordneten Täfelchen von Eisenglanz bestehen. Er beschrieb außerdem regelmäßige Verwachsungen von Eisenglanz mit oktaedrischen Kristallen, die er für Magnetit hielt. Auf den Flächen des Oktaeders erheben sich zahlreiche mit den Kanten des Oktaeders parallele hervorragende Linien; es sind dies die Ränder von tafelförmigen Kristallen, welche das Innere

der oktaedrischen Kristalle durchsetzen und stets parallel einer Oktaederfläche liegen.

Rammelsberg (Mineralchemie 2. Aufl. S. 133) wies nach, daß die Oktaeder nach Abscheidung der Eisenglanztäfelchen aus Magnesia und Eisenoxyd in dem einfachen Verhältnisse MgO, Fe₂O₃ bestehen. Für diese neue Spezies der Spinellgruppe schlug er den Namen Magnoferrit vor.

G. Leonhard (N. Jahrb. 1876, 386) fand, daß eine Kombinationskante zwischen der Basis und dem Hauptrhomboeder des Eisenglanzes parallel mit einer Höhenlinie einer Oktaederfläche stehe, oder was dasselbe bedeutet, daß diese Kombinationskante des Eisenglanzes senkrecht stehe zu einer Oktaederkante des Magnesioferrits (Fig. 13). Für jede Oktaederfläche sind also zwei Lagen der Eisenglanzkristalle möglich, von



welchen die eine gegen die andere um $180^{\,0}$ um die Normale zu der betreffenden Oktaederfläche gedreht ist.

Vom Rath formuliert dann das oben angegebene Gesetz.

Vorkommen. a) Siiddeutschland. Knop (Der Kaiserstuhl im Breisgau 1892, S. 17) beschreibt Magnesioferrit aus dem Kalkstein von Schelingen im Kaiserstuhl.

b) Italien. Unter den Sublimationsprodukten der Bocca am Fuße des Vesuvkegels, durch welche die Laven von 1855 zur Eruption gelangt sind, ferner unter den Sublimationsprodukten einer Bocca der Somma, welche "fosso di Cancherone" genannt wird (А. Scacehi, N. Jahrb. 1888, 133). Am Ätna Verwachsungen kleiner rhomboedrischer Kristalle mit großen regulären Oktaedern; am ausgezeich-

netsten am Vulkan der Insel Ascension (G. Leonhard, N. Jahrb. 1876, 386). Oktaeder von matter, graublauer Farbe als Kruste einer Schlackengrube zwischen S. Vincenzo und S. Bartolo am Stromboli; die Oktaeder oft stark verzerrt. Gew. 4.998 bis 5.247 (A. Bergeat, N. Jahrb. 1897, II, 109). Der Magnesioferrit vom Stromboli ist schwach, der Eisenglanz stark reflektierend (J. Königsberger, C.-Bl. 1908).

- c) Frankreich. Unter den schwarzen, glänzenden, früher von Gonnard (1885) als Martit betrachteten Oktaedern des Puy de Dôme fand A. Lacroix (Bull: d. l. soc. fr. d. min. 1892, 15, 11) bei Cuzeau durch Sublimation entstandene Verwachsungen, wie er vermutete, von Magnetit mit Eisenglanz, die aber wegen ihres hohen Mg-Gehaltes wohl als Verwachsungen von Magnesioferrit mit Eisenglanz zu betrachten sind.
- d) Atlantischer Ozean. Nach G. Leonhard (N. Jahrb. 1876) kommen dieselben Verwachsungen kleiner rhomboedrischer Eisenglanzkristalle mit großen Oktaedern von Magnesioferrit wie am Ätna, am Vulkan der Insel Ascension vor.

Analysen.

Der Formel MgFe₂O₄ entspricht 20MgO, 80Fe₂O₃. — Rammelsberg fand für Magnesioferrit vom Vesuv 20MgO, 80Fe₂O₃. — E. Hugel (Inaug.-Diss. Freiburg i. B. 1912 und N. Jahrb. 1913, I, 200) für Magnesioferrit von Schelingen:

	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	Al_2O_3	MgO	MnO	Unlösl.	Summe
I.	1.13	61.96	18.86	6.49	6.64	3.50	1.12	99.70
II.	1.49	61.95	18.58	6.64	6.84	3.31	1.08	99.89
Mittel	1.31	61.95	18.72	6.57	6.74	3 · 40	1.10	99.79

J. BECKENKAMP.

6. Ferroferrit, Magnetit, Magneteisen. FeFe2O4.

Regulär holoedrisch, jedoch kommen auch ausgezeichnet tetraedrisch ausgebildete Kristalle, z.B. bei Essex Cty (N. York), vor (vgl. auch S. 58 und 59).

Eine Übersicht über die bis zum Jahr 1888 bekannten Flächenformen gibt L. Brugnatelli, s. Tabelle S. 35 (Groths Ztschr. 1888, 14, 247).

R. Scheibe (Ztschr. d. d. geol. Ges. 1888, 14, 622) fügte noch hinzu die beiden Formen $|432| 20\frac{4}{3}$ und $\{11.9.7\} \frac{1}{7^1} O \frac{1}{9}$ vom Berg Blagodat und H. P. Whitlock (N. Y. St.-Mus. Bull. 1910) das Ikositetraeder |711| 7O7. Mit Ausnahme von |971| und |21.7.5| gehören alle 48-Flächner zu den "isogonalen", bei welchen die sechs an einer hexaedrischen Ecke zusammenstoßenden Kanten gleich sind, und deren Zonenachse l[112] ist. Sie haben das Millersche Zeichen $|\{h, \frac{h+l}{2}, l\}|$ und das Naumannsche Zeichen $|\{h, \frac{h+l}{2}, l\}|$

Habitus. Gewöhnlich herrscht das Oktaeder, seltener das Rhombendodekaeder vor; letzteres ist meist nach den langen Diagonalen gestreift; noch seltener ist {100} allein, oder vorherrschend entwickelt. — Nach Morozewicz (Min. petr. Mitt. 1899, 18, 90) bilden sich Rhombendodeka-

	Fundort	Beobachter		Fundort	Beobachter
0{111} 0	überall		k {522} $\frac{5}{2}$ O $\frac{5}{2}$	Scalotta	CATHREIN
d{110} ∞ O	fast überall		p {722} 1 0 1	Achmatowsk	Pictorsky
c {100} o 0 o	Kraubat (Steier-	Moss	P {533} \(\frac{5}{3} \) O \(\frac{5}{3} \)	Rothenkopf	BRUGNATELLI
	mark)		l {944} 9 0 9	Scalotta	CATHREIN
	Zweigler	BREITHAUPT	j {511} 5 0 5.	Rothenkopf	BRUGNATELLI
	Wildkreuzjoch	KENNGOTT	h (611) 6 0 6	?	DES CLOI-
	Latium	STRÜVER			ZEAUX
	Vesuv	MONTICELLI	N{10.1.1}10 O 10	Zweigler	BREITHAUPT
		u. Covelli	M{16.1.1}16 O 16	Zweigler	BREITHAUPT
	Achmatowsk	v. Кокsсна-	α {221} 2 0	Zillertal	HARTMANN
		ROW	β {331} 3 0	Rothenkopf	BRUGNATELLI
	Neu Seeland	GLADSTONE	γ {553} 5 O	Vesuv	A. Scacchi
	Grafschaft	LEONHARDT	g {310} ∞ 03	Monte Soma	STRÜVER
	Orange (N. York)			Latium	STRÜVER
	Rothenkopf	BRUGNATELLI	7.10 2.70	Wildkreuzjoch	BRUGNATELLI
n {211} 2 O 2	Kaiserstuhl	BREITHAUPT	m {510} ∞ 0.5	Rothenkopf	BREGNATELLI
	Traversella	QUENSTEDT	$f\{530\} \propto O_{\frac{5}{3}}$	Scalotta	CATHREIN
	Vesuv	STRÜVER	e {970} ∞ O 9/7	Scalotta	CATHREIN
	Mussa Alp	LEONHARDT	$x \{15.1.0\} \infty 0 15$	Rothenkopf	BRUGNATELLI
	Latium	STRÜVER	$s \{321\} 3 O \frac{3}{2}$?	Brooke und
	Rhymphisch-	KENNGOTT			MILLER
	wäng (Zermatt)			Traversella	STRÜVER
- 11 A A A	Scalotta	CATHREIN	R {432} 2 $O \frac{4}{3}$	Berg Blagodat	JEROFEJEW
	Rothenkopf	BRUGNATELLI	$V\{543\}\frac{5}{3}O\frac{5}{4}$	Oberhollers-	BRUGNATELLI
i{311} 3 O 3	Norwegen	Lévy		bachtal	
11 12 31	Traversella	HARTMANN	$r\{654\}\frac{3}{2}O\frac{6}{5}$	Berg Blagodat	JEROFEJEW
	Stoffelskuppc	v. Kobell	$v\{13.11.9\}\frac{13}{9}O\frac{13}{11}$	Oberhollers-	BRUGNATELLI
ma and	(SachsWeimar)			bachtal	
ALMANDA DE	Wildkreuzjoch	KENNGOTT	$x \{531\} 5 O_{\frac{5}{3}}$	Vesuv	A. Scacchi
- 10,80	Frederiksvärn	GROTH		Achmatowsk	v. Korscha-
	Monte Mulatto	v. Zepharo-			ROW
		VICH		Latium	Strüver
112 / 128	Latium	STRÜVER		Monte Mulatto	v. Zepharo-
A STATE OF THE PARTY OF THE PAR	Vesuv	A. Scacchi			VICH
A Part Control	Achmatowsk	v. Kokscha-		Scalotta	CATHREIN
COLUMN TO SERVICE	Chair Lave	ROW	y {971} 9 O 9	Scalotta	CATHREIN
	Scalotta	CATHREIN	$x\{21.7.5\}$ $\frac{21}{5}$ 0 3	Achmatowsk	v. Кокесна-
10 2 20 10	Rothenkopf	BRUGNATELLI			ROW
$q \{322\} \frac{3}{2} O \frac{3}{2}$	Rothenkopf	BRUGNATELLI			

eder in Schmelzen, welche reich an Fe₂O₃ und FeO sind; nach B. J. Harrington (Min. Mag. 1907, 14, 273) dagegen besteht keine Beziehung zwischen der chemischen Zusammensetzung des Magnetits und seiner Flächenbildung. In den eisenreichen Ergußgesteinen oft zierliche Kristallskelette und Körner bis zu feinsten Stäubchen. Die mikroskopischen

3*

Kriställchen sind oft nach einer Hauptachse zahlreich aneinander gewachsen.

Sehr häufig Zwillinge nach dem Spinellgesetz, bisweilen in mehrfacher Wiederholung unter meistens starker Verkürzung der Einzelindividuen in der Richtung der Zwillingsachse. — Polysynthetische Zwillingsbildung wurde von A. Cathrein (Groths Ztschr. 1887, 12, 47) und von O. Mügge (N. Jahrb. 1889, I, 231) beschrieben. Die Zwillingslamellen, welche sich häufig nur durch Absonderungsstreifen zu erkennen geben, treten nach kurzem Ätzen mit heißer Salzsäure deutlicher hervor. Es scheint die polysynthetische Zwillingsbildung beim Magnetit durch Druck hervorgerufen zu werden und soll feine hohle Kanäle zur Folge haben, welche das Fortschreiten der Ätzung nach den Oktaederkanten und nach Cathrein Einlagerung von Rutilnadeln veranlassen (Groths Ztschr. 1884, 8, 226).

Regelmäßige Verwachsungen von Magnetit mit Eisenglanz wurden zuerst von Haidinger (Pogg. Ann. 1827, 11, 188) erwähnt; er beobachtete, daß Eisenerze von Brasilien aus einer großen Zahl kleiner Kristalle bestanden, welche den Kristallen des Eisenglanzes ähnlich waren. Ähnliche Bildungen beschrieb Haidinger aus Sibirien und vom Vesuv, Scacchi aus dem Fosso di Cancherone; Rammelsberg wies jedoch nach (Pogg. Ann. 1858, 104, 542), daß hier Verwachsungen von Fe₂O₃ mit MgFe, O4 vorliegen (vgl. S. 31). — An einer im Besitz des Herrn G. Seligmann (Coblenz) befindlichen Stufe von der Alp Lercheltini im Binnental fand H. Bücking (Groth's Ztschr. 1877, 1, 575) auf Gneis aufgewachsen neben einem großen Rutilkristall einen etwa 8 mm breiten und 4 mm dicken Eisenglanzkristall, aus dessen Basis ein 5 mm breites stark glänzendes Oktaeder von Magneteisen herausragt. Die aus dem Eisenglanzkristall heraustretende Oktaederfläche ist parallel der Basis des Eisenglanzes, und die Oktaederkanten sind parallel den Zwischenachsen des Eisenglanzes.

E. S. Dana (Syst. d. Min. 1892, 619) vermutet, daß dunkelbraune Einschlüsse, welche im Glimmer öfter parallel den Druck- und Schlaglinien eingelagert sind, Magnetitkriställchen seien, welche parallel mit einer Oktaederfläche der Spaltungsfläche und mit einer Oktaederkante parallel jenen Linien orientiert seien. Nach Lacroix (Bull. soc. fr. d. min. 1891, 14, 314) ist Biotit von Menet (Cantal) mit Magnetit so verwachsen, daß die Spaltflächen des ersteren den Oktaederflächen, außerdem der Umriß des Glimmers Oktaederkanten parallel geht.

Nach Breithaupt (Journ. f. Chem. u. Phys. von Schweigger 1829, 55, 312) lagern sich Chloritblättchen auf Oktaederflächen von Magnetit von Fahlun derart, daß die Oktaederkanten den Kombinationskanten von Basis und Rhomboeder parallel gehen.

F. Becke (Min. petr. Mitt. 1885, 7, 233) gibt an, daß Magnetitoktaeder von Pfitsch mit Tafeln von Titaneisen erfüllt sind, welche parallel der Oktaederfläche liegen. Dieselbe Verwachsung wird auch vielfach mikroskopisch in Gesteinen beobachtet, so von A. Cathrein (Groths Ztschr. 1886, 12, 40) in Chloritschiefern, von anderen Autoren in Gabbrogesteinen; G. LATTERMANN fand sie im Nephelinbasalt vom Katzenbuckel. Löst man den Magnetit durch HCl auf, so bleibt ein Netzwerk von z. T. durchsichtigen braunen Lamellen von Titaneisen übrig, die sich in Schnitten nach (111) unter 60° und in Schnitten nach (100) unter 90° schneiden. Verwachsungen von Rutil mit Magnetit beschreibt G. Selig-MANN (GROTH'S Ztschr. 1877, 1, 340 u. 1885, 9, 420, naturh. Ver. f. Rheinl. usw. 1882) von der Alp Lercheltini im Binnental (Schweiz). Die Rutilnadeln sind so angeordnet, daß ihre vertikalen Kombinationskanten parallel sind mit den Kanten der vorherrschenden Oktaederfläche, und daß eine Fläche des Prismas (100) von Rutil der gleichen Oktaederfläche parallel liegt. — Dieselbe Verwachsung beschreibt A. Cathrein (Groth & Ztschr. 1886, 12, 47) aus chloritischen Strahlsteinschiefern von Alpach und Wildschönau in Tirol. O. MÜGGE (N. Jahrb. 1889, I, 246) bringt diese Anordnung in Beziehung zu der wahrscheinlich durch Gebirgsdruck bedingten Zwillingslamellierung und damit zusammenhängenden Kanälen. - In derben titanhaltigen Magnetitpartien aus brasilianischen Gesteinen fand E. Hussak (N. Jahrb. f. Min. 1904, I, 94) unlösliche Interpositionen von Zirkon, Korund und Monazit bei sauren, von Perowskit, Eisenspinell, Baddeleyit, Anatas und Pyrochlor bei basischen Gesteinen; er ist der Ansicht, daß der Ti-Gehalt des Titanomagnetits von eingeschlossenen fremden Mineralien herrührt, der Titanomagnetit also kein selbständiges Mineral sei.

J. Fr. WILLIAMS (N. Jahrb. f. Min. 1887, 5. Beil.-Bd. 429) beschreibt nach (111) tafelförmigen Magnetit vom Monte Amiata in Toscana, dessen

Fläche (111) parallel zu einer Fläche von Hypersthen geht.

G. Nordström (Geol. Förh. 4; Groths Ztschr. 1880, 4, 526) fand in einer Eisengrube in Norberg stark glänzende Magnetitoktaeder, deren Inneres aus Buntkupfererz bestand; in anderen fand er wiederholten Wechsel parallel zu den Oktaederflächen von Schalen aus Magnetit und aus Buntkupfererz; einzelne Kristalle dieses Fundortes bestanden nur aus Magnetit, andere nur aus Buntkupfererz.

Der Magnetit der Eruptivgesteine ist oft stark titanhaltig, indem er entweder von sehr feinen Rutilprismen oder von Ilmenitlamellen durchzogen ist; möglich wäre auch eine isomorphe Vertretung des $\operatorname{Fe}_2\operatorname{O}_3$ durch FeTiO_3 . Das Titanmagneteisenerz in basaltischen Gesteinen hat einen ausgezeichneten muscheligen Bruch und glasähnliches Aussehen; es wird als "Trappeisenerz" oder als "schlackiges Magneteisen" bezeichnet. Titanhaltige Magnetite führen im allgemeinen auch etwas Vanadium (im Mittel $\operatorname{TiO}_2\colon \operatorname{V}_2\operatorname{O}_5=28:1$) (F. J. Pope, Berg- u. hüttenm. Ztg. 1899, 58).

N. HARTLEY und H. RAMAGE (Journ. Chem. soc. 1897, 71) fanden spektroskopisch in allen Magnetiten außer Eisen: Na, K, Ag, Cu, Ca, Ga, Mn; in einigen auch Pb, Ni, Rb, In. Sehr oft ist Magnetit gemengt

mit Hämatit, Chromit, Ilmenit, Chalkopyrit, Quarz, Calcit, Granat, Pyroxen, Amphibol u. a.

Spez. Gew. 4.9-5.2.

Bruch muschelig bis uneben; Joh. Lehmann (Groths Ztschr. 1886, 11, 610) erhielt durch "Schrecken", d. h. durch starkes Erhitzen und rasches Abkühlen in kaltem Wasser, unregelmäßige Risse, welche den Flächen des Hexaeders und des Granatoeders folgten.

Eigentliche Spaltbarkeit fehlt, aber schalige Absonderung nach 111) ist in hohem Grade entwickelt (J. Strüver, Groths Ztschr. 1878, 2, 480, A. Cathrein, ebenda 1887, 12, 47 u. O. Mügge (N. Jahrb. 1889, I, 244).

Gleitung. Anni Grühn (N. Jahrb. f. Min. 1918, 99) brachte Platten von $^1/_2$ —2 mm Dicke und 3—5 mm Durchmesser, in Schwefelpulver eingebettet, in Stahlhohlzylinder und preßte mit einem genau in den Zylinder passenden Stempel in der hydraulischen Presse. Der senkrecht zur angeschliffenen Fläche gerichtete Hauptdruck wurde innerhalb einer Stunde von 0 bis 20000 oder 30000 Atmosphären gesteigert. Danach wurden Zwillingslamellen nach einer Gleitfläche $K_1 = (111)$ beobachtet, wobei eine der drei Flächen (11 $\overline{1}$), ($\overline{111}$), ($\overline{111}$) als zweite Kreisschnittebene K_2 zugeordnet war. Die Höhenlinien der Oktaederflächen bilden die Gleitrichtungen. Es liegt hier also eine Gleitfläche vor, auf der eine Deckachse senkrecht steht, so daß mehrere Gleitrichtungen, sowie mehrere zweite Kreisschnitte gleichwertig sind. Das Transformationsschema für eine Schiebung nach $K_1 = (111)$ mit $K_2 = (11\overline{1})$ lautet, wenn eine Fläche (hkl) in h'k'l' übergeht:

$$h': k': l' = (-h + k + 2l): (h - k + 2l): (h + k).$$

Fast alle Platten zeigten starke Verbiegungen, welche wahrscheinlich von Translationen herrühren, deren Ebene und Richtung nicht ermittelt werden konnte.

Das Raumgitter des Magnetits ist dem der übrigen Spinelle gleich (vgl. S. 9). Ein flächenzentriertes kubisches Gitter kann durch Schiebung nach $K_1 = (111)$ mit $K_2 = (11\overline{1})$ in sich deformiert werden; aber es können weder die sämtlichen Fe- noch die O-Atome geradlinige Wege parallel der Gleitrichtung zurücklegen; bestände der Magnetit aus Atomkomplexen $\ddot{F}e_2\ddot{F}e_4O_8$, so könnten sich die Schwerpunkte dieses Komplexes bei der Schiebung geradlinig in der Gleitrichtung fortpflanzen. A. Grühn hält es aber für wahrscheinlicher, daß die Atome sich auf Bahnen bewegen, welche nicht die Vorstellung zulassen, bestimmte Punkte zwischen den Massenteilchen verschöben sich geradlinig in der Gleitrichtung.

Härte 5.5—6.5 (Монs).

F. Pfaff (Sitzungsber. d. bayr. Akad. 1883) ließ eine Diamantschneide 100 oder 1000 mal unter gleichbleibendem Druck über die Kristallfläche gleiten und wog den Kristall vor und nach dem Hobeln. Der GewichtsFerroferrit.

verlust gibt ein Maß für die Härte bezüglich der Richtung, in welcher die Schneide bewegt wurde. Zur Bestimmung der mittleren Härte einer Kristallfläche wird vermittelst einer Kurbel eine belastete Diamantschneide um eine zur Fläche senkrechte Achse gedreht, so daß die Schneide sich in die Fläche einbohrt. Die Härte der Fläche wird proportional der Zahl der Umdrehungen gesetzt, welche nötig ist, um ein Loch von bestimmter Tiefe zu bohren. Wird die Härte des Specksteins gleich 1 gesetzt, so ist die des Magnetits auf einer Oktaederfläche 22.

Der Magnetit ist spröde.

Metallisch glänzend, eisenschwarz mit Stich ins Bläulichschwarze bei starkem reflektiertem Licht; undurchsichtig, aber in feuchtem Pulver bei starker Vergrößerung nach H. Fischer rot bis rotbraun durchscheinend.

Die Dispersionskurve des Kerr-Effektes zeigt ein Maximum, einen Inversionspunkt, bei welchem sich der Drehungssinn ändert, und wahrscheinlich auch ein Minimum.

Brechungsindices n und Extinktionskoeffizienten \varkappa für die verschiedenen Wellenlängen λ nach St. Loria und C. Zahrzewski (Anz. d. Ak. d. Wiss. Krakau 1910):

- l	n	×
489 μμ	2.46	0.69
589.6	2.42	0.55
665.5	2.45	0.50

Das Verhalten gegen Röntgenstrahlen und die Atomanordnung vgl. S. 8.

Elektrisches Verhalten. Aus einem Magnetitkristalle von Nordmarken wurden von H. Bäckström (Öfvers K. Vet. Akad. Förh. 1888. Auszg. Groths Ztschr. 1890, 17, 424) zwei Stäbe geschnitten, einer parallel der Würfel-, der andere parallel der Granatoedernormalen. Der auf 1 cm Länge und 1 qmm Querschnitt reduzierte elektrische Widerstand wurde bei 40° für beide gleich 0·516 gefundep. Bei Temperaturzunahme nimmt der elektrische Widerstand langsam ab. Das Verhalten des Magnetits bezüglich der elektrischen Leitfähigkeit ist also isotrop, nicht aber bezüglich der hydroelektromotorischen Kraft beim Kontakt zwischen verschiedenen Kristallflächen und einem Elektrolyten. Zwischen zwei ungleichwertigen, daher von der Flüssigkeit in verschiedener Weise angegriffenen Flächen entsteht eine Potentialdifferenz und infolgedessen, sobald die beiden mit verschiedenen Flächen in die Flüssigkeit eintauchenden Stücke leitend verbunden werden, ein Strom (Bäckström).

J. Weiss fand die thermoelektrische Kraft des Magnetits gegen Kupfer für 1 $^{\circ}$ C. gleich $+6\cdot10^{-5}$, so daß also der Strom an der wärmeren Lötstelle zum Kupfer fließt.

Während die von Bäckstrom beobachtete Zunahme der elektrischen

Leitfähigkeit mit der Temperatur auf elektrolytische Leitfähigkeit deuten könnte, fand C. Doelter (Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien 1910) sowohl bei gewöhnlicher als bei sehr hoher Temperatur nur Elektronen-leitung.

Magnetismus. Magnetit wird vom Magneten angezogen; aus einem Magnetit enthaltenden pulverisierten Gemenge läßt sich derselbe mit einer magnetisch gemachten Messerspitze oder Präpariernadel leicht ausziehen. Nach A. L. Hollt (Ann. d. Phys. 1878, 5, 169) nimmt Magnetit einen permanenten Magnetismus an, der auch bei stärkeren magnetisierenden Kräften jenen des glasharten Stahls nahe $1\frac{1}{2}$ mal übertrifft. Der Magnetit gehört also wie das Eisen zu den stark magnetischen, ferromagnetischen Körpern.

A. Abt (ebenda, 1892, 45, 80) fand für das Verhältnis zwischen dem permanenten Magnetit von Morovicza und jenem des glasharten Stahls den Wert 1.82, bei einem Exemplar sogar 2.21. Ein 1008 g schwerer Magnetit ließ nach Abt den Anker erst bei einer Belastung von 2730 g fallen.

Erhitzt man Magnetit auf Rotglut (etwa 575°), so erlischt dessen Fähigkeit, vom Magneten angezogen zu werden. Beim Abkühlen erhält er diese Eigenschaft wieder (FARADAY, Ann. d. Phys. 1836, 37, 423).

Nach F. Rinne (C.-Bl. 1902, 294) nimmt die Magnetisierbarkeit des Magnetits mit wachsender Temperatur zunächst allmählich zu, dann jedoch plötzlich und sehr stark ab; bei sinkender Temperatur treten rückläufige Erscheinungen ein.

Hornstein (N. Jahrb. f. Min. 1886, I, 253) fand an Magnetikristallen von Zermatt an allen Oktaederecken Nordmagnetismus, so daß er den Eindruck hatte, die Kristalle seien aus sechs Magneten zusammengesetzt, deren gemeinsamer Südpol in der Mitte liege; er fand aber dann, daß die Kristalle nur dann an den Ecken den Nordmagnetismus zeigen, wenn sie von oben der Magnetnadel genähert werden; geschieht die Annäherung von unten her, so zeigt das obere Ende Südmagnetismus. Die Kristalle werden also "durch den Erdmagnetismus influiert, momentan und vorübergehend polar magnetisch".

Namentlich etwas angewitterte Stücke von Magnetit besitzen permanenten polaren Magnetismus.

Die magnetische Erregbarkeit sollte beim Magnetit wegen seiner Zugehörigkeit zur regulären Syngonie unabhängig von der Richtung, der Magnetit also magnetisch isotrop sein. P. Weiss (Journ. d. phys. 1896, 5) untersuchte Stäbe aus Magnetit, deren Längsrichtung der vierzähligen, der zweizähligen und der dreizähligen Achse parallel geschnitten waren, und bestimmte die Abhängigkeit der Magnetisierung derselben von der Stärke des magnetisierenden äußeren Feldes. Außerdem untersuchte er Scheiben, welche parallel zu einer Hexaeder-, zu einer Granatoeder- und zu einer Oktaederfläche geschliffen waren, hezüglich der Stärke der Magnetisierung als Funktion der Richtung in einem Felde von kon-

Ferroferrit.

stanter Intensität. Das Resultat einer solchen Versuchsreihe an Stäben aus einem Kristall von Brozzo gibt nachstehende Tabelle:

	Äußeres Feld c. g. s.	Gesamtmagnetismus c. g. s.	Remanenter Magnetismus c. g. s.
	I. Stabachse pa	arallel zur dreizähligen A	chse o[111]
1.	22.9	172.4	49.6
2.	43.3	263.8	61.0
3.	79 - 1	347.0	70.5
4.	146.2	399.0	75.9
õ.	239.3	414.3	75.6
6.	326 • 8	418.2	75.6
7.	436.0	422 • 2	75.2
	II. Stabachse p	arallel zur zweizähligen	Achse d [110]
1.	19.7	162.2	40.5
2.	38 • 4	249.3	50.8
3.	75.0	323.0	58.6
4.	144.5	376.6	63 • 4
5.	238 • 1	392.1	63.7
6.	316.5	403.8	64 • 4
7.	499.6	410 • 1	65.6
	III. Stabachse	par llel zur vierzähligen .	Achse h[100]
1.	18.1	174 • 1	61.6
2.	39.8	233 • 4	74.0
3.	78 • 4	271.3	83.6
4:	151.9	307.5	89.3
5.	251.7	340.6	89.7
6.	342.4	365 • 2	90.6
7.	435 • 6	387.8	89.3

Die Magnetisierung nach der dreizähligen Achse zeigt im allgemeinen den größten, die nach der vierzähligen Achse den geringsten induzierten Magnetismus; den größten Unterschied zeigen die Stäbe bei einer Feldstärke von 150 Einheiten; hier verhalten sich die induzierten Magnetismen:

$$J_h: J_d: J_o = 15:18:19$$
.

Das wichtigste Resultat dieser Versuchsreihe besteht also darin, daß der Magnetit bei Feldstärken über 16 Einheiten im Widerspruch zum Thomsonschen Gesetze magnetisch anisotrop gefunden wurde.

Bei der zweiten Versuchsreihe ergab sich folgendes: Die Richtung der magnetisierenden Kraft lag innerhalb der Scheibenebene; die Scheibe wurde um eine zu ihrer Ebene senkrechte Achse gedreht, während die Richtung der äußeren Kraft konstant blieb. Werden von einem Punkte aus Längen aufgetragen, welche der beobachteten Stärke der Magnetisierung nach der betreffenden Richtung proportional sind, so verhält sich die Gesamtoberfläche der Magnetisierung ähnlich wie die Oberfläche der Dehnungskoeffizienten. Nur die Schnitte parallel zu den Oktaederflächen sind Kreise.

Versuche an Kristallen verschiedener Fundorte zeigten nur sehr geringe Unterschiede.

P. Weiss suchte dieses Beobachtungsresultat durch die Hypothese zu erklären, daß der reguläre Magnetitkristall aus drei Scharen von Lamellen einer magnetischen Substanz gebildet werde, die den Würfelflächen parallel laufend durch nicht magnetische Maschen voneinander getrennt seien. W. Voigt (Nachr. d. Ges. d. Wiss. Göttingen 1900) nimmt an, daß die von Thomson vorausgesetzte Proportionalität der drei Komponenten des influenzierten Momentes mit den Komponenten der magnetischen Feldstärke für stark magnetische Körper keine Gültigkeit habe. Bezeichnen wir mit a, b, c die Komponenten des influenzierten Momentes der Volumeinheit, mit A, B, C die Komponenten der gesamten magnetischen Feldstärke H nach den Koordinatenachsen, so lassen sich für reguläre Kristalle die Beziehungen aufstellen:

$$\begin{split} a &= A \left(k - k_1 \, A^2 - k_2 \, H^2 - k_3 \, A^4 - k_4 \, A^2 \, H^2 - k_5 \, H^4 \, \ldots \right) \\ b &= B \left(k - k_1 \, B^2 - k_2 \, H^2 - k_3 \, B^4 - k_4 \, B^2 \, H^2 - k_5 \, H^4 \, \ldots \right) \\ c &= C \left(k - k_1 \, C^2 - k_2 \, H^2 - k_3 \, C^4 - k_4 \, C^2 \, H^2 - k_5 \, H^4 \, \ldots \right). \end{split}$$

Die Konstanten k, k_1 , k_2 ... haben solche Werte, daß das erste Glied jeder Klammer bei mäßiger Feldstärke die folgenden erheblich überwiegt. So lange also die Feldstärke so gering ist, daß der mit k_1 multiplizierte Ausdruck unberücksichtigt bleiben kann, ist der regnläre Kristall magnetisch isotrop. Bei höherer Feldstärke tritt magnetische Anisotropie ein.

J. Beckenkamp zeigte (Groths Ztschr. 1902, 36, 108), daß aus den Weissschen Zahlenwerten hervorgehe, daß Lamellierung von magnetischen Massen beim Magnetit nicht nach den Würfelflächen, sondern nach den Oktaederflächen stattfinde und hob hervor, daß diese Folgerung auch mit der bekannten Absonderung des Magnetits nach den Oktaederflächen in Einklang stehe, und daß auch beim Hämatit und Pyrrhotin Magnetisierung nur senkrecht zur trigonalen Achse möglich sei. Nach B. Bavink (N. Jahrb. 1904, 19. Beil.-Bd.) sollen bezüglich der Magnetisierbarkeit die trigonalen Achsen sechszählig sein. O. Quittner (Diss. d. Univ. Zürich 1908) fand diese Anisotropie der Oktaederplatten des Magnetits bestätigt, und schließt sich bezüglich der Erklärung dem Resultate von J. Beckenkamp an, indem er Inhomogenität nach den vier Oktaederflächen voraussetzt.

Die Bindungswärme von 3 Fe + 4 O beträgt 265 200 Kalorien (G. Mixter, Americ. Journ. of sc. 1913, 36, 55).

Ferroferrit. 43

Platten von Magneteisen geben genau kreisförmige Isothermen (Senarmont, Ann. d. chim. 1845, 21, 457 und 22, 179).

Vor dem Lötrohr schwer schmelzbar, gibt mit Borax und Phosphorsalz die Reaktion auf Eisen. Ist T_1 der eigentliche Schmelzpunkt, T_2 die Temperatur, bei welcher Dünnflüssigkeit eintritt, so ist nach Doelter (C.-Bl. 1902) für Magnetit $T_1=1195^{\circ}$, $T_2=1210^{\circ}$; A. Brun (Arch. d. s. physi et nat. Genf 1902) fand den Schmelzpunkt eines Kristalls von Zermatt bei 1260°. Der Schmelzpunkt des Magnetits entspricht ungefähr dem des Orthoklases, für welchen $T_1=1145-1157^{\circ}$, $T_2=1180^{\circ}$.

Unter "Kristallisationsvermögen" versteht C. Doelter (C.-Bl. 1913, 608) die Anzahl der in der Volumeinheit während der Zeiteinheit sich bildenden Kristallkeime. Es ist beim Magnetit relativ groß, dagegen ist dessen "Kristallisationsgeschwindigkeit", d. h. das lineare Wachs-

tum in Millimetern pro Minute gering.

Ätzfiguren. F. Becke (Min. petrogr. Mitt. 1885, 7, 200 u. ff.) ätzte Magnetitkristalle (zunächst Oktaeder von Pritsch) mit HCl, H₂SO₄, HNO₃

und KHSO4.

1. Auf Oktaederflächen erhielt er mit HCl fast immer dreiseitige Grübchen, deren Umrisse gegen die der Oktaederfläche gewendet sind. Die Seitenflächen der Grübchen liegen also in der Zone der Triakisoktaeder; es wurden (992)(322) und (522) bestimmt. An Gelatineabdrücken der Ätzfiguren beobachtet man bei scharfer Einstellung auf die Spitze derselben, daß die Kanten in einem schnabelartig schief aufsteigenden Fortsatz auslaufen, welcher der Abguß eines sich in schräger Richtung in den Kristall einsetzenden Kanals zu sein scheint. Solche Kanäle müßten parallel den Oktaederkanten verlaufen, und aus deren Existenz würde sich eine häufig monosymmetrische Gestalt der Ätzfiguren erklären.

Ähnliche dornartige Spitzen beobachtete J. Beckenkamp (1891) am Aragonit und ist geneigt, dieselbe bei diesem Mineral auf eine Lamellierung nach der Basisfläche der betreffenden Anwachspyramiden zurückzuführen (Leitfaden der Krist. 1919, 316). Die benachbarten Lamellen sollen dabei weniger durch eine Homogenitätsgrenze bezüglich der Anordnung der Atomschwerpunkte als bezüglich der Atomorientierung und der damit im Zusammenhange stehenden Atomverkettung voneinander getrennt werden, welche allerdings sekundär auch geringe Änderung in der Anordnung der Atomschwerpunkte nach sich ziehen könnten.

Dei der Ätzung mit $\rm H_2SO_4$ treten beim Magnetit Abstumpfungen der Seitenkanten der Grübchen auf, und zwischen den tiefen Ätzgrübchen liegen dichtgedrängt-flachere Grübchen. Es wurden bestimmt die Flächen (322), (733)(11.4.4), (332), (443). Die Ätzfiguren waren durchgehends monosymmetrisch. Ätzversuche mit $\rm HNO_3$ führten zu ähnlichen Resultaten; $\rm KHSO_4$ gab nur bei sehr kurzer Einwirkung deutliche Ätzfiguren.

2. Auf natürlichen oder künstlichen Granatoederflächen ent-

stehen durch HCl und $\rm H_2SO_4$ sehr kleine, aber tiefe Grübchen, welche von den benachbarten vier Granatoeder- und zwei Oktaederflächen begrenzt werden.

3. Auf Hexaederflächen bringt Ätzung mit HCl dicht gedrängte kleine Ätzhügel hervor, welche von denselben Flächen begrenzt werden

wie die Ätzgrübchen auf (111) und (110).

An einem Kristall wurden ein Paar Flächen (100), zwei Paar Flächen (111) und ein Paar Flächen (110) angeschliffen und die Abstände der parallelen Flächen vor und nach der Ätzung bestimmt; dabei ergab sich z. B. bei einer Beobachtung die Differenz der Abstände in der Richtung der Würfelnormalen 54.7, in der Richtung der Dodekaedernormalen 34.3, in der Richtung der beiden Oktaedernormalen 34.0 und 31.7.

Die "Triakisoktaederzone oder Kantenzone des Oktaeders" ist Hauptätzzone des Magnetits bei Ätzung mit Säuren. Auf den Flächen der Ätzzone (111) und (110) bilden sich Grübchen, auf den außerhalb dieser Zone liegenden Flächen (100) erscheinen Ätzbügel.

Eine Magnetitkugel zeigte nach dem Ätzen an den Stellen, an welchen die Granatoeder- und die Oktaedernormalen austreten, einen Schimmer.

v. Ebner nennt primäre Lösungsflächen diejenigen Ebenen, welche im einfachsten Falle die Ätzfiguren begrenzen; normal zu diesen Flächen besteht also eine Richtung größter Widerstandsfähigkeit gegen die Zersetzung. Die primären Ätzflächen sind stets kristallonomisch bestimmte Flächen; die aus diesen sich entwickelnden Ätzflächen entsprechen jedoch vielfach nicht dem Gesetze der Rationalität der Indices.

Kristalle vom Binnental {111}, {110} zeigen auch natürliche Ätzfiguren, deren Lichtbilder (433)(311) und (310), also die Zone der Ikositetraeder, als Ätzflächen bestimmen lassen, während die künstliche Ätzung mit Säuren auch bei diesem Vorkommen die Triakisoktaeder als

Ätzzone erkennen läßt (F. Becke, Min. petr. Mitt. 1887, 9, 1).

L. Brugnatelli beschreibt (Groths Ztschr. 1888, 14, 243) natürliche Ätzfiguren an Kristallen vom Rotenkopf im Zillertal: Auf (110) liegen Grübchen, welche entweder die Form einer sechsseitigen oder einer vierseitigen Pyramide haben und in den größeren Figuren durch eine Basis abgestumpft werden. Im ersteren Falle laufen zwei Seiten parallel der Kombinationskante (110):(111), während die anderen mit diesen einen Winkel von 103° bilden. Im zweiten Falle haben zwei Seiten gleiche Richtung wie bei den sechsseitigen, und die anderen laufen parallel der Kombinationskante (110):(100). Die kleinsten Ätzfiguren bilden einfache ellipsoidische Vertiefungen, welche in der Richtung der längeren Achse etwas zusammengedrückt sind. Diese Achse ist parallel den Kanten (110):(111). Zuweilen bemerkt man in der Mitte solcher Vertiefungen die vierflächige Pyramide. Während auf den Dodekaeder- und den Triakisoktaederflächen sehr zahlreiche Ätzfiguren auftreten, konnten auf

Ferroferrit. 45

den Oktaeder- und den Ikositetraederflächen keine Spuren von ihnen bemerkt werden.

Chemisches Verhalten. Unter der Einwirkung der Atmosphäre verwittert der Magnetit äußerlich zu ockerigen Eisenhydroxyden und erscheint dann im Dünnschliff von einem rostbraunen Hofe umgeben. — Bei größerem Ti-Gehalt bildet sich um den Magnetit ein strahliger oder körniger Hof von Leukoxen oder Titanomorphit. — Nicht selten wandelt sich Magnetit um in Hämatit. Erhitzt man Kristalle von Magnetit an der Luft im Gebläse 4—5 Stunden lang, so werden sie vollständig in Fe₂O₃ umgewandelt unter Erhaltung der Kristallform, deren Flächen nur rauh werden (Ch. Friedel, C.-Bl. 1894, 118, 1232). Dieses Umwandlungsprodukt wird als Martit bezeichnet. Eiserne Nägel wurden bei dem großen Brande in Hamburg völlig umgewandelt; auf der Oberfläche der hohlgewordenen Nägel saßen eine Menge oktaedrischer Kristalle, aber diese hatten einen roten Strich; das Eisen war also vermutlich erst in Magneteisen und dann in Roteisen umgewandelt (Krantz, Verh. d. niederrh. Ges. zu Bonn 1858).

R. MÜLLER (Min. petrogr. Mitt. 1877) füllte fein pulverisierten Magnetit mit destilliertem Wasser, welches bei $3\frac{1}{2}$ Atmosphären Druck mit CO_2 gesättigt war, in Flaschen. Nach 50 Tagen fand sich im Rückstande des eingedampften Filtrates $0.942\,^{0}/_{0}$ des Magnetits. — Magnetit ist in 20 Gewichtsteilen Labrador bei $1220\,^{0}$ vollkommen löslich (J. Lenarcic, C.-Bl. 1903). — In einer Magnetitschmelze von $1200-1230\,^{0}$ wurden Korund und Quarz nicht angegriffen, dagegen Olivin, Leucit und Orthoklas deutlich korrodiert (C. Doelter, C.-Bl. 1902, 200).

In Stickstoff bis etwa 1500° erhitzter Eisenglanz wandelt sich in eine stark magnetische Masse um. Dieses dem Magnetit jedenfalls sehr ähnliche Desoxydationsprodukt oxydiert sich schon bei geringem Erhitzen wieder zu Eisenglanz. Die Oxydation von natürlichem Magnetit zu Eisenglanz führt in den meisten Fällen zu einer regelmäßigen Orientierung der Eisenglanztäfelchen.

Beim Schmelzen von Magnetit mit saurem schwefelsauren Kali werden nach O. Mügge (Neues Jahrb. f. Min. 1911, 32. Beil.-Bd. 491) die Kristalle nur schwach angegriffen, solange die Schmelze noch wenig freie H₂SO₄ abgegeben hat, bei längerem Erhitzen, nach welchem nur noch wenig freie H₂SO₄ vorhanden ist, sehr stark unter Aufschäumen und Braunfärbung der Schmelze. Manche Platten sehen dann wie gefirnißt aus, andere wie bestäubt. In schräg reflektiertem Licht erscheinen auf jeder Oktaederfläche drei Gruppen von Feldern; jede Gruppe schimmert dann, wenn die Einfallsebene des Lichtes zu einer der drei die betreffende Fläche umgrenzenden Oktaederkanten senkrecht steht. Bei stärkerer Vergrößerung sieht man kleine Lichtpünktchen reihenförmig parallel der betreffenden Oktaederkante angeordnet. Die Würfelflächen liefern Felder, welche dann schimmern, wenn eine Kombinationskante mit der Oktaederfläche zur Einfallsebene senkrecht steht. Die Firnisschicht ergab sich als Über-

zug von Eisenglanz, der sich beim Schmelzen auf der Oberfläche des Magnetits aus diesem gebildet hatte; die Eisenglanzkriställchen liegen also in den einzelnen Feldern parallel, und O. Mügge vermutet, daß auch schon in dem unveränderten Magnetitkristalle Inhomogenitäten vorhanden sind. Er setzt die Möglichkeit voraus, daß Magnetit eine feste Lösung von Fe $_2\mathrm{O}_3$ in regulärem FeO darstelle, und daß die Fe $_2\mathrm{O}_3$ -Partikelchen sich mit ihren Basisflächen jedesmal parallel zu einer der vier Oktaederflächen orientieren.

Ähnliche Erscheinungen wie beim Magnetit beobachtete O. Mügge auch beim Franklinit.

Verdrängungspseudomorphosen von Kupferkies nach Magnetit erwähnt Reuss (N. Jahrb. 1853, 476).

Außer in Brauneisen und Roteisen wird auch Umwandlung von Magnetit in Siderit angegeben, wobei nach Ch. R. van Hise (Monogr. of the U. S. Surv. 1904) eine Volumvermehrung um 101·3 °/0 stattfindet. Der umgekehrte Vorgang, die Umwandlung von Eisenspat zu Fe₃O₄ findet in den Röstöfen statt und wurde auch in der Natur im Kontakt von Eisenspat gegen Basalt an den Eisensteinlagern bei Altenkirchen, von Alte Birke bei Siegen und a. a. O. beobachtet (K. Busz, C.-Bl. f. Min. 1901, 489; G. N. Maier, Groths Ztschr. 1880, 4, 639).

A. Arzruni (Groths Ztschr. 1883, 7, 108) hält es für wahrscheinlich, daß die von E. Döll (Min. petr. Mitt. 1880, 32) beschriebenen Oktaeder von Kupferkies nicht, wie Döll annahm, Pseudomorphosen von Kupferkies nach Cuprit, sondern nach Magnetit seien, wie sie auch aus den Chloritschiefern von Fahlun bekannt sind. Döll hielt auch Gemenge von Kupferkies mit Limonit von Mjedno-Rudjansk (Nižni Tagil) für Pseudomorphosen nach Cuprit, Arzruni für solche nach Magnetit, P. W. Jeremejew für Pseudomorphosen nach Kupferkies (Groths Ztschr. 1888, 13, 196).

Pseudomorphosen von Chlorit nach Magnetit werden vom Bückeberge bei Elbingerode Am Harz und vom Schwarzenstein im Zillertale erwähnt. — Magneteisenkristalle aus Tirol sind an ihrer Oberfläche mit kleinen Löchern und Poren versehen, die häufig mit Chlorit erfüllt sind; es könnten dieselben die ersten Anfänge der Umwandlung von Magneteisen in Chlorit darstellen (SILLEM, N. Jahrb. 1851, 329 u. 400).

Umwandlung von Magnetit in Serpentin gibt Delesse (N. Jahrb.

1851, 556) aus den Vogesen an.

Pseudomorphosen von Magnetit nach Ceylanit von der Nicolaje-Maximilianowskischen Grube (Bez. Slatoust im Ural) (P. v. Jeremejew, Verh. d. russ. min. Ges. 1891); — als Pseudomorphosen nach Pyrit gelten würfelförmige Magnetite mit Streifung nach einer Kantenzone aus einem lockeren Buntsandstein von Hinksford (Scrivener, Min. Mag. 1903, 13, 351); nach Pyrrhotin in einem Hornblendegestein im hinteren Pe-Tale in Obersteiermark (Ed. Döll, Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1898, 110); nach Hauerit aus dem Serpentinlager bei Reichenstein in Schlesien und von der Kiesgrube Gewerbenhoffnung bei Johann-Georgenstadt

Ferroferrtt.

47

(A. Breithaupt, Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1853, 400), ferner von den Alexejewschen Gruben im Bogoslowskischen Bergrevier, östlich des Kaspischen Meeres (E. v. Fedorow und W. Nikitin, Groths Ztschr. 1901, 34, 697); nach Eisenglimmer von Ogliastra in Sardinien (G. Strüver, R. Acad. d. Linc. 1886, 2); nach Chrysotil im Olivinfels vom Peterlestein bei Kupferberg (Fr. Sandberger, N. Jahrb. 1867, 173); nach Augit in Nepheliniten von Meiches in Hessen (G. Tschermak, Sitzungsber. d. Wiener Ak. 1862); nach Glimmer im Granat von Königshain in der Oberlausitz (G. Woitschach, Inaug.-Diss. Breslau 1881); Haidinger (Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1853, 88) und Scherrer (N. Jahrb. 1853, 711) faßten zu regelmäßigen sechsseitigen Tafeln gruppierte Rhombendodekaeder von Magnetit (vom Fassatal, entdeckt von L. Liebener) als Pseudomorphosen nach Glimmer auf, wobei eine dreizählige Achse der Rhombendodekaeder senkrecht zur Basis des Glimmers liege.

Ilmenitkristalle von der Alp Lercheltini im Binnentale (Wallis) mit den Formen $n=(22\overline{4}3)$ und e=(0001) sind mit Rutil und Magnetit verwachsen. Eine Oktaederfläche des Magneteisens liegt auf der Basis des Ilmenits und eine Oktaederkante geht der Kante e:n parallel. Die Rutilsäulchen liegen auf e mit ihrer Längsrichtung parallel der Kante e:n. Beim Zerschneiden eines solchen Ilmenitkristalles erkennt man einen aus dieser Substanz bestehenden Kern, der von einer aus Rutil und Magneteisen gemengten Hülle umgeben ist. A. Pelikan (Min. petr. Mitt. 1902, 21, 226) ist der Ansicht, daß eine Entmischung des Ilmenits stattgefunden habe unter Erhaltung der Form. Er nennt diese Art der Pseudomorphosen "Entmischungspseudomorphosen".

Künstliche Darstellung. Bringt man Eisen oder Schwefeleisen in schmelzendes Alkalisulfat oder Sulfid, so erhält man bis zu 1 mm große Oktaeder von Magnetit (A. Gorgen, Bull. d. l. soc. fr. d. min. 1887, 10). — Wird fein gepulvertes metallisches Eisen und amorphe Titansäure und Flußsäure unter geringem Zusatz von geglühtem Eisenoxyd 24 Stunden lang auf 270-300° erhitzt, so bildet sich Titaneisen in Blättchen neben zahlreichen Magnetitoktaedern (W. Bruhns, N. Jahrb. 1899, 2). — Aus geschmolzenem Feldspatbasalt scheiden sich u. a. Magne-

titkristalle aus (C. F. W. A. OETLING, Min. petr. Mitt. 1897).

Der Nachweis von Magnetit in künstlichen Schlacken und künstlichen Gemengen von der Zusammensetzung basaltischer Eruptivgesteine wurde zuerst von F. Fouque und A. Michel-Levy geführt. Nach Morozewicz (Min. petr. Mitt. 1898, 18) fällt aus mit Eisenoxyden übersättigten Schmelzen Magnetit vor der Bildung von Metasilicaten (Augit usw.) aus, in nicht mit Eisenoxyden übersättigten Lösungen werden dagegen vonher Alumosilicate (Plagioklas) gebildet. Aus Schmelzflüssen von chemischen Gemengen, welche die Zusammensetzung von Diopsid, Labrador und Magnetit hatten, schied sich Magnetit z. T. in kleinen Kristallen in einer Glasbasis, z. T. als Einschluß in Augit aus. Ein Teil des Eisens wurde aber von dem mitentstandenen Augit aufgenommen (Vera Haemmerle, N. Jahrb.

1910, 29. Beil.-Bd.). — Aus einer Schmelze von Magnetit und Anorthit im Verhältnisse 1:5 schied sich kein Magnetit aus, dagegen aus Schmelzen von Anorthit und Hedenbergit schieden sich aus: Magnetit, Augit, Anorthit, wenn die Masse mit Anorthit geimpft wurde (MICHAELA VUČNIK, C.-Bl. 1904, 295). Der aus Schmelzflüssen ausgeschiedene Magnetit bildet im allgemeinen keine Kristalle, sondern Kristallskelette und rundliche Körner: er entsteht leicht in basischen Schlacken, während in sauren Schlacken Fe, O, von der Kieselsäure festgehalten wird. Magnetit scheidet sich später aus als der Zinkspinell (J. H. L. Vogt, Arch. f. Math. og Naturw. 1890, 14, 11). - Der zur Darstellung von Anilin nötige Wasserstoff wird aus metallischem Eisen und Salzsäure erzeugt. In den hierbei verbleibenden Rückständen findet durch die atmosphärische Luft Oxydation statt, wobei Fe, O, und Fe, O, in sublimierten Kristallen entstehen. Die Magnetitkristalle bilden Oktaeder bis zu 2 mm Kantenlänge und häufig Zwillinge (W. MÜLLER, Ztschr. d. d. geol. Ges. 1893, 45, 63). — Das Vorkommen von kristallisiertem Magneteisen als Eisenhüttenprodukt in Hochofenschlacke ist schon länger bekannt (J. H. L. Vogt, Mitt. d. Hochsch. Stockh. 1884); aber auch bei dem Rösten von Bleisteinen bilden sich kleine oktaedrische Kristalle; der Bleistein enthält neben Schwefelblei hauptsächlich Schwefeleisen, welches beim Rösten Magneteisen liefert (Hausmann, Göttinger Gelehrten-Nachr. 1852, 12, 177).

Historisches. Die Magnetnadel soll schon 1100 v. Chr. bei den Chinesen bekannt gewesen sein. Theophrast spricht von einem Stein, welcher Eisen anzieht (De lap. 53). Plinius sagt (hist. nat.): Neben dem Indusflusse gäbe es zwei Berge, wovon der eine alles Eisen anziehe, während der andere es abstoße. Hat man eiserne Nägel an den Schuhsohlen, so könne man auf dem einen Berge den Fuß nicht losreißen, auf dem anderen nicht feststehen. Ein Stein von wunderbaren Eigenschaften ist der Magneteisenstein (magnes); er zieht mit einer unerforschten unsichtbaren Kraft das Eisen an und hält es fest; er soll dadurch entdeckt worden sein, daß ein Mann, der auf ihn trat, bemerkte, daß seine Schuhnägel und die eiserne Spitze seines Stockes an ihm festhingen. - Nicht weit von dem Berge Äthiopiens, wo er gefunden wird, steht ein anderer Berg, welcher den Stein Theamedes liefert, welcher alles Eisen abstößt (O. Lenz, Mineral. d. Griechen u. Römer 1861). -BERZELIUS zeigte (1813), daß der Magnetit die Mischung von Fe, O, (68.97%) und FeO (31.03%) sei. Von den Kristallformen des Magnetits kannten Rome DE L'Isle (1772) und Hauy (1801) nur das Oktaeder und das Granatoeder.

Verwendung. Magneteisen ist eines der vorzüglichsten Eisenerze; es liefert den größten Teil des in Norwegen, Schweden und Rußland produzierten Eisens; auch die natürlichen Magnete sind Magneteisen. Zuweilen findet Magnetit Verwendung als Ersatz der Kohlenelektroden in Bogenlampen; besonders titanhaltiger Magnetit soll ein ruhiges Licht geben (W. Emminger, Elektrotechn. Journ. 1907).

Ferroferrit. 49

Entstehung und Vorkommen im allgemeinen.

- 1. Als Sublimationsprodukt mit Eisenglanz, z. B. in Laven des Atna.
- 2. Als Ausscheidungsprodukt aus Magmen, besonders aus solchen basischer Natur.
 - 3. Als Umwandlungsprodukt aus Hornblende, Biotit u. a.
 - 4. Als Kontaktprodukt in kristallinischem Gestein.
- 5. Aus dem vorigen herstammend, auf sekundären Lagerstätten, in Sanden von Flüssen und Seen, in Kaolinlagern (H. Rösler, Inaug. Diss. München; N. Jahrb. 1902, Beil.-Bd. 15. 231).
- 6. Als Einschluß von Meteoreisen (J. Antipow, Groths Ztschr. 1900, 32, 425).

Der Magnetit fehlt auf den gewöhnlichen, nicht pneumatolytischen Erzgängen ganz, scheint sich also aus wäßrigen Lösungen nicht ausgeschieden zu haben, ist aber auf den Kieslagern der kristallinischen Schiefer weit verbreitet. Die in den kristallinischen Schiefern eingelagerten Magnetitlager werden meist als Sedimente aufgefaßt, welche später metamorphosiert wurden.

Nach Klockmann (Ztschr. f. prakt. Geol. 1904, 12) tritt Magneteisen in größeren Anhäufungen und als selbständige Lagerstätte in drei Formen auf:

- 1. als lokal konzentrierte Gemengteile von Eruptivgesteinen;
- 2. als normales Glied der kristallinen Schiefer;
- 3. als Kontaktlagerstätte in räumlicher Verknüpfung mit Eruptivgesteinen.

In diesem letzteren Falle soll nach J.H.L. Vogt (Groths Ztschr. 1897, 27, 257) Fe₃O₄ ein Differentiationsprodukt der eruptiven Magmen, nach Klockmann dagegen nur ein durch den Kontakt hervorgerufenes Umwandlungsprodukt sein.

Die Ansichten über die Entstehung der großen Magnetitlager sind noch sehr verschieden: Nach Bischof sollen sie durch hydrochemische Zersetzung von Augit entstanden sein, nach Tschernyschew durch schlierenartige Ausscheidung aus Augit-Syenitmagmen, nach Fuchs durch Kontaktbildung, nach Fedorow durch Differentiation aus Augit-Granatmagmen, nach Morozewicz (Min. petr. Mitt. 1904, 23, 113 u. 225) durch hydrochemische eluviale Konzentration, und zwar durch Umwandlung von Augit und Feldspatgesteinen und teilweiser Wegführung der leichter löslichen Zersetzungsprodukte. Nach C. Schmidt und H. Preiswerk (Ztschr. f. prakt. Geol. 1904, 12, 225) soll der Eisengehalt der Magnetitund Kieslager in der Sierra Morena aus Granit stammen.

Bergeat unterscheidet Magnetitlager: 1. hervorgebracht durch regionalen Metamorphismus, 2. durch Kontaktmetamorphose, 3. schichtige Lager, welche die Hauptmasse bilden, 4. eluviale und alluviale Anhäufungen.

Spezielle Vorkommen.

a) West- und Süddeutschland. Rheinlaud. Augitaggregate, nach F. Zirkei. als Urausscheidungen betrachtet, in Basalten vom Finkenberg bei Bonn enthalten zuweilen reichlich Magnetitkörner; andere Aggregate bestehen aus Hornblendemassen mit "schlackigem" Magnetit. Fast walnußgroße rundliche Stücke schlackigen Magneteisens finden sich u. a. in den Basalten von Unkel, Scheidskopf, Godesberg usw. (F. Zirkel, Abh. d. k. sächs. Ak. 1903, 28, 101). — In den Trachyttuffen am Nordabfall des Siebengebirges Kriställchen von Magnetit (E. Kaiser, Verh. d. naturw. Ver. d. Rheinl. usw. 1897). — In grauch kristallinischen Auswürflingen des Laacher Sees [111] [110] (Fr. Sandberger, N. Jahrb. 1845, 140). — Kleiue Körnchen aus den Trachytkonglomeraten des Siebengebirges und aus den vulkanischen Tuffen des Laacher Sees und aus den Bimssteintuffen zwischen Eich und Wassenach sind zum größten Teil kristallisiert [111] [110] (v. Dechen, Niederrh. Ges. f. Natur- u. Heilk. 1861). — Magnetit als Drusenmineral [111] [110] mit Tridymit zusammen in Andesit, als schlackiges Magneteisen in Basalt und in basaltischem Andesit des Siebengebirges (E. Wildschrer, Inaug.-Diss. Bonn 1911).

Dill-, Lahn- und Sieggebiet. Auf Grube Königszug bei Dillenburg werden Magneteisenerze abgebaut. Anf Grube Glaskopf bei Biersdorf zwischen Betzdorf und Daade im Siegerland durchsetzt Diabas den Spateisenstein, wobei am Kontakt eine Umwandlung des letzteren in Magneteisen vor sich gegangen ist (H. Lotz, Ztschr. f. prakt. Geol. 1907, 15). — Im Kontakt von Spateisen mit Limburgitgängen auf der Grube Luise bei Horhausen im Westerwald (K. Busz, C.-Bl. 1901). — Im Basalt des Stempels bei Marburg ist Magnetit sehr reichlich enthalten; Körnchen und Oktaeder bilden an glasreichen Stellen Dendriten (M. Bauer, N. Jahrb. 1891, 2, 172).

Elsaß-Lothringen und Luxemburg. Bis 6 mm große [111] [110], äußerlich in Brauneisen umgewandelt, von Markirch in Drusen von stark zersetztem Kersantit (V. Dürrfeld, Groths Ztschr. 1914, 53, 570; Mitt. d. geol. Landesanst. v. Els. Lothr. 1910, 7, 294). — Auf den Eisenerzlagern von Framont und Rothau im Breuschtal (Vogesen) (F. Th. Müller, Inaug.-Diss. Straßburg 1905). — Die tieferen Lagen der lothringischen Eisenerze enthalten Magnetit (L. van Werveke, Groths Ztschr. 1905, 40, 427). — Ein 15 cm mächtiges Magnetitlager in der Minette von Lanneberg bei Rümelingen in Luxemburg (L. van Werveke, Erl. z. geol. Ühersichtskarte von Luxemburg 1887 und P. Tabary, Ann. soe. geol. d. Belg. 1893).

Baden. Als Begleiter des Dysanalyts im körnigen Kalk von Vogtsburg im Kaiserstuhl (E. Hugel, Inaug.-Diss. Freiburg 1912). — In mikroskopischen Körnern im Granit von Schweighof bei Badenweiler, daneben, bei der Sophieneiche, anscheinend sekundär entstandene, scharf ausgebildete Hexaeder (A. Wollemann, Groths Ztschr. 1888, 14, 626). — Titanhaltiger Magnetit in Einschlüssen von Horberig im Kaiserstuhl (Knop, Groths Ztschr. 1877, I, 64).

Bayern. Blättriges Magneteisen von der Spitze des Silberberges bei Bodenmais (J. Thiel, Inaug. Diss. Erlangen 1891); feinkörnige Magnetitaggregate in den Kiesen des Silberberges bei Bodenmais (E. Weinschenk, Abh. d. bayer. Ak. 1901, 21).

— Titanmagnetit in den Eklogiten des Gneisgebietes vom Münchberg im Fichtelgebirge (E. Düll, Geogn. Jahresh. 1902).

Hessen. Im Nephelindolerit von Meiches im Vogelsgebirge in glänzenden Kristallen bis zu 3 mm Kantenlänge (Knor, N. Jahrb. 1865, 684).

b) Mitteldeutschland. Im Dolerit der Pflasterkante bei Eisenach titanhaltiger Magnetit {111} {112}, auf Klüften; Körner als Einsprenglinge in Dolerit (CREDNER, N. Jahrb. 1860, 60). — In hornblendereichen Dioriten und Dioritgneisen vom Kyffhäuser (A. Strene, N. Jahrb. 1867, 539). — Ein Magneteisenlager vom schwarzen

Ferroferrit. 51

Krux bei Schmiedefeld im Thüringer Wald, zuweilen etwas schieferig, gilt für ein durch Granitkontakt verändertes Roteisenlager (R. Schlegel, Ztschr. d. d. geol. Ges. 1902).

Oktaeder auf kleinen Gängen der blauen Kuppe bei Eschwege in Kurhessen (Gutberlet, N. Jahrb. 1846, 150). — Grube Zweigler bei Wildenau in Sachsen Kristalle {111}, {100}, {10.1.1}, {16.1.1}, (Breithaupt, Poog. Ann. 1841, 54, 157). — Magneteisenlager im Tonschiefer beim Städtchen Berggieshübel in Sachsen mit Kupfererzen; in den oberen Lagen herrscht Braun- und Roteisen (Vooelsang, Verh. d. bergm. Ver. zu Freiberg 1851). — Titanomagneteisensand vom Seufzer- (Seifen-) Gründel bei Hinterhermsdorf bei Sebnitz an der Hochwiese im Quadersandsteingebiet der sächsischen Schweiz; enthält polysynthetische Zwillinge nach dem Spinellgesetz (A. Frenzel, N. Jahrb. f. Min. 1875, 684); entstammt einem im Hintergrund anstehenden Basalt (O. Herrmann, Ber. d. naturw. Ges. Chemnitz 1893/94). — Lager und Bänke in den Erzlagerstätten von Schwarzenberg im sächs. Erzgebirge (R. Beck, Ztschr. d. d. geol. Ges. 1900). — Die Eiseneinschlüsse des Feldspatbasaltes vom Bühl bei Cassel sind von einer Magnetit- und Pyrrhotinrinde überzogen (T. F. Hornstein, Ber. d. niederrh. Geol. Ver. 1907).

- c) Nord- und Ostdeutschland. Im Kontakt von Diabasmandelstein im Liegenden und Grauwacken im Hangenden bei Christorf (bei Troppau) in Oberschlesien und von Gobischau (mit Thuringit) (Fr. Kretschmer, C.-Bl. 1907, 321). Magnetitkristalle [111] [110] im Granit von Königshain in der Oberlausitz (G. Woitschach, Abh. d. naturf. Ges. zu Görlitz 1882, 17). Im Serpentin von Reichenstein in Schlesien fein verteilt (O. Wienecke, Ztschr. f. prakt. Geol. 1907, 15). Als Kontaktbildung zwischen Amphiboliten und Kalkstein von Schmiedeberg (Schlesien) im Riesengebirge (G. Berg, Jahrb. d. geol. Landesanst. 1903, 23, 201). Titanomagnetit am Müggelsee bei Berlin.
- d) Österreich-Ungarn. Böhmen. Bis 1 mm große Körner in den Feldspatbasalten nördlich des Kronhübel und in vielen anderen Basalten (J. G. Нівьси, Min. petr. Mitt. 1897). In Granat führenden Schottern am Südabhange des böhm. Mittelgebirges (H. Оенміснем, Ztschr. f. prakt. Geol. 1900). Kristalle mit Zwillingslamellen und Absonderung nach (111) in einem Amphibolitlager von Kalkbergen bei Raspenau in Nordböhmen (J. Веймкісн, Min. petr. Mitt. 1892). Oktaeder bis 1 mm Größe als Begleiter des Goldes von der Otava bei Pisek (A. Ккейсі, Groths Ztschr. 1907, 42, 408). Titanomagnetit im Basalt des Horaberges im böhm. Mittelgebirge (G. Ікване, Min. petr. Mitt. 1909, 28, 75) und als Einschluß in Sodalith-Phonolith des Milleschauer Klotzberges im böhmischen Mittelgebirge (F. Cornu, Min. petr. Mitt. 1909, 28, 412).

Mähren. In erbsen- bis haselnußgroßen Kristallen [111] [110] und derb akzessorisch im Granit vom Radersberg bei Wiesenberg (V. Neuwirth, Min. petr. Mitt. 1891, 20, 260 u. 1901, 20 und Verh. d. naturf. Ges. in Brünn 1900, 39, 198). — Ziemlich reines in Schiefergneis eingeschaltetes Magnetitlager in der Mitteljagd bei Mährisch-Altstadt (F. Kretschmer, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1897). — Kristalle bis 1 mm Größe in großen Mengen eingesprengt in der Meedler Roteisenerzone (F. Kretschmer, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1899, 44). — Ein Magnetit-Thuringitlager zu Christderf, feinkörniges bis dichtes Erz, z. T. in Limonit umgewandelt, als Kontaktgebilde auf einem Schalsteingange (F. Kretschmer, C.-Bl. 1907). — Hämatit-Magnetitlager am Neuhausberg bei Mährisch-Schönberg (F. Kretschmer, Österr. berg- u. hüttenm. Jahrb. 1908, 58, 527).

Salzburg. Am Groß-Venediger in den Hohen Tauern aufgewachsene Kristalle in den Schiefern und im Serpentin 1111, 100} 1111 548 13.11.9 (E. Weinschenk, Groths Ztschr. 1896, 26, 337). — Vom Oberhollersbachtale im Pinzgau erwähnt Tschermak (Min. petr. Mitt. 1873, 46) Magnetitoktaeder, L. Brugnatelli (Groths Ztschr. 1888, 14, 245) 110, 1111, von welchen 110 von zahlreichen Streifen

bedeckt ist, welche Zwillingslamellen gleichen. — Auf Epidot aus dem Habuchtal im Pinzgau kleine glänzende Oktaeder, daneben zwei neue 48-Flächner $\frac{5}{3}O\frac{5}{4}\{543\}$ und $\frac{1}{3}O\frac{1}{4}\{13.11.9\}$, selten ∞ $O\frac{5}{4}\{540\}$ (Scheiße, Ztschr. d.d. geol. Ges. 1887, 39, 614).

Kärnten. Im Seebichler Bruche am Kulmberg bei St. Veit an der Glan in einem Kalklager, an dessen Basis magnetitführende quarzige Schichten mit Glimmerschiefer wechseln (R. Canaval, Groths Ztschr. 1904, 38, 509). — Kristalle im Chloritschiefer bei Gemünd und im Lomnitztale (Fr. Rosthorn u. J. L. Canaval, Jahrb. f. d. naturh. Landesmuseums von Kärnten 1853). — Pseudomorphosen von Eisenglanz nach Magnetit im Granit des Wirtshausberges bei Schönberg (E. F. Gloeker, Pogg. Ann. 96, 262. Ref. N. Jahrb. 1857, 64).

Steiermark. In einer aderförmig im Serpentin von der Gulsen bei Kraubat verteilten steinmarkartigen Substanz Kristalle [110] [100]; als Seltenheit Kristalle in reiner Würfelform bis zu 17 mm Kantenlänge; häufiger Oktaeder und Durchkreuzungs-Zwillinge nach (111) (Ed. Hattle, Groths Ztschr. 1888, 13, 390). — Magneteisenerz neben Eisenglanz am Kontakt von Kalk bei Neumark in Obersteiermark (J. Hörhager, Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1903). — Magnetit nach Pyrrhotin aus dem Amphibolit des Paltertales bei St. Lorenzen in Obersteiermark (E. Döll, Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1898). — Kristalle [111] von St. Ilgen bei Aflenz (E. Hattler, Groths Ztschr. 1895, 24, 627). — Derber blätteriger Magnetit, Pseudomorphosen nach Eisenglimmer, mit Pyrrhotin, Pyrit und Vesuvian bei St. Primon im Bachergebirge (E. Döll, Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1895). — In vielen Basalten (A. Sigmund, Min. petr. Mitt. 1898, 17, 540).

Sehr große Oktaeder im Chloritschiefer vom Greiner im Zemmgrund (Zillertal) und am Fürstschlagl im Schlegeisen- oder Hörpinger-Grund. Auf den spiegelnden Oktaedern vereinzelt kleine, 1-2 mm lange, 0.5 mm breite Streifen, welche die Ränder schwarzer, metallisch glänzender Täfelchen von Titaneisen bilden; letzteres hat die Zusammensetzung: 6 TiFeO3 + 1 TiMgO8 + 3 Fe3O3. Die Flächen 30001 oR des Ilmenits liegen parallel zu den Flächen 3111 O des Magnetits. Auch polysynthetische Zwillingsverwachsung nach (111), wobei in der Regel sämtliche Lamellen eine gemeinsame Zwillingsachse besitzen; seltener gesellt sich dazu eine zweite oder dritte, zur ersten geneigte Zwillingsachse (A. CATHREIN, GROTHS Ztschr. 1887, 12, 40). — Mikroskopische Verwachsungen von Magneteisen mit Titanit und Rutil in verschiedenen Tiroler Gesteinen, namentlich aus den Tälern Alphach und Wildschönau. Magnetitoktaeder sind von Titanit umwachsen, oder die Oktaederflächen des ersteren sind von einem Gitter oder Filzwerk feinster Rutilmikrolithen durchzogen. Rutil und Titanit sind nach A. Cathrein (Groths Ztschr. 1884, 8, 321) durch Zersetzung eines titanhaltigen Magnetits entstanden. - Magnetit neben Eisenglanz in einem Gestein an der Grenze triassischer Dolomite am Abhange des Hohen Burgstalles im Stubachtale gegen Neustift (J. Blaas, Ztschr. f. prakt. Geol. 1900). -Eine stockförmige Masse fast reinen Magnetits kommt am Westabhange des Mulatto gegen das Val di Vizena vor; auf derbem Erz aufsitzend, finden sich schöne Kristalle |100\, |135\ |111\ von 5-8 mm; an einer benachbarten Stelle finden sich reine Granatoeder, z. T. in Zwillingen nach dem Spinellgesetz (C. Doelter, Min. petr. Mitt. 1877). — V. v. Zepharovich (Jahresber. d. Ver. Lotos in Prag 1877 und GROTHS Ztschr. 3, 100) beobachtete vom Monte Mulatto die Formen \531\\311\\111\.-An der Scolotta bei Predazzo am Ostabhange des Monte Agnello im NW. von Predazzo gegen die Val Sacina an der Kontaktstelle eines Diabasporphyrits gegen den Schlerndolomit findet sich Magneteisen in Begleitung von Kalkspat und Granat. Die Dimensionen der Kristalle schwanken von 4 mm bis zu 3 cm; gewöhnlich finden sich die Formen: $d = \{110\} \odot O$, $i = \{113\} \odot O$, $o = \{111\} O$, $x = \{135\} \odot O$ $n = \{211\} 2 \ 0 \ 2, \ l = \{944\} \frac{9}{4} \ 0 \frac{9}{4}, \ k = \{522\} \frac{5}{2} \ 0 \frac{5}{2}$ (gerade Abstumpfung der längsten Kante von x). Von diesen haben $e = \frac{970}{9}$ (gerade Abstumpfung der mittleren Kärnten. Im Seebichler Bruche am Kulmberg bei St. Veit an der Glan in einem Kalklager, an dessen Basis magnetiführende quarzige Schichten mit Glimmerschiefer wechseln (R. Canaval, Groths Ztschr. 1904, 38, 509). — Kristalle im Chloritschiefer bei Gemünd und im Lomnitztale (Fr. Rosthorn u. J. L. Canaval, Jahrb. f. d. naturh. Landesmuseums von Kärnten 1853). — Pseudomorphosen von Eisenglanz nach Magnetit im Granit des Wirtshausberges bei Schönberg (E. F. Gloeker, Pogg. Ann. 96, 262. Ref. N. Jahrb. 1857, 64).

Steiermark. In einer aderförmig im Serpentin von der Gulsen bei Kraubat verteilten steinmarkartigen Substanz Kristalle {110{}100}; als Seltenheit Kristalle in reiner Würfelform bis zu 17 mm Kantenlänge; häufiger Oktaeder und Durchkreuzungs-Zwillinge nach (111) (Ed. Hattle, Groth's Ztschr. 1888, 13, 390). — Magneteisenerz neben Eisenglanz am Kontakt von Kalk bei Neumark in Obersteiermark (J. Hörhager, Österr. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1903). — Magnetit nach Pyrrhotin aus dem Amphibolit des Paltertales bei St. Lorenzen in Obersteiermark (E. Döll, Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1898). — Kristalle {111} von St. Ilgen bei Afleuz (E. Hattler, Groth's Ztschr. 1895, 24, 627). — Derber blätteriger Magnetit, Pseudomorphosen nach Eisenglimmer, mit Pyrrhotin, Pyrit und Vesuvian bei St. Primon im Bachergebirge (E. Döll, Verh. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1895). — In vielen Basalten (A. Sigmund, Min. petr. Mitt. 1898, 17, 540).

Tirol. Sehr große Oktaeder im Chloritschiefer vom Greiner im Zemmgrund (Zillertal) und am Fürstschlagl im Schlegeisen- oder Hörpinger-Grund. Auf den spiegelnden Oktaedern vereinzelt kleine, 1-2 mm lange, 0.5 mm breite Streifen, welche die Ränder schwarzer, metallisch glänzender Täfelchen von Titaneisen bilden; letzteres hat die Zusammensetzung: 6 TiFeO₃ + 1 TiMgO₃ + 3 Fe₂O₃. Die Flächeu 30001 o R des Ilmenits liegen parallel zu den Flächen 3111 O des Magnetits. Auch polysynthetische Zwillingsverwachsung nach (111), wobei in der Regel sämtliche Lamellen eine gemeinsame Zwillingsachse besitzen; seltener gesellt sich dazu eine zweite oder dritte, zur ersten geneigte Zwillingsachse (A. CATHREIN, GROTHS Ztschr. 1887, 12, 40). - Mikroskopische Verwachsungen von Magneteisen mit Titanit und Rutil in verschiedenen Tiroler Gesteinen, namentlich aus den Tälern Alphach und Wildschönau. Magnetitoktaeder sind von Titanit umwachsen, oder die Oktaederflächen des ersteren sind von einem Gitter oder Filzwerk feinster Rutilmikrolithen durchzogen. Rutil und Titanit sind nach A. Cathrein (Groth's Ztschr. 1884, 8,321) durch Zersetzung eines titanhaltigen Magnetits entstanden. - Magnetit neben Eisenglanz in einem Gestein an der Grenze triassischer Dolomite am Abhange des Hohen Burgstalles im Stubachtale gegen Neustift (J. Blaas, Ztschr, f. prakt. Geol. 1900). — Eine stockförmige Masse fast reinen Magnetits kommt am Westabhange des Mulatto gegen das Val di Vizena vor; auf derbem Erz aufsitzend, finden sich schöne Kristalle |100 |, |135 | | 111 | von 5-8 mm; an einer benachbarten Stelle finden sich reine Granatoeder, z. T. in Zwillingen nach dem Spinellgesetz (C. DOELTER, Min. petr. Mitt. 1877). - V. v. ZEPHAROVICH (Jahresber. d. Ver. Lotos in Prag 1877 und GROTHS Ztschr. 3, 100) beobachtete vom Monte Mulatto die Formen \531\\311\\111\-An der Scolotta bei Predazzo am Ostabhange des Monte Agnello im NW. von Predazzo gegen die Val Sacina an der Kontaktstelle eines Diabasporphyrits gegen den Schlerndolomit findet sich Magneteisen in Begleitung von Kalkspat und Granat. Die Dimensionen der Kristalle schwanken von 4 mm bis zu 3 cm; gewöhnlich finden sich die Formen: $d = \{110\} \odot O$, $i = \{113\} \odot O$, $o = \{111\} O$, $x = \{135\} \odot O_{\frac{5}{2}}$. $n = \{211\} \ 2 \ O \ 2, \ l = \{944\} \ \frac{9}{4} \ O \ \frac{9}{4}, \ k = \{522\} \ \frac{5}{2} \ O \ \frac{5}{2} \ (gerade Abstumpfung der längsten$ Kante von x). Von diesen haben $e = \{970\} \infty O^{\frac{9}{2}}$ (gerade Abstumpfung der mittleren

Kante von y), $f = \{530\} \infty O_{\frac{5}{3}}$ (gerade Abstumpfung der mittleren Kante von x). $\{110\}$ und $\{111\}$ große Glätte und lebhaften Glanz; $\{113\}$ und $\{135\}$ sind meist rauh

und matt; in der Zone zwischen (113) und (135) liegt (179) 9 \P (neue Form), als Abstumpfung der Kante $\{110\}: \{133\}$. Die Form $\{135\}$ gehört zur Zone (h, h-2l, l) oder

$$m \circ \frac{m}{m-2}$$

und gleichzeitig zur Zone

$$\left(h, \frac{h+l}{2}, l\right)$$

oder

$$m O \frac{2m}{m+1},$$

also zur Zone der isogonalen Hexakisoktaeder, deren Zonenachse [[112] ist, von welchen M. v. JEROFOJEW am Magnetit vom Berge Plagodat im Ural zwei weitere, nämlich 1432 2 0 4 und 1654 3 0 6 5 gefunden hat. Auch die Fläche | 971 | 9 0 9 gehört der Zone (h, h-2l, l) an (A.CATHREIN, GROTHS Ztschr. 1884, 8, 219 u. 1885, 9, 363). - Flächenreiche Kristalle auf einem Chloritschiefer, begleitet von Apatit am Rothen Kopf im Zillertal; sie haben die Formen {110}, {111}, {100} {322}, {533} {211}, |311| |511| |331| |510|, von welchen |322| |533|, |511| |331| |510| für Magnetit neu waren (Fig. 14 u. 15) (L. BRUGNATELLI, GROTHS Ztschr. 1888, 14, 237). — Am Monzoni Oktaeder z. T. in Brauneisen verwandelt; derber Magnetit in Kalk im Kontakt mit Melaphyr am Wege aus dem Val Sacina gegen den Monte Comon (C. DOBLTER,

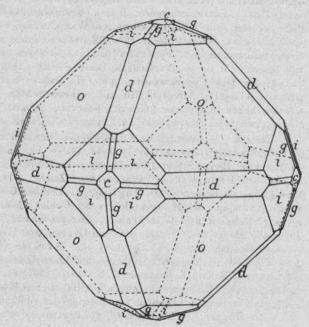


Fig. 14.

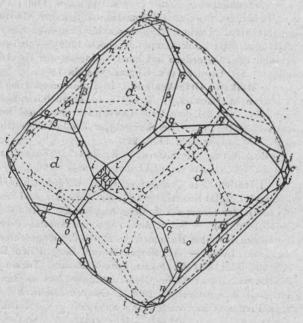


Fig. 15.

Min. petr. Mitt. 1877). — Zahlreiche mikroskopische Kriställchen als primäre Einschlüsse in frischem Andalusit vom Pitztale (P. E. Häfele, Groths Ztschr. 1894, 23, 559). — Magneteisen mit Kupferkies und Magnetopyrit vom Schneeberg bei Mayrn in Südtirol (A. v. Elterlein, Jahrb. d. k. k. Reichsanst. 1891, 41). — Zahlreiche Kristalle an der Nordseite der schwarzen Wand in der Scharn am Groß-Venediger (E. Weinschenk, Groths Ztschr. 1900, 32, 264). — Große dodekaedrische Kristalle in dicht verfilztem Asbest des Stubachtales, welchem stark nickelhaltiger Magnetkies beigemischt ist (E. Weinschenk, Groths Ztschr. 1897, 27, 566). — Vom Wildkreuzjoch beschrieb Kenngott, später L. Brugnatelli (Groths Ztschr. 1888, 14) Kristalle [111] [110], [113] [100] [310] mit vorherrschendem [111], auf dichtem Chloritschiefer neben Klinochlor, Granat, Vesuvian, Apatit, Zirkon. — Nickelhaltiges Magneteisen bei Pregratten (Th. Petersen, N. Jahrb. 1867, 836).

Ungarn. 1-3 mm große Kriställchen in dunklen Erzen des Bihurgebirges (J. v. Szadeczky, Groths Ztschr. 1908, 44, 73). — In den Sanden des Buloton-Sces (G. Melczer, Groths Ztschr. 1908, 44, 80). — In Körnern und Oktaedern im Donausande bei Budapest (A. VENDL, GROTHS Ztschr. 1914, 53, 61). - Körnige Einsprenglinge im Serpentin am Gugl-Berge, Comitat Gömör, auf dem Erzstock des Magnetova und des Musma-Berges bei Fisolez, Comitat Gömör, und im Quarzit zwischen Szirk und Gömörakos, Comitat Gömör (G. Melczer, Grotes Ztschr. 1910, 47, 295 u. 298); ferner auf den Gruben von Helczmanocz und in quarzreichem Gestein von Prakkendorf und Svedler (A. Schmidt, Groths Ztschr. 1887, 12, 114). — Magnetitkriställchen auf Eisenglanzkristallen und derb bei Doynoczka im Banat (E. Kleinfeldt, N. Jahrb. 1907, 24. Beil.-Bd. 325). - Pseudomorphosen nach Eisenglanz in langen, schilfähnlichen Blättern, welche oft aus kleinen hexagonal begrenzten Lamellen zusammengesetzt sind, oder in feinschuppigen Aggregaten bei Morawicza im Banat (V. v. ZEPHAROVICH, GROTHS Ztschr. 1879, 3, 100). — Im Eisenerzdistrikt von Marmaros an der oberen Theis, im Grenzdistrikt von Ungarn, Siebenbürgen und der Bukowina.

Siebenbürgen. Körner und Kriställchen [110], [111] in Andesit der Umgegend von Málmács, Comitat Háromaszék (A. Schmidt, Groths Ztschr. 1886, 10, 211).

Bosnien. Derbes Magneteisen im Erzgebiet von Sinjako (Fr. Katzer, Bergu. Hüttenm. Jahrb. d. k. k. mont. Hochsch. 1908). — In größeren abgerollten Körnern und kleineren Oktaedern auf einer Goldseife des Pavlovac-Baches, eines rechten Zuflusses der Fojnička (Fr. Ketzer, ebenda 1901).

e) Balkan. Griechenland. In Hohlräumen eines Andesits der Cykladeninsel Santorin (A. Lacroix, C. R. 1897). — Magneteisenlager auf dem Bergplateau von Vouniés und bei dem Orte Tselepáki der Insel Sérifos (K. Vallindas, Ref. N. Jahrb. 1908, II, 76). — Im Smirgel der Insel Naxos (Russegger, N. Jahrb. 1841, 198 u. D. F. Wiser, ebenda 1848, 20).

Rumänien. Hexaedrische Kristalle in Serpentin von Urde, Muntinu und Gauri (P. Poni, An. sc. d. l'Univ. d. Jassy 1900).

f) Italien. In Asbestfasern des Berges Lunella zwischen den Tälern von Susa und Useglio Kristalle [111] [110] (G. Boeris, Atti d. s. it. Nat. Mailand 1907, 45). — In Chlorit des Gneises von Borgone (Susatal) Kristalle (G. Piolti, Atti d. R. Acc. d. Torino 1890, 25). — Bei S. Ambrogio im Susatal (Piemont) Knollen von Magnetit, in welchen zuweilen Hexaeder von Perowskit eingeschlossen sind (G. Boeris, Rend. R. Acc. Linc. 1900). — Im Serpentin vom Berg Pian Real (Susatal) Kristalle [111] [110] [100] [311] [331] (G. Boeris, Atti d. R. Acc. Torino 1903, 28). — Im Sande der Grotta del Bandito im Gessotal (Cuneo) und im Sande des Flusses Gesso (Roccati, Bull. d. soc. Geol. It. 1901 u. Groths Ztschr. 37, 408). — Bei Traversella (bei Ivrea, Piemont) flächenreiche bis zu 3 Zoll große Kristalle, welche schon seit langer Zeit bekannt sind (Tamnau, N. Jahrb. 1859, 80). G. Strüver (Atti della R. Acc. d. sc.

Ferroferrit, 55

Torino 1871) beobachtete auf Stufen alternierende Schichten von Magnetit und Dolomit {110} {321}. - Granatoedrische Kristalle von Traversella zeigten die für Magnetit neue Formen [510] \$\infty\$ 05, [511] 5 05 und [11.7.0] \$\infty\$ 04. \$\infty\$ 05 herrscht neben ∞ 0 und ∞ 0 ∞ , während 505, 0 und 303 zurücktreten, und ∞ 0 1 nur matt und schmal ist (R. Scheibe, Ztschr. d.d. geol. Ges. 1886). L. Brugnatelli (Groths Ztschr. 1888, 14, 238) unterscheidet zwei Typen, der eine hat nur die Formen {110} und {111}, der andere {110} und {321}. Die Flächen des Oktaeders sind stets glatt und glänzend; {111} ist gut entwickelt, wenn {321} fehlt; dagegeu nur sehr klein oder fehlend, wenn [321] gut entwickelt ist. Die Flächen von [321] sind stets rauh und matt infolge mikroskopisch kleiner dreiseitiger Vertiefungen; die Flächen von 110 stets nach den langen Diagonalen gestreift. Beim Einstellen der Oktaederflächen spiegeln zahlreiche Streifen auf den Dodekaederflächen mit, während beim Einstellen auf die Dodekaederfläche nur ein unbestimmbarer Lichtschimmer sichtbar wurde. Die Dodekaederfläche ist demnach in diesen Fällen nur eine Scheinfläche, entstanden durch abwechselnde Ausbildung benachbarter Oktaederflächen. Die Erzlagerstätten von Traversella sind gebunden an den Kontakt eines Diorits gegen kristallinen Kalkstein, welcher dem Glimmerschiefer eingelagert ist (V. Novarese, Ztschr. f. prakt. Geol. 1902 u. Groths Ztschr. 40, 509). - Die Magneteisenerzlager von Traversella bilden unregelmäßige, von Gangmassen durchsetzte und umschlossene Erzstöcke und Lager von kristallinem Magneteisen in reichlicher Begleitung von Sulfiden der Metalle Eisen, Kupfer, Blei und Molybdän, während die Magneteisenlagerstätte von Cognac in Piemont kompakte Erzkörper in Serpentingestein mit ausschließlicher Erzführung von Magnetit bilden. F. P. MÜLLER (Ztschr. f. prakt. Geol. 1915, 23, 177) betrachtet deshalb das Vorkommen von Traversella als Kontaktbildung, das von Cognac als magmatische Ausscheidung. - Im Syenit von Biella (Prov. Novara) in Drusenräumen und Spalten titanhaltige Magnetitoktaeder von 1mm Größe neben Zeolithen und Calcit (F. Zambonini, Groths Ztschr. 1905, 40, 218). -Kleine Kristalle aus dem Malencotale; an einem Typus {100}, {110} {111} {311} {511}, an einem anderen {100} {110} {111} {311} {431} {13.9.1}. Die beiden letzten Formen waren neu für den Magnetit (E. FACCONI, Atti R. Acc. Linc. Rom 1911). - Mineralaggregate in einem gelben Tuff in der Nähe des Sees Vico, darin Magnetit in kleinen, 2-3 mm großen glänzenden Kristallen {1111} {110}; Magnetit kommt hier aber nur in Feldspataggregaten vor, fehlt in den anderen Aggregaten (E. ARTINI, R. Acc. d. Linc. 1889, 6, 9). - Titanhaltige Kriställeben von Magnetit in den Asbestgruben vom Val Lanterna (Veltlin) (L. BRUGNATELLI, GROTH'S Ztschr. 1899, 31, 56). — Mikroskopische Oktaeder im Marmor von Carrara (Toscana) (G. D'Achiardi, Groths Ztschr. 1907, 43, 495). - Tafelförmige Kristalle {111} auf Hypersthen am Monte Aviata (Toscana) (J. F. WILLIAMS, N. Jahrb. 1887, 5. Beil.-Bd. 381). - Mit Epidot vom Romito in den Livorneser Bergen (Toscana) (L. Bussati, Groths Ztschr. 1887, 12, 202). -Zahlreiche schwarze glänzende Körnchen in Sanden der Umgegend von Pavia (E. ARTINI, Giorn. d. Min. etc. 2, 177 u. GROTHS Ztschr., 1894, 23, 180). — Im Sande zu Marentino bei Turin (L. Соломва, Atti d. R. Acc. Torino 1895). — Körner und Kristalle {111} {110} in vulkanischen Auswürflingen (Feldspat, Leucit, Augit, Glimmer) vom Bracianoer See (G Strüver, Mem. d. R. Acc. d. Linc. Rom 1885). -Bei Emerese im Aostatal Kristalle [110] (J. MILLOSECK, Riv. R Acc. d. Linc. Rom 1901). - In den Steinbrüchen von Acqua cetosa und Tavolato bei Rom; flächenreiche Kristalle {111} {100} {110} {112} {113} {310} {520} {331} {531}; die Form {520} wurde hier zum ersten Male beobachtet. Im Innern der Kristalle oft Schalen von Limonit und Leucit (F. Zambonin, Riv. d. min. e. crist. 1898, 21, 21). — In der Umgebung der Schiefergruben vom Canale Monterano (Prov. Rom) häufig Körner und Kristalle von Magnetit (F. ZAMBONINI, GROTHS Ztschr. 1905, 40, 49). - Kristalle [111] in feldspatreichen Blöcken als Auswürflinge des Vulsinischen Gebietes zwischen Farnese, L. Quisico und Pitigliano (L. Fantappié, Mem. R. Acc. d. Linc. Rom 1898). - Nach G. vom Rath (Ztschr. d. d. geol. Ges. 1886, 510) in allen Gesteinen Latiums. — An Kristallen von Latium fand G. Strüver (Grotes Ztschr. 1877, 1, 230) {111} {100} {110} {211} {311} {531}. — In Kalkauswürflingen bei Cesano (Prov. Rom) Körner und Kristalle {1111}{110} in Feldspatmassen und lockeren Aggregaten von glasigem Leucit, schwarzem Augit und Glimmer (G. Strüver, Groths Ztschr. 1887, 12, 197). — Magnetitkristalle {111} {110} {100} vom Vesuv beschrieben COVELLI und Monticelli (Prod. d. Min. Vesuv 1825). - Magneteisen, Leucit und Augit sind die wesentlichen Bestandteile der Vesuvlava. Das Magneteisen ist jedoch nnr selten in kleinen Körnern oder Oktaedern mit freiem Auge sichtbar, läßt sich aber aus dem feinen Gesteinspulver mit dem Magnetstabe ausziehen und ist auch unter dem Mikroskope deutlich zu erkennen (Scacchi, N. Jahrb. 1853, 260 u. C. W. C. Fuchs, N. Jahrb. 1869, 178 u. 179). — In der Asche des Vesuvs (A. Johnsen, C.-Bl. 1906, 385). — In den Fumarolen des Vesuvs, welche Dämpfe von Eisenchlorür, Eisenchlorid und Chlormagnesium in die Höhe führen, bildet sich Eisenglanz, Magnetit und Magnesioferrit (RAMMELSBERG, N. Jahrb. 1859, 731). — Sparsam in den Massen der Somma, meist von Glimmer und Olivin begleitet (A. Scacchi, N. Jahrb. 1888, 2, 135). - Vom Ätna ausgeworfene basaltische Blöcke enthalten Steinsalz, Eisenglanz, Pyrit und Magnetit in relativ bedeutender Menge (S. Consiglio Ponte, Groths Ztschr. 1906, 41, 259).

Bei Grotha d'Oggi auf Elba in einem Granitgang schwarze, z. T. bronzeartig angelaufene Kristalle; bis 3 cm groß {111}{110}; bei S. Piero ebenfalls im Granit, aber nur in Körnern; ferner in einem dioritischen Gestein zu Longone unter dem Forte Facardo (G. Roster, N. Jabrb. 1877, 531). -- Pseudomorphosen nach Hämatit zwischen Calamita und Longone; die äußere Form hat den gewöhnlichen Habitus der Hämatitkristalle, besteht aber innerlich aus kleinen Magnetitoktaedern (Grattarola, Groths Ztschr. 1877, 1, 88).

Magneteischflöz zu Leone bei Copoterra, südwestlich von Cagliari auf Sardinien (Stockfleth, Groths Ztschr. 1900, 32, 195).

Auf Klüften der Arsa Lava von Ischia {110} {111} (H. ROSENBUSCH, Sitzungsber. d. Berlin. Ak. 1898).

g) Schweiz. Magnetit von der Alp Lercheltini, Binnental, Verwachsungen mit Rutil (G. Seligmann, Groth's Ztschr. 1877, 1, 4) (vgl. auch S. 36). - Von Rymphischwäng bei Zermatt Kristalle mit glatten Oktacderflächen, aber mit Ätzgruben in Form gleichseitiger Dreiecke von 1 min Seite von Triakisoktaedern; außer [111] noch {112} und {110}. Die Fläche {112} ist parallel zur Kombinationskante mit {110} gestreift (A. Kenngott, N. Jahrb. 1871, 405 u. Brugnatelli, Groth's Ztschr. 1888, 14, 239). - Entkantete Oktaederchen mit Calcit und Speckstein von Zermatt im Nicolaital (Ober-Wallis) (D. F. WISER, N. Jahrb. 1838, 164). Schmelzpunkt dieser Kristalle 1260° (Brun, Arch. d. sc. phys. et nat. Genf 1902), Magnetismus derselben vgl. S. 40. - In den Eiseherzen des braunen Juras zwischen den beiden Windgällen am Nordabhang des Maderanertales (Kanton Uri) plattgedrückte Oolithkörner aus Siderit, Hämatit, Limonit und Magnetit mit hervorstehenden Magnetitkristälichen (С. Schmidt, Groths Ztschr. 1886, 71, 597). — Magnetitzwillinge im Talkschiefer bei Scaleglia südlich von Dissentis (A. Leuze, Oberrh. Geol. Ver. 1887). - Am Gonzen bei Sargans (Kanton St. Gallen) derb und kristallinisch (D. F. Wiser, N. Jahrb. 1842, 510). — Oktaeder mit starkem Glanz vom Binnental. Die Kristalle z. T. mit sehr kleinen, gitterförmig gruppierten braunroten Rutilnadeln verwachsen (D. F. Wiser, N. Jahrb. 1842, 222 u. 1844, 170). - Eisenschwarze Oktaeder aus der Gegend von Viesch (Ober-Wallis) im Chloritschiefer (D. F. Wiser, N. Jahrb. 1847, 551). - In schieferigen Serpentinen der Bündner Schiefer zwischen Visp und Brig (Wallis) (H. PREISWERK, Verh. d. naturf. Ges. Basel 1903, 15). — Die

Ferroferrit. 57

Eisenoolithe des braunen Jura von Calanda bis westlich vom Berner Oberland enthalten in großer Menge Magnetitoktaederchen und derbcs Magneteisen (C. Schmidt, N. Jahrb. 1886, 4. Beil.-Bd. 394).

- h) Frankreich. In den Sanden des Mesvrin bei Autun Kristalle (110) (A. MICHEL-LÉVY, Bull. d. l. s. min. d. Fr. 1878, 39). - In granulitartigen Einlagerungen des Amphibolgneises bei Paimbeuf (Dpt. Loire inf.) zahlreiche Oktaeder mit schaliger Absonderung nach (111) (A. LACROIX u. CH. BARET, Bull. d. l. s. min. d. Fr. 1889). - Große Oktaeder im Tal Ferrières unweit St. Colombe in den Pyrenäen (Comte de Limur, Bull. d. l. s. min. d. Fr. 1881, 4, 182) und im Talk der Abhänge des Mont-Cau in den Pyrenäen (Derselbe, ebenda 1881, 4, 182). -Große Massen mit stark ausgesprochener kristallinischer Struktur bei Quérigat-Millas (Pyrenäen) als Kontaktbildung der Granite (A. LACROIX, Bull. d. Services d. l. carte géol. d. l. Fr. 1899). - Als Neubildung der basaltischen Fumarolen von Royat, Puy de Dôme (A. Lacroix, C. R. 1898, 126, 1532). — Oktaeder in einem Glaukophangestein von der Insel Groix an der Südwestküste der Bretagne (A. .v. LASAULX, Sitzungsber. d. niederrhein. Ges. f. Naturk. 1883, 263). - Ein Magnetitgang im Hochtal von Boutadiol (Ariège) an der Grenze von Granit und Kalk (A. LACROIX, C. R. 1899, 128, 1467). - Titanomagnetit von Croustet bei Le Puy (Haute Loire) in Oktaedern mit glasigem Bruch und graphitähnlichem Glanz; spez. Gew. 5.065 (H. Arsandaux, Bull. d. l. s. fr. d. min. 1901, 24, 475).
- i) Spanien. S. Calderon (Bol. d. l. Reale Soc. española de Hirt nat. 1904, 240-244 u. Auszg. Groths Ztschr. 42, 93) gibt eine Zusammenstellung der bis dahin bekannten Magnetitvorkommen in Spanien und Portugal. Die wichtigsten sind hiernach:

Gallizien. Im Norden in Hornblende und Chloritschiefer als ständiges Begleitmineral; in großen Massen am Cap Ortegal in Gesellschaft mit Serpentin; ferner, begleitet von Granat, Hornblende und Limonit, bei Vivero, Sargadelos und Punta de Socastro; zu erwähnen sind noch Magnetit führende Sande, z.B. die goldhaltigen des Sil.

Asturien. Magnetit findet sich als Imprägnation in den cambrischen Schiefern von Cillciro in Verbindung mit Kersantiten; andere Vorkommen, meist in Schiefern

in der Nachbarschaft von Granit sind bei Boal, Topia, Castropol.

Catalonien. Zahlreiche kleinere Lagerstätten finden sich in der Gegend der Pyrenäen, so bei Caralps, Maranges u. a. in Begleitung von Granat und Hornblende; am Cap Bagus bildet Magnetit einen Gang in silurischem Dolomit.

In der Provinz Barcelona sind als Fundorte genannt:

Monseny (mit Granat und Hornblende), Monmany; in paläozoischen Schichten liegen die Minen von Valcarca und Figaro; ferner kommt polarmagnetischer Magnetit vor auf einer Kupfergrube in der Nähe von Orsavinya (Groths Ztschr. 49, 621).

Castilien. Bekannt sind die gangartigen Vorkommen in den Bergen bei El Escorial und in der Sierra de Gredos.

Valencia. In einem Ophit in der Nähe von Segorbe.

Murcia. Magnetitführend sind hier Ophit und ähnliche Gesteine (Caravaca). Schöne Kristalle {111}{110} und reiche Massen liefern die Minen von Cehegin; auch in Sanden (Villena, Carthageno usw.).

Andalusien. Mehrere Lagerstätten in der Provinz Sevilla im Minengebiet von El Pedroso in stark zersetztem, schieferigem Gneis und in Schnüren in dunkelgrünem, körnigem Hornblendegestein; ferner sind zu erwähnen Gänge in archäischen Kalken (Cerro del Santo). In der Sierra de Laita durchsetzt ein aus Magnetit und Biotit bestehendes Gestein Kalke; in Hoblräumen des Gesteins Enden sich schöne Kristalle, {1111} {110}. Ähnlich ist das Vorkommen in mesozoischen Kalken

bei Martos; weitere Fundorte sind: Las Peñuela bei Osuno und Linares. Magnetitführend sind auch die Diabase der Sierra Morena, und die Pyritgänge von Huelva. — Zahlreich und bedeutend sind die Lagerstätten der Provinz Malaga, z. B. die reichen Gänge bei Puerto de Robledal, Marbella (in archäischen Schiefern), Ojen (im dolomitischen Jurakalk). In der Sierra Bermeja findet sich Magnetit in Chloritschiefern und Serpentin. — In der Provinz Almeria durchsetzt ein mächtiger Magnetitgang archäische Gesteine. Goldhaltige Magnetitsande im Darro und seinen Zuflüssen, an der Meeresküste bei Marbella und am Cap de Gata.

Estremadura. Fundorte von Magnetit sind in der Nähe von Cáceres und bei Burguillos.

k) Portugal. Im Gneis der Sierra Gerez und der Sierra de Cintra, ferner bei Campo Maior, Moura, in der Provinz Algarve und a. a. O. Große Magnetitmassen stehen in Verbindung mit den Eruptivgesteinen von Zambujal; ferner findet sich Magnetit bei Villa de Frades, Provinz Alemtejo am Kontakt von Diabas und Kalk (Calderon a. a. O.).

Magnetitoktaeder auf der Grube Serra dos Monges und San Pedro (Cintra); Magnetitwürfel zu Barbaços (Algarve) und südlich der Stadt Bejo (Alemtejo); polarmagnetisch im Basalt von Monte Suimo, unweit Lissabon (A. Bello, Portug. Mineralien 1900, Groths Ztschr. 53, 55).

l) Großbritannien. England. Sehr kleine Kristalle [111] [100] im Buntsandstein bei Hinksford entweder aus Siderit, dem ursprünglichen Bindemittel des Buntsandsteins entstanden, oder Pseudomorphosen nach Pyrit (J. B. Scrivenor, Min. Mag. London 1903). — Schwarzer Titanomagnetithaltiger Sand bei Porth Dinleyn (Nord-Wales) (T. H. Cope, Proc. Liverpool, geol. soc. 1902). — Das Eisenerz der Juraformation enthält, wie die Minette in Lothringen, Magnetit nur in ge-

ringer Menge.

Schottland. Magnetit nach Pikrolith von Scalpa auf der Hebrideninsel Harris (H. A. Miers, Min. Mag. u. Journ. of the Min. soc. London 1897). — Magnetitkörner von Erbsen- und Bobnengröße, selten Oktaeder in einem Granitblock des Ben. Bhreck, südöstlich von Tongue. Darunter auch ein Oktaeder mit eingekerbten Kanten wie beim Diamanten. — In schottländischen Gneisen halbfaustgroße derbe Massen und Kristalle, welche durch Zurücktreten der abwechselnden Oktaederfläche ein tetraedrisches Aussehen erhalten. — In schmalen Granitgängen gegenüber dem Westende von Hoan Island Dodekaeder, fast ganz in Martit umgewandelt. — Schwarzer Magnetitsand von Loch of Trista. — Chromhaltiges Magneteisen im Sande von Daleburu im Norden der Insel Unst (F. Heddle, Groths Ztschr. 1879, 3, 330, 335; 1883, 7, 191; 1885, 9, 111).

m) Holland. Die schwersten Mineralien des Dünensandes von Holland bestehen aus Magnetit und Titaneisen; ersteres bildet teils Körner, teils glänzende Oktaeder, seltener Rhombendodekaeder. Der Magneteisengehalt des Dünensandes

beträgt ungefähr 0.05 % (J. W. Retgers, N. Jahrb. 1895, I, 52).

n) Skandinavien. Schweden. G. Flinck (Beiträge zur Mineralogie Schwedens 1910) gibt Magnetit von 26 schwedischen Vorkommen an. Von kristallographischem Interesse sind die Kristalle von Gammalkroppu im Kirchspiel Kroppu und die von Nordmarken in Wermland. Das erstere Vorkommen findet sich im körnigen Kalk und liefert Kristalle bis zu Zentimeter-Größe. Sie haben die Formen: {100} {110} {111} {311}, {773}, {551}; die beiden letzteren waren neu für den Magnetit. {110} gewöhnlich nach der Kombinationskante mit {111} gestreift; häufig Zwillinge nach dem Spinellgesetz. Ein Kristall hat das Aussehen von einem Durchwachsungszwilling «zweier Tetraeder; Flinck deutet ihn aber als ein "spezielles Wachstumsphänomen" (vgl. darüber auch Hj. Sjörgen, Bull. geol. Inst. Upsala 1894 u. G. Flinck,

Ferroferrit, 59

GROTHS Ztschr. 1886, 11, 481). Mit dem Ausdruck "Wachstumsphänomen" ist die eigenartige, beim Magnetit wiederholt beobachtete, streng hemiedrische Ausbildungsform ebensowenig erklärt, wie dieselbe Erscheinung beim Diamanten. Die Erscheinung wird am einfachsten zurückgeführt auf eine Polarität der Atome, oder auf eine der regulär holoedrischen Symmetrie nicht entsprechende Verkettung der Atome.

Schöne Kristalle von Gellivare {111}, {110}, selten {100} {211} {311}; ferner gibt FLINCE (Medd. f. Stockholms Högskola 1887) an: {111} {101}, {100} {950} mit oktaedrischem Habitus und {110}, {111}, {311} {100} {310}, {510} mit dodekaedrischem Habitus.

An Kristallen von Nordmarken fand A.E. Nordenskiöld (Geol. Förh. 1886, 8) {110} {111} {100} {211}, {46.9.0}, {92.9.9}, {55.9.9}. Flinck fügt binzu {311}, {510} {310} (950); die Formen (46.9.0), (92.9.9), (55.9.9) deutet dieser als Vizinalflächen.

Magnetit mit Arsenkies und Blende bei Wester Silfberg (MATS WEIBULL, GROTHS Ztschr. 1886, 10, 502). - Gerundete Körner und Kristalle als Begleiter

des Apatits vom Malmberget (K. Zimányi, Groths Ztschr. 1904, 39, 507).

Die phosphorreichen Magnetitlagerstätten Nordschwedens sind nach O. STUTZER (Ztschr. f. prakt. Geol. 1906 u. N. Jahrb. 1907, 24. Beil.-Bd. 599) alle an Eruptivgesteine der Syenitreihe gebunden. Sie sind nach dessen Ansicht auf magmatischem Wege entstanden und zwar "entweder als magmatische Ausscheidungen in situ oder als gewanderte magmatische Ausscheidungen, als magmatische Gänge und Ergüsse". "Der Pneumatolyse ist bei Bildung dieser Erze eine nicht unbedeutende Nebenrolle zuzuschreiben".

In Skandinavien enthält die archäische Formation so viele Eisenerzlager, daß insbesondere Schweden als eines der eisenreichsten Länder der Erde bezeichnet werden darf. Die schwedischen Eisenerze sind vorwiegend Magnetit, häufig zusammen mit Roteisenstein. Nach Bergeat sind folgende Eisenerzdistrikte vermutlich sedimentär: Grängsberg, Örebro, Norberg, Persberg, Nordmarken, Dannemora, Uttö, Norrbotten. Ungeheuere Eisensteinvorkommnisse liegen am Kirunavara (Schneehuhnberg) und am Luossanavara in Nordschweden (Lappland). Der erstere ist ein 250 m über die Umgebung ansteigender Rücken, der ein fast ohne Unterbrechung weit hinstreichendes Magnetitlager, begleitet von Apatit, bildet. Die Frage nach der Entstehung dieser Erzlager ist noch immer der Gegenstand lebhafter Diskussion. Das Lager liegt zwischen einem älteren Erguß von Syenitporphyr und einem jüngeren Quarzporphyr, von welchen der erstere Spuren von pneumatolytischer Wirkung erkennen läßt. Nach H. Bäckström (Groths Ztschr. 1907, 42, 317) verdanken die Lagerstätten von Kirunavara-Luossanavara ihre Entstehung der pneumatolytischen Wirkung von Dämpfen und übersättigten Lösungen vulkanischen Ursprungs.

Ein sehr stark magnetisches Erz in einem bälleflinteartigen Gneis des Grubenfeldes Timansberg im Kirchspiel Nora (C. A. VRANY, Geol. Förh. Stockholm 1887, 9, 243). — Titanomagnetit ist an vielen Orten im nördlichen Schweden als Einschluß in basischen Eruptivgesteinen enthalten (J. H. L. Voer, Ztschr. f. prakt. Geol. 1900 u. 1901).

Norwegen. Schon Hausmann und andere haben Magneteisenerz aus den

Gängen der Augitsyenite Norwegens erwähnt.

Nach W. C. Brögger (Groths Ztschr. 1890, 16, 59) ist Magneteisenerz ein wesentlicher Bestandteil der grobkörnigen Augitsyenite von Frederikswärn; er bildet mit Orthoklas und Hornblende einen Hauptbestandteil; auf mehreren der Pyrochlor und Zirkon führenden Gängen zwischen Frederikswärn und Helgeroen, auf Lövö bei Brevik usw. kommt Magneteisen in kleinen glänzenden Oktacdern vor; in einem Gang am Abhang der Südspitze von Stokö in Dodekaedern; eingewachsen in Feldspat bei Arö, meist {111}; ein 1 cm großer Kristall {168} 8 O 4.

Titanreiches Magneteisen häufig auf den Gängen von Laurvik und am Langensundfjord; faustgroße Körner auf der Insel Låven; vielfach als Kontaktbildung an Eruptivgesteinen. - Magnetitlagerstätten in den Granitfeldern der Lofoten (nördliches Norwegen) werden von J. H. L. Voor (Ztschr. f. prakt. Geol. 1907, 15, 86) als magmatische Ausscheidungs- oder Differentiationsprodukte des Granits gedeutet. Es sind unregelmäßige, meist etwas platten- oder linsenförmig entwickelte Klumpen mit einer Länge bis über 250 m und einer Breite von 30-35 m. Die Mehrzahl zeigt eine Länge von 10-25 m und eine Breite von wenigen Metern. Hämatit scheint dabei zu fehlen. - Magnetit im Kontakt zwischen Hornblendegneis und körnigem Kalk bei Christianssand, zwischen Kalk und Granit bei Drammen, Im Glimmerschiefer eingelagert sind die Vorkommen von Dunderlandsdal und Näverhangen im nördlichen Norwegen mit Hämatit; im südlichen Norwegen sind die wichtigsten an der Küste von Arendal und auf den vorgelagerten Inseln, ebenfalls eingelagert in kristallinischen Schiefern, oft innig verwachsen mit Kalk (nach Bergeat, vgl. auch Th. Scherrer, Ztschr. d. d. geol. Ges. 1852, 31). Ein bedeutendes Lager von Magnetit und Eisenglanz zu Nissedal in Thelemarken im südlichen Norwegen in kristallinen Schiefern (J. H. L. Voot, Geol. Undersögelse 1895 u. Ztschr. f. prakt. Geol. 1903).

Titanomagnetit als Ausscheidung in Gabbrogesteinen auf einigen Inseln des nördlichen Norwegens (C. F. KOLDERUP, Bergens Museum 1898).

o) Rußland. Beim Dorfe Mickailowka im Kreise Winniza in Podolien (im südlichen europäischen Rußland) findet sich ein fast nur aus Magnetit (45 %), Hypersthen (15 %) und Quarz (40 %) bestehendes Gestein (W. Tarassenko, Schriften der Kiewer naturf. Ges. 1901).

Vom Ural sind nach Burkhart (N. Jahrb. 1858, 797 u. ff.) nachstehende Magnetberge erwähnenswert:

- 1. Der südlichste ist der Ulu Utasse Tau auf dem linken Ufer des Uralflusses im Porphyritgebiet. Der Magnitnaja Gora (Magnetberg) erhebt sich aus der Ostabdachung des südlichen Urals am linken Ufer des Uralflusses und besteht im wesentlichen aus Graniten, Dioriten, Syeniten, Diabasen, metamorphen Schiefern und Sedimenten. Magnetit bildet große kompakte Massen, zuweilen in Martit umgewandelt (J. Morzewicz, Mem. Com. geol. St. Petersburg 1901 und Groths Ztschr. 1904, 38, 201 u. 283).
- 2. Der Wissokoja Gora liegt bei dem Eisenhüttenwerk Nischne Tagilsk. Das Magneteisen ist teils dicht, teils feinkörnig; zuweilen ist so viel Kupferkies beigemengt, daß das Erz als Kupfererz verwendet wird (P. Gladkij, Bergjournal St. Petersburg 1888).
- 3. Der Gara Blagodat bei Kieschewa liegt 7 Meilen weiter nördlich und steht im Zusammenhang mit Augitporphyr. Vom Berge Blagodatje beschreibt M. Jerefejew (Verh. d. russ. min. Ges. 1881 u. Groths Ztschr. 6, 198) Kristalle der Kombination {1111{324{2 0 \frac{4}{3}} und \frac{5}{4}6{\frac{6}{5}} O \frac{6}{5}; auf den Magnetitkristallen sitzen häufig rote Granaten oder letztere umhüllen die ersteren. Scheibe (Ztschr. d. d. geol. Ges. 1886, 38) hält es für wahrscheinlich, daß statt der Form {546{ die Form {11.9.7{ anzunehmen sei; }654{, }432{ und }11.9.7{ sind isogonale 48-Flächner.

4. Der Kutschkanar im Kreise Werchoturje des Gouvernements Perm am Ostabhang des Urals steht ebenfalls in Verbindung mit Porphyr; das Magneteisen von dort ist oft stark polar; vom westlichen Abhange stammt der Uwarowit (Zerrenner, N. Jahrb. 1852, 738 und E. Barbo de Murny, Bergjourn. 1902, 2, 243).

5. Magneteisenlager aus dem Distrikt Slatoust im südlichen Ural sind teils an die Kalksteine des oberen Unterdevons, teils an das untere Unterdevon gebunden (A. Krasnopolsky u. Konjuschewsky, N. Jahrb. 1904, I, 85). Die Achmotower Mineralgruben bei Kusinsk, Distrikt Slatoust, liefern Magnetitkristalle von be-

Ferroferrit. 61

trächtlicher Größe und großem Formenreichtum. Korscharow (N. Jahrb. 1850, 343 u. Materialien 3, 49) gibt für Achmatowsk an {111}{100}, {110}{311}, {531}, {21.7.5}. Pictorski fügt hinzu {722}. — Auf den Rjedikorzewschen Perowskitgruben und von der Jeremejewschen Grube im Bezirk Slatoust kommen Pseudomorphosen von Magnetit nach Perowskit vor (P. v. Jeremejew, Verh. d. russ. Ges. 1902 und Groths Ztschr. 24, 503).

Im Bogoslowskschen Revier (Ural) bilden Magneteisen und Martit Stöcke und Nester in den tiefsten Horizonten der Augitgranatgesteine zuweilen in erheblichem Umfange (E. v. Fedorow, N. Jahrb. 1900, I, 344).

Bei Troitzk am Flusse Kosva im Ural siud Magnetitlagerstätten gebunden an kontaktmetamorphe Hornfelse (Duparc u. L. Mrazek, N. Jahrb. 1906, II, 223).

Die Goldseifen des Urals, namentlich im Gouvernement Orenburg an der Sanarka und ihrem Nebenflusse, der Kamenka, führen neben vielen anderen Mineralien Magnetit; er ist nach dem Quarz der verbreitetste Begleiter des Goldes, teils in Körnern, teils in Kristallen. Bemerkenswert sind Kristalle, welche nach einer zweizähligen Achse verlängert sind und deshalb prismatischen Habitus zeigen (Jeremejew, Groths Ztschr. 1889, 15, 535).

In Tuffen und Breccien in der Nähe von Olivindiabasen bei der Hütte Nicolajewski Zawod, Gouvernement Irkutsk, Westsibirien, nach Ansicht von Th. v. Goreckt (Ztschr. f. prakt. Geol. 1903, 11, 148) durch aufsteigende Thermalwässer abgesetzt. — Das Grubenfeld Magnety zwischeu der St. Olga- und der St. Wladimirbucht in Ostsibirien stellt ein wirtschaftlich bedeutendes Lager dar im Kontakt zwischen Granit und Kalk (O. Weigel, N. Jahrb. 1914, Beil.-Bd. 37, 682).

p) Asien. Ostindien. In Ostindien kommen große Massen von Magneteisen vor, u. a. in glimmerführenden Pegmatiten am nördlichen Rande des Hazaribagh Plateaus in Bengalen (Th. Holland, Rep. Geol. Surv. of India 1898).

Ceylon. In kristallinischen Kalken und in Gneis von Point de Galle (A.K. Coomára-Swány, Quart. Journ. Geol. Soc. 1902, 58, 399), ferner bei Yatte Kohila und Arropare, Prov. Uva, und im Sandstein von Pomunagama (Fr. Grünline, Groths Ztschr. 1900, 33, 238).

Sundainseln. In der Krakatau-Asche (bei Java) kleine Oktaeder mit 6·7 % o TiO2, gefallen 1884 (J. W. Retgers, Groths Ztschr. 1886, 11, 419). — In der Bangals-Gebirgsgruppe, nordöstlich von Telok-betong auf Sumatra, treten steile, geschichtete Magnetitlager auf. Das Erz ist dicht bis feinkörnig mit Kristallen in Hohlräumen. Ein zweites Magnetitlager tritt im Way-waya-Erzfeld, südwestlich von Gununy Sugik auf (Müller Herrings u. J. Ebert, Ztschr. f. prakt. Geol. 1909). — Magnetitsande häufig auf Celebes an der Mündung der Flüsse, welche aus vulkanischen Gebieten kommen. Pseudomorphosen von Magnetit nach Augit in einem Konglomerat von Sumalata (H. Bücking, Beiträge zur Geologie von Celebes 1902 u. Groths Ztschr. 40, 318). — Mit Diamant, Gold und Platin auf Seifen in der Umgebung von Matapoeru auf Borneo (Gascuel, Ann. d. mines 1901).

Bis zu 5 m mächtige Magnetitgänge neben den Zinnerzgängen auf den Inseln Bangka und Billiton (R. Beck, Ztschr. f. prakt. Geol. 1898, 121).

Philippinen. Magnetitblöcke bei Paracale in Nord-Camarines auf der Insel Luzon. Magnetitsand im Gebiet des Malaguit-Flusses bei Paracale; in der Umgebung des Batobalani starrt der Boden von zahlreichen Magnetitfelsen; wahrscheinlich kontaktmetamorphe Bildungen von Diorit gegen Kalkstein (F. Rinne, Ztschr. f. prakt. Geol. 1901 u. 1902).

Japan. In großen derben Massen in der Provinz Rikuchiu im Norden von Nippon, und als Sand an der Westküste von Nippon (ZAPPE, Ztschr. f. Berg., Hüttenu. Salinenwesen 1879). — Bei Kamaiski, Prov. Ricuchu Kristalle (110) (111) in der Kontaktzone gegen Granit, ferner bei Minano, Prov. Musashi, bei Kurodake

Prov. Etchu, bei Akadani, Prov. Echigo, bei Sannotake, Prov. Buza, Kristalle {110} {311} {111} häufig mit geschmolzener Oberfläche, und bei Ogushi, Prov. Hizen in Talkschiefer (Т. Wada, Mineralien Japans 1904 u. Jimbo, Notizen zur Min. von Japan 1899). — Bei Yunigigaura, Prov. Rikukuchu, Kristalle {110}, {211}, {221}, {111} (N. Fukuhi, Beiträge zur Mineralogie von Japan 1907).

q) Afrika. Südafrika. Magnetitlagerstätten in den basischen Nachschüben des Bushveldgranits (F. W. Voit, Ztschr. f. prakt. Geol. 1908). — Ansehnliche Ablagerungen in der Nähe der Farm Rhenosterhock, Distrikt Middelburg (G.A.F. Molengraaff, Ztschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 347). — In den diamantführenden Trichtern und Spalten der Monastery Mine (H. S. Harger, Groths Ztschr. 1903, 45, 312). — Auf Zinnerzlagerstätten von Newland in Griqua Land West (R. Beek, Ztschr. f. prakt. Geol. 1898). — In der Gegend der Goldfelder von Marabastad im nördlichen Transvaal Magnetit-Quarzschiefer (J. Götz, N. Jahrb. 1886, 4. Beil.-Bd 164). — Eisensandstein, mit Zement aus Magnetit und Limonit in der Pretoriaebene (G. A. F. Molengraaf, N. Jahrb. 1895, 5. Beil.-Bd. 273).

Südostafrika. Magnetitsand, ausgewaschen aus einem rotlehmigen Verwitterungsboden am Namtshueya, Unterlauf des Ruhuhn Nyassasee; titanhaltiges Magneteisenerz im Gneis am oberen Mbakawa, Uluguru-Gebirge; auf der Hundussi-Höhe am Westabhange des Uluguru-Gebirges Brocken von polarmagnetischem Magnetit; teilweise in Martit umgewandelt im Glimmerschiefer im Kinga-Gebirge am Nyassasee (W. Bornhardt u. B. Kühn, Notizen über Mineralien von Deutschostafrika 1900).

Südwestafrika. Magnetit ist eines der verbreitetsten Mineralien von Südwestafrika; in Knoten im Granit und Gneis, in plattenförmigen Stücken in Quarzgäugen. Bemerkenswert sind nußgroße, mit Glimmer stark verwachsene Dodekader, stark gestreift nach den langen Diagonalen, eingewachsen im Granit bei Tsaolis und bei Okambahe; zierliche, zentimetergroße Oktaeder auf Klüften von Amphibolit im Südosten der Pot Mine; gute Oktaeder im goldführenden Gestein der Pot Mine; große, kilogrammschwere Stücke in fast gangartigem Auftreten bei Kalikontes (G. Gürich, N. Jahrb. 1890, I, 108).

Congo. Magneteisen in großen Massen in den archäischen und paläozoischen Schichten; die wichtigsten Vorkommen bestehen in Linsen, welche besonders den archäischen Schichten in Südkatanga eingelagert sind und oft gewaltige Dimensionen besitzen, so daß man sie zu den reichsten Funden der Erde rechnet (A. J. Wauters, Ztschr. f. prakt. Geol. 1900, 190).

Algier. In der Provinz Constantine ist der Grubendistrikt Mokta-al-Hadid bekannt; Gänge im Glimmerschiefer in der Gegend von Bona (Renou, N. Jahrb. 1847, 235).

- r) Neu Seeland. Derbe Massen und Kristalle (111) in einem lichtgelbgrünen Serpentin-Magnetitsande an der Westküste der Nordinsel an den Nordufern der Flüsse bis zu 90 % des Sandes (E. Parrer, N. Jahrb. 1899, II, 84).
- s) Nordamerika. Ver. Staaten. Oktaeder von der Moriak Mine, N. York, und {111} {110}, {311} von Magnet Cove, Arkansas, einem kleinen Tal, welches nach dem Vorkommen von Magnetit seinen Namen hat. Nach Scheiße (Ztschr. d. d. geol. Ges. 1890, 42, 370) auch Zwillingslamellen nach 3 0 3 {113}, und an Kristallen von Moriak Mine auch solche nach ∞02(210) mit Absonderung nach dieser Fläche. Im südöstlichen N. York zahlreiche Magneteisenlager in Verbindung mit Granuliten unter kristallinischem Kalk (Fr. J. H. Merrill, Am. Journ. of S. 1890, 39, 383). Lager von körnigem Magnetit von Minneville bei Port Henry, N. York, von 3—4 m Mächtigkeit im Gneis, ist das reinste Erz, welches in solcher Menge in den Ver. St. gefunden wird. In der körnigen Masse eingelagerte Kristalle {111} {110} von unregelmäßiger Umgrenzung und mit gestreiften Flächen. Auf {111} geht nach

Ferroferrit. 63

J. F. Kemp (Groths Ztschr. 1891, 19, 183) die Streifung parallel einer Oktaederkante, seltener senkrecht oder nahezu senkrecht dazu. O. Mücge und andere Autoren haben zur Kante parallele Streifung auch von anderen Fundorten beschrieben und auf Zwillingsbildung nach dem Spinellgesetz zurückgeführt. O. Mügge bringt diese Streifung in Zusammenhang mit der lamellaren Struktur oder der Pseudospaltbarkeit nach den Oktaederflächen. Vergrößert erscheinen diese Streifen zackig. J. F. Kemp vermutet, daß die Streifung von einer natürlichen Ätzung herrühre. G. Könio beschrieb Kristalle aus dem körnigen Magnetit als hemiedrische Formen, während KEMP die Oberfläche dieser Kristalle für "Wachstumsstörungen" (?) hält. - Magnetitlager in der Tilly Forster Mine in Puttnam County und im Gneis der Adirondock-Gegend im Staate N. York (D. H. NEWLAND, Econ. Geol. 1907, 2, 263). -Ausgezeichnete Magnetitkristalle {100} {111} {110} {331} {552}, {711} (letztere Form war neu) von ca. 2 mm Durchmesser vom Split Rock, Essex County im Staate N. York (H. P. WITLOCK, N. York Staat-Mus. Bull. 1909, 140, 197). - Hexaeder auf den O'Niel-Gruben in der Grafschaft Orange, N. York (G. LEONHARD, N. Jahrb. 1849, 825). - Als Begleiter von Diamant in Morgan County und Brown County (G. F. Kunz, Min. Res. of the Unit. St. 1902, 82). - Magneteisenlinsen zwischen grünen Schiefern und Eruptivgesteinen und titanhaltiges Magneteisen an verschiedenen Orten im nordwestlichen Ontario (A. P. COLEMANN, N. Jahrb. 1903, II, 340). - Im Iron Springs-Distrikt (Utah) ein großes Erzareal, wesentlich Magnetit und Hämatit (z. Z. bestehen 1600 Grubenaufschlüsse) längs dem Kontakt von Andesit und Kalkspat (C. K. Leith u. E. C. Harder, U. St. Geol. Surv. Bull. 1908, 338). — Zu den bedeutendsten Eisenerzlagern gehören ferner die am Oberen See. - Magnetit von Barringer Hill, Llano County, Texas (F. L. Hess, Groths Ztschr. 1911, 48, 119). -Als Beimengung im Monazitsand im Staate Carolina (G. P. TSCHERNIK, Bull. d. l'Acad. St. Petersburg 1908). - Magnetit vom Big Quinneseg Falls am Menominec-Flussc ist mit Rutil verwachsen; nach G. H. WILLIAMS (GROTHS Ztschr. 1889, 15, 638) soll sich der Rutil aus Ilmenit sekundär gebildet haben; dagegen liegt nach Cathrein (GROTHS Ztschr. 18, 318) nicht Ilmenit, sondern Magnetit vor. - Wie an der Küste des baltischen und des mittelländischen Meeres und an der Meeresküste von England und Neu Seeland, so auch an den Küsten von Nordamerika, Canada und Californien vielfach Magneteisensande (Burkart, N. Jahrb. 1871, 421). Im Magneteisensande vom Eriesee fand E. Classen (N. Jahrb. 1886, II, 197) V2O3 0.28 %, Cr2O3 0.06% und TiO, 5%. - In den Gabbros des östlichen Ontario Magneteisen, welches bis zu 0.6%. Ni enthält; daneben Ti und etwas V, das titanfreic Magneteisen ist auch Ni-frei, enthält aber kleine Mengen Cr und U (W. G. MILLER, N. Jahrb. 1889, II, 223). Im Gneis des östlichen Ontario auftretende Magnetite erweisen sich als frei von Vanadinsäure und fast frei von TiO2 (F. J. Pope, Berg-u. Hüttenm. Ztg. 1899, 58, 556). - Titanhaltiger Magnetit findet sich im Labradoritfels bei Laramie, Wioming (J. F. Kemp, Ztschr. f. prakt. Geol. 1905).

Magneteisenlager von Potter Creek, Sharta Co, Kalifornien, im Kontakt von Diorit und Kalkstein (В. Ревсотт, Americ. Journ. 1908, 26, 14). — Oktaeder und beträchtliche Lager von vorzüglicher Qualität in der Grafschaft Sierra als Gang im Kalkstein und anderen Orten (W. Вьаск, N. Jahrb. 1867, 195).

Canada. An den Mündungen einer ganzen Anzahl von Flüssen am Nordufer des St. Lorenz-Golfes abbauwürdige Magnetitsande (bis zu 50 %), Magnetit). Sie entstammen den kristallinischen Gesteinen des Canadischen Schildes (C. C. Mackenzie, Canada, Dep. of Mines, Ottawa 1912).

Mexiko. Körniges Magneteisen auf den emporragenden Felsgipfeln des Berges Cerro del Mercado hei Durango, während Roteisen bis in die Tiefen hinabreicht; auf den Spalten und Rissen Anhäufungen von Kristallen (K. v. Сняизтясногг, Groths Ztschr. 1879, 3, 632 u. Виккнаго, N. Jahrb. 1858, 783).

t) Südamerika. Brasilien. Magnetit u. a. häufig in Sanden von Andaraky (E. Hussak, Min. petr. Mitt. 1898); Magnetit ferner in dem diamantführenden Cascalho von Agua suja (Derselbe, ebenda 1894, 2, 297) und in einem goldführenden Quarzlagergang von Passagem in Minas Geraes (Derselbe, Ztschr. f. prakt. Geol. 1898, 158). — Magnetit neben Glimmer und titanreichem Pyroxen auf den Magnetitgruben von Ipanema und von Jacupiranga (O. H. Derby, Americ. Journ. 1891, 41, 311 u. E. Hussak, N. Jahrb. 1904, 94).

Im Titanmagneteisen granitischer Herkunft erscheinen eingelagert Zirkon, Korund und Monazit, in solchen aus basischen Eruptivgesteinen häufig Perowskit, Baddeleyit und sekundärer Anatas (E. Hussak, N. Jahrb. 1904, I, 94).

Kleine Antillen. Körner und Kristalle in einem Anorthitauswürfling des Mt. Misery der Insel St. Christopher (G. Fels, Groths Ztschr. 1903, 37, 450).

u) Meteorite. Magnetit findet sich nach Berzelius und Rose auch in Meteorsteinen (H. J. Всякнаят, N. Jahrb. 1856, 267).

Analysen. Die theoretische Zusammensetzung von FeFe2O4 ist:

Es wurde bestimmt:

Magnetit von Scalotta (Çathrein, Groths Ztschr. 1887, 12, 37): I. — Blättriger Magnetit von der Spitze des Silberberges bei Bodenmais (J. Thiel, Inaug-Diss. Erlangen 1891): II. — Magnetitkristalle aus dem Nephelinit von Meiches (Knop, N. Jahrb. 1865, 684): III. — Kristalle von Tavolata (Zambonini, Riv. d. min. e. erist. 1898): IV. — Magnetit von Arendal (Fr. v. Kobell, Jahrb. d. Chem. 1832, 8, 429): V. — von Stjerna in Finnmarken und von Hellevig in Schweden (J. H. L. Vogt, Ztschr. f. prakt. Geol. 1900): VIa, b.

Vom Vogtsberg im Kaiserstuhl (E. Hugel, Inaug.-Diss. Freiburg 1912):

$$\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{FeO} \cdot \text{TiO}_2 + 2 \,\text{Fe}_2\text{O}_3$$
.

Einschlüsse vom Horberig im Kaiserstuhl (Knop, Groths Ztschr. 1877, 1, 64):

$$\begin{aligned} & \text{Fe}_{3}\text{O}_{4} \ \ 69 \cdot 84 \ , \qquad & \text{Fe}(\frac{\text{Fe}}{\text{Ti}})\text{O}_{4} \ \ 11 \cdot 42 \ , \qquad & \text{MgAl}_{3}\text{O}_{4} \ \ 9 \cdot 54 \ , \qquad & \text{MgFe}_{2}\text{O}_{4} \ \ 9 \cdot 40 \ . \end{aligned}$$

	FeO	MnO	MgO	Fe ₂ O ₃	Al_2O_3	Cr ₂ O ₃	Summe	Sonstiges
I.	27.70	0.42	2.09	68.51	1.10	0.55	100.37	
II.	30.85	0.80	May 1	68-11		15	99.76	
III.	51.29	1.75		21.75		ST 1	99.74	TiO, 24.95
IV.	28.90	1	0.70	70.20	100	1 E	100.40	TiO ₂ 0.60
V.	21.48	2.00	N -R	73 - 84	220	The same	100.00	SiO ₂ 2.68
VI a.			3.66	73·87 (+ FeO)	4.06		99.32	$\begin{cases} SiO_2 & 2 \cdot 32 \\ Ti \bullet_2 & 15 \cdot 41 \end{cases}$
b.	30.73	0.46	4.04	39 • 18	6.18		99-98	$\begin{cases} SiO_2 & 1 \cdot 11 \\ TiO_2 & 18 \cdot 28 \end{cases}$

J. BECKENKAMP.

7. Manganoferrit, Jacobsit. MnFe₂O₄.

Oktaeder und körnige Aggregate.

Härte 5.5. Spez. Gew. 4.7607 (nach FLINK). Schwarz glänzend mit schwärzlichbraunem Strich.

Vor dem Lötrohr für sich unschmelzbar, gibt mit Phosphorsalz im Reduktionsfeuer ein grüngelbes, im Oxydationsfeuer bei Zusatz von etwas Salpeter ein violettbraunes Glas, wird, mit Soda auf Platinblech erhitzt, grün.

In HCl langsam, aber vollständig löslich unter schwacher Cl-Entwickelung (Damour, C. R. 1869, 69, 168); spaltet nach G. Flink (Mitt. v. d. Hochsch. Stockholm 1886) nach einem Hexakisoktaeder $200\frac{6}{5}(60.50.3)$.

Vorkommen. Schweden.

Das Mineral wurde zuerst (1869) im körnigen Kalk zu Jacobsberg in Nordmarken, Prov. Wermland in Schweden von Damour entdeckt; es findet sich hier mit Blättchen weißen Glimmers und Körnchen von gediegenem Kupfer. Später wurde das Mineral unter ganz analogen Verhältnissen auf der Grube Långban in Nordmarken (G. Lindström, N. Jahrb. 1878, 208) und auf der Grube Sjögrufvan im Gouvernement Örebro gefunden (L. J. IGLSTRÖM, Bull. d. l. s. min. 1887, 16, 170 u. N. Jahrb. 1890, I, 260). An allen diesen Stellen kommt es nur spärlich vor und ist nur ein unwesentlicher, dem Hausmannit beigemengter Bestandteil. Bei Glakärn (Kirchspiel Linde, Gouvernement Örebro) dagegen bildet er ein Erzlager für sich, dem wohl Braunit eingesprengt ist, aber Hausmannit fehlt hier. Der Jacobsit erscheint hier dicht, auch ganz rein in mehreren Zentimetern breiten Adern und Klümpchen. Der Glakärner Jacobsit sieht ganz so aus wie Magnetit, aber sein Strich ist nicht rein schwarz, sondern braunschwarz (L. J. Igiström, N. Jahrb. 1890, I, 260). Bei Wester Silfberg in Dalekarlien (M. WEIBULL, Min. petrogr. Mitt. 1886, 7, 1.09).

- a) Ungarn. In einem Manganeisenerzlager von Maczkamező (Fr. Kossmat und C. v. Лонх, Ztschr. f. prakt. Geol. 1905, 13, 305).
- b) Bulgarieu. Im Gneis von Debarstica (F. Kovář, Abhd. böhm. Akad. 1900).
- c) Indien. Im Distrikt Vizagapatam (L. Fermon, Mém. geol. Surv. of Indien 1909, 37).

Analysen. Von Jacobsberg (Damour): I. — Von Långban (Lindström): II. — Ljögrufvan (Iglström): III. — Glakärn (Iglström): IV. — Wester Silfberg (Weibull): V.

Das Vorkommen von Wester Silfberg ist nach der Analyse wohl richtiger als ein manganhaltiger Magnetit zu bezeichnen.

	$\mathrm{Fe_2}ullet_3$	$\mathrm{Mn_2}ullet_3$	MnO	FeO	MgO
I.	68.25	4.21	20.57		6 • 41
II.	58.39	6.96	29.93		1.68
III.	51.54-56.25	18.42-12.84	30.04-30.91		
1V.	57.55-60.57		36.74-38.67	MANY TO	
V.	69.31		3.80	26.93	0.72-0.76

J. BECKENKAMP.

8. Zinkoferrit, Franklinit. ZnFe₂O_{4*/}

Gewöhnlich {111} oder {111} {100}; Kristalle an den Kanten und Ecken abgerundet; eingewachsen und aufgewachsen und zu Drusen verbunden; auch in körnigen Aggregaten.

Dichte 5.0-5.1. Härte 6-6.5.

Bruch muschelig bis uneben.

Eigentliche Spaltbarkeit fehlt, aber nach (111) erfolgt Absonderung, sowohl bei Kristallen, als auch bei derben Massen (O. Mügge, N. Jahrb. 1889, I, 246). Eisenschwarz, Strich braun, unvollkommener Metallglanz, in dünnen Splittern blutrot durchscheinend; absolut optisch isotrop (J. Königsberger, C.-Bl. 1908).

Nach Beijerinck (N. Jahrb. 1897, 11. Beil.-Bd. 455) besonders bei höherer Temperatur guter elektrischer Leiter; zuweilen schwach magnetisch durch eingesprengten Magnetit.

Vor dem Lötrohr in gewöhnlicher Luft unschmelzbar, aber bei Anwendung erwärmter Luft zu schwarzem Email schmelzbar (G. Spezia, Groths Ztschr. 1888, 14, 504); leuchtet, in der Zange stark erhitzt, auf unter Funkensprühen; auf Kohle Zn-Beschlag; auf Platinblech mit Soda gewöhnlich Mn-Reaktion; mit Borax ein rotes, nach dem Erkalten braunes Glas; in erwärmtem HCl unter Cl-Entwickelung löslich.

Die Resultate der Ätzversuche am Franklinit von Becke (Min. petr. Mitt. 1885, 7, 200) stimmen im wesentlichen mit denen am Magnetit überein. Franklinit von Sparta, 30 Minuten lang mit 17.5 prozentiger Salzsäure in Siedetemperatur geätzt, gab die gleichen Ätzfiguren wie Magnetit; Hauptätzzone ist die Zone der Triakisoktaeder; Dodekaeder und Oktaeder sind die primären Ätzflächen; bei Anwendung von H₂SO₄ sind die Ätzfiguren etwas weniger deutlich als bei Anwendung von HCl.

Künstlich. Wird Franklinit in der Boraxbleioxydperle aufgelöst, so wird diese undurchsichtig. Nach Auflösung der Perle in SalpeterZinkoferrit. 67

säure bleiben schwarze, undurchsichtige, stark magnetische Oktaeder im Rückstand (W. Florence, N. Jahrb. 1898, II, 144). Ebelmen erhielt nach seinem beim Talkspinell angegebenen Verfahren (1848) Zinkoferrit in schwarzen, sehr glänzenden Oktaedern mit braunem Pulver und dem spez. Gew. 5.122. — A. GORGEU (Bull. d. l. soc. fr. d. min. 1887, 10, 50) dampfte eine Lösung von 1 Äquiv. Natriumsulfat, 1-2 Äquiv. Zinksulfat und 1/4-1/2 Äquiv. schwefelsauren Eisenoxyd ein und schmolz den Rückstand bei heller Rotglut. Dabei wird das ZnSO4 zersetzt unter Bildung von ZnFe, O4. Wenn alles Fe, O3 in dieser Weise verbraucht ist, beginnt die Ausscheidung von ZnO. Bei Anwesenheit einer geringen Menge SiO, bildet sich nach dem Franklinit eine entsprechende Menge Willemit. An Stelle des Zinksulfates kann man auch das Chlorür oder Fluorür verwenden. Gorgeu erhielt Kristalle (111) mit schmalem (110); die kleinsten waren rotbraun durchsichtig, einfach brechend, die größeren (bis 1/4 mm) opak, metallglänzend, mit gelbrotem Strich. Härte 6.5, Dichte 5.33. Durch Zusatz von Mangansulfat kann man auch manganhaltige Kristalle erhalten, welche sich dem natürlichen Franklinit noch mehr nähern. — Daubre stellte Franklinit und Gahnit auf ähnliche Weise dar wie den Spinell (vgl. S. 14, N. Jahrb. 1855, 215).

Der Name Franklinit, nach Benjamin Franklin, stammt von Berthier, welcher das Mineral zuerst analysierte.

Vorkommen. Das Hauptvorkommen ist im körnigen Kalk.

- a) Westdeutschland. In einem quarzigen Eisenstein auf der Grube Victoria bei Eibach in Nassau (К. Косн, N. Jahrb. 1859, 84).
- b) Ver. Staaten. Hauptfundorte sind Sterling Hill, Sparta und Franklin in N. Yersey, mit Quarz und Granat im Kalk. S. Towler (Americ Journ. 1832) fand Franklinit als Begleiter des körnigen Kalkes auf einer Strecke von 9 Meilen in der Grafschaft Sussex in N. Yersey.

Nach Fonda (Sillim. Am. Journ. Ausz. N. Jahrb. 1870, 228) wurde ein Gang von Franklinit bei Centerville, etwa 5 Meilen von Paterson (nördlich von N. York) am Gehänge des Second Mountain aufgeschlossen, begleitet von Rhodonit und Calcit. Ch. Palache (Groths Ztschr. 1910, 47, 578) fand aufgewachsene Kristalle, vermutlich aus der Hamburgh-Grube bei Franklin Farnace, von ganz ungewöhnlichem Aussehen und diamantartigem Glanz. Kanten und Splitter waren mit tiefroter Farbe durchscheinend. Die Ausbildung war kubooktaedrisch mit gelegentlichen Flächen {101} {311} {211} {310} spez. Gew. 5.09.

c) Ural. P. Gladkij (Bergjourn. von St. Petersburg 1888) erwähnt Franklinit von Wyssokoja bei Nischni Tagilsk.

Analysen. C. Rammelsberg fand (N. Jahrb. 1860, 349): I. — Ch. Palache für die Kristalle von der Hamburgh-Grube: II. — G. C. Stone (School of Mines 1887) unterscheidet zwei verschiedene Varietäten: die eine (A) besitzt nur schwachen Glanz, gibt ein braunes bis rötlichbraunes Pulver und löst sich ziemlich schwer ohne Entwickelung von Chlor in HCl; die andere (B) ist glänzender, liefert ein schwarzes Pulver und löst sich leicht in HCl unter Entwickelung von Cl: III. — G. Seyms (Ref. N. Jahrb. 1877, 204) vollständig ausgebildeter (schwach magnetischer) Kristall aus dem Kalk von Mine Hill (IV.) und ein stark magnetisches Aggregat aus unvollständig ausgebildeten Kristallen von Sterling Hill: V.

	$\mathrm{Fe_2O_3}$	Mn ₂ O ₃	ZnO	MnO	Summe	Sonstiges	Spez. Gew.
Theor.	66 • 4	<u>_</u>	33.6		100.00		
I.	65 • 51	13.51	25.30		104.32		
II.	66.58	+	20.77	9.96	97.24	CuO 0.43; MgO 0.34; H ₂ O 0.71	
A III.	47·38— 66·34	-	14·28— 20·26	16·38— 12·31	-		5·215- 5·074
В	60·62— 56·57	6·79— 10·52	19·44— 15·41	12·81— 16·37			5·187- 5·136
IV.	63.40	4.4	23.11	10.46	einschl. Sonstiges 101.58	SiO ₂ 0·17	-
v.	67.42	-	6.78	9.53	100 · 12	SiO_2 0.08; Al_2O_3 0.65; FeO 15.65	-

J. BECKENKAMP.

9. Magnesiochromit, Picotit, Chrompicotit. MgCr204.

Als Magnesiochromit hat Bock 1868 ein im Serpentin zu Grochau am Zobten bei Frankenstein in Schlesien vorkommendes, durch höhen Magnesiumgehalt ausgezeichnetes Chromerz beschrieben. Dasselbe ist von schwarzer Farbe, ohne Metallglanz und hat braunen Strich. Härte unter 6. Spez. Gew. 4.031—4.110; es bildet Knollen in einer berggrünen Gangmasse. Kosmann bestimmte (Ztschr. d. d. geol. Ges. 1892, 44, 359) für dieses Vorkommen:

 ${\rm Cr_2O_3~40\cdot 25,~Al_2O_3~19\cdot 90,~Fe_2O_3~1\cdot 48,~FeO~13\cdot 46,~MgO~16\cdot 79,~SiO_3~7\cdot 80}$ und Spuren von Vanadium.

Der Picotit bildet ein Zwischenglied zwischen Spinell MgAl_2O_4 und Chromit FeCr_2O_4 ; mit ersterem hat er die Härte, mit letzterem das Vorkommen gemeinsam. Er kann aber auch als ein Pleonast angesehen werden, in welchem ein Teil von Al_2O_3 durch Cr_2O_3 ersetzt ist; durch Übergänge sind Picotit und Pleonast miteinander verknüpft. Bald überwiegt Cr_2O_4 , bald Al_2O_4 . Auch beim Pleonast vom Monzoni fand Sandberger deutliche Cr_2O_4 -Reaktion, weniger deutlich beim Pleonast von der Somma (N. Jahrb. 1866, 388). Er wurde benannt zu Ehren des Naturforschers Picot-Lapeyrouse.

In Körnern oder kleinen scharfen Oktaedern.

Dichte 4.08. Härte 8.

Farbe braun bis schwarz; in dünnen Splittern oder mikroskopischen Oktaedern gelb bis bräunlich durchscheinend, gibt ein hellbraunes Pulver.

Guter Leiter der Elektrizität (F. Beijerinck, N. Jahrb. 1898, 11. Beil.-Bd. 455); nicht magnetisch.

In HCl und HF unlöslich.

In Borax und Phosphorsalz schwerer löslich als Chromit, und gibt eine geringere Cr-Reaktion. Picotit hat durchschnittlich 8-44 % Cr₂O₃.

Vor dem Lötrohr für sich unschmelzbar, gibt mit Borax in der Hitze die Reaktion des Eisens, nach der Abkühlung die des Chroms.

Vorkommen im allgemeinen. Gemengteil olivinreicher Gesteine, so namentlich des Lherzoliths und der aus Olivingesteinen hervorgegangenen Serpentine; als Einschluß in den basaltischen Olivinen; seltener als selbständiger Gemengteil in den Basalten. In seiner Paragenese mit dem Chromit übereinstimmend.

Spezielle Vorkommen.

- a) West- und Süddeutschland. Am Finkenberg bei Bonn in halbfaustdicken Klumpen, rein oder fast rein; er wird nur an den allerdünnsten Stellen im
 Schliff gelblichbraun durchsichtig (F. Zirkel, Abh. d. sächs. Ges. d. Wiss. 1903). —
 Vielfach im Olivin, z. B. von Dreiss, Unkel, am Ostheimer Hügel bei Hofheim
 (Hilder, N. Jahrb. 1866, 399). Häufig in den Olivinknollen, selten in der
 eigentlichen Basaltmasse des Stempels bei Marburg, auch im letzteren Falle an
 die Olivineinschlüsse gebunden, welche in HCl unlösliche opake oder braun durchscheinende Körner und oktaedrische Kriställchen bei der Auflösung zurücklassen
 (M. Baver, N. Jahrb. 1891, II, 173, 187, 199 u. C. Friedheim, ebenda 156). Im Pikrit
 der Umgebung von Dillenburg (R. Bravns, N. Jahrb. 1904, 18. Beil.-Bd.). Als
 Tiefenausscheidung im Basalt und in Olivinknollen in einem Tuffschlot am Winterstein bei Nauheim (W. Schottler, Notizbl. d. Ver. f. Erdk. Darmstadt 1916, 5,
 42). Häufig in einem sandigen Septarienton von Flörsheim, selten in der
 Lettenkohle bei Würzburg (H. Thürach, Ber. d. chem. Ges. zu Würzburg 1883 u.
 N. Jahrb. 1885, II, 401).
- b) Tirol. In großer Menge in einem feinkörnigen, grünlichgrauen Sandstein der Gosau-Schichten vom Mattokopf bei Imst (Н. Тнёвасн, Ber. d. chem. Ges. zu Würzburg 1883).
- c) Steiermark. Als Einschluß in Augit der Riegersburg in Oststeiermark (A. Signund, Min. petr. Mitt. 1893, 393).
- d) Ruminien. Braune durchsichtige Körner im Serpentin des Paringu Massivs; meist zerbrochen und durch Chlorit wieder verkittet (G. Munteanu-Murgoci, Inaug.-Diss. München 1900).
- e) Frankreich. Der Lherzolith, welcher an mehreren Orten im Dep. de l'Ariège und besonders in der Umgegend des Sees Lherz verbreitet ist, besteht aus den wesentlichen Bestandteilen: Olivin, Enstatit, Diopsid, zu welchen als akzessorischer Gemengteil der Picotit tritt (A. Damour, Bull. d. l. s. geol. 1862, 29, 413). Verwittert der Lherzolith, so ragen Enstatit, Diopsid und Picotit über den schmutziggelben und weichen Rückstand des Olivins unangegriffen hervor.
- f) Ural. Im Bogoslowskischen Revier in hellbraunen, fast farblosen Körnern im Serpentin (E. v. Fedorow und W. Nikitin, Ann. d. geol. et min. de l. Russie 1899, 3).
- g) Amerika. Ein chromreicher Chrompicotit findet sich in beträchtlichen Massen auf Gängen in den miocänen vulkanischen Gesteinen am Scottie Creek bei Mundorff, Billoetdistrikt, Brit. Columbia; derb, körnig und vergesellschaftet mit blaßgelbem Serpentin, samtschwarz mit halbmetallischem Glanz, in ganz dünnen

Schliffen durchscheinend; Strich graubraun, spez. Gew. 4.239 (A. HOFFMANN, Am. Journ. 1902, 13, 242).

- h) Australien. Bei Bingera in N. Süd Wales enthält ein 2½, Fuß mächtiger Gang im Serpentin, außer Picotit nur noch sehr geringe Mengen von Serpentin; im durchfallenden Licht kaffeebraun; spez. Gew. 3.9 (John W. Judd, Min. Mag. 1895, 11, 56).
- i) Neu Seeland. Chrompicotit in kleinen abgerundeten Oktaedern von schwarzer Farbe, spez. Gew. 4-115 von Dun Mountain (Th. Petersen, N. Jahrb. 1869, 370).

Analysen. Von Lherz (Damour): I. — Von Hofheim (Hilger): II. — Von Stempel (C. Friedheim): III. — Von Du Mountain (Petersen): IV. — Scottie Creek (Hoffmann): V.

Ein Gemenge von Bronzit, monoklinem Augit und Picotit wird als Kelyphit bezeichnet.

	MgO	FeO	MnO	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Cr_2O_3	Summe	Sonstiges
I.	10.30	24.90			56.00		8.00	101.20	Rückst. 2 · 00
II.	23.59	3.85			55.93	11.40	7.23	102.00	laka. —n in
III.	3.12	26.64		6.78	39.91	4	30.00	106 · 45	
IV.	14.08	18.01	0.46	-	12.13	_	56.54	101-22	_
V.	15.01	14.64	1	-	13.83		55.90	99.98	Rückst. 0 - 60

10. Ferrochromit, Chromit, Chromeisenstein, Mitchellit. Fe $\ddot{\mathbb{C}}r_2\mathbf{0}_4.$

Gewöhnlich in körnigen Aggregaten, seltener in Oktaedern.

In Meteoriten von Bendegó fand E. Hussak (Groths Ztschr. 1899, 30, 398 u. N. Jahrb. 1898, II, 27) flächenreiche Kristalle $\{111\}$ O, $\{110\}$ ∞ O, $\{311\}$ 3 O 3, $\{221\}$ 2 O, seltener $\{001\}$ ∞ O ∞ ; ferner Flächen von $\{331\}$ 3 O, $\{441\}$ 4 O, $\{552\}$ O 0, $\{553\}$ O 0, $\{211\}$ 2 O 2, $\{210\}$ ∞ O 2, $\{310\}$ ∞ O 3. — Zwillinge nach dem Spinellgesetz (G. Sukkow, Jahrb. 1834, 647).

Verwachsungen des Chromits mit Rutil und Zirkon beobachtete Knop (Ber. d. 22. Vers. d. oberrh. Geol. Ver.) in Vorkommnissen der Diamantfelder von Jagersfontain, Südafrika.

Spez. Gew. 4.5—4.8.

Bruch unvollkommen muschelig.

Härte 5.5.

Farbe bräunlichschwarz; Strich braun; halbmetallisch bis Fett-glanz; in dünnen Schichten rotgelb bis bräunlich durchscheinend (J. Thoulet, Bull. d. l. s. min. d. Fr. 1879).

Lichtbrechung hoch. Gegen auffallendes Licht verhält er sich wie ein durchsichtiger Körper; der reflektierte Strahl wird teilweise polarisiert, im Maximum bei einem Einfallswinkel von $64^{\circ}30'$, daraus folgt der Brechungsquotient $n=2\cdot096$.

Unmagnetisch, durch eingesprengtes Magneteisen magnetisch; wird der nicht magnetische Chromit im Reduktionsfeuer geglüht, so wird er magnetisch.

Vor dem Lötrohr in gewöhnlicher oder vorgewärmter Luft unschmelzbar und unveränderlich, mit Sauerstoff schwer schmelzbar zu schwarzem Email (G. Spezia 1887). Schmelzpunkt bei 1850° für Chromit von Koswinsky Kama, bei 1670° für Chromit aus dem Dep. d. Var (A. Brun, Arch. d. Soc. phys. et not. Genf 1902, 13, 217), bei 1450° nach Doelter für Chromit von Kraubat.

Säuren sind fast ohne Wirkung; von HF wird in drei Tagen feingepulverter Magnetit völlig gelöst, entsprechendes Pulver von Chromit gar nicht angegriffen (E. Zalinski, C.-Bl. 1902, 647). Chromit, mit Kaliumnitraf geschmolzen, liefert ein helles Cr-Spektrum. Die wäßrige Lösung der Schmelze ist durch K₂Cr₂O₄ gelb gefärbt (A. v. Grammont, C. R. 1898, 126, 1513). Borax- und Phosphorsalzperlen zeigen heiß die Eisenfärbung und werden beim Abkühlen grün.

Pseudomorphosen von Brauneisen nach Chromit bei Jelowka im Bogoslowskischen Revier (Ural) (E. v. Fedorow, Ref. N. Jahrb. 1900, I, 345).

Künstlich. Chromoxyd und Eisenchlorür, in einem mit Kryolith ausgefüllten Tiegel arhitzt, gibt ein blätteriges Aggregat von kristallisiertem Chromoxyd mit kleinen schwarzen Körnchen von Chromit (St. Meunier, Bull. d. l. soc. fr. d. Min. 1887, 10, 187). — Kaliumbichromat, Eisenborat und Eisenfeilspäne, gemengt und bedeckt mit einer kleinen Menge von feingepulvertem Kryolith einige Stunden im Cokesfeuer geschmolzen, liefert Oktaeder und Cubooktaeder vom Chromit (St. Meunier, C. R. 1888, 107, 405).

Enthält ein peridotitisches Magma einen geringen Überschuß von Magnesia und wenig Tonerde, Chromoxyd, so bildet sich Chromit (J. H. Pratt, Amer. Journ. of Sc. 1899, 158, 227). — Chromit und Picotit scheiden sich in einem solchen Magma zuerst aus (J. H. L. Vogt, Ztschr. f.

prakt. Geol. 1894, 381).

Historisches. Chromit wurde um 1799 von dem Fundorte Gassin im Var-Dep. beschrieben, dann in Steiermark, Norwegen, Sibirien, Nordamerika usw. Das Chrom entdeckte darin Fassaert (1799), Analysen gaben bekannt: Klapproth (Chromit aus Steiermark), Laugier (Chr. aus Sibirien). Abich (1831, Chr. von Baltimore) zeigte, daß der Chromit zu den Spinellen gehöre. Moberg wies nach (1848), daß ein Teil des Cr als Oxydul vorhanden sein müsse.

Verwendung. Chromit ist das einzige für die Gewinnung von Chrom in Betracht kommende Chromerz. Chrom läßt sich daraus nach dem Verfahren von Goldschmidt (1895) leicht darstellen. Ein Cr-armer Chromit von Tampadel wurde nicht auf Chrom verarbeitet, sondern zur Darstellung feuerfester Ziegel verwendet. Die Hauptmenge des Chroms wird zur Darstellung von Kaliumbichromat verwendet, welches als Oxy-

dationsmittel dient, ferner zur Herstellung der Chromfarben. Chromit findet aber auch Verwendung bei der Darstellung des $1-2\,^{\rm o}/_{\rm o}$ Cr enthaltenden Chromstahls, welcher die Härte eines sehr kohlenstoffreichen Stahls besitzt, ohne dessen Sprödigkeit zu haben.

Vorkommen. Chromit kommt in den magnesiareichen Eruptivgesteinen (Olivinfels, Serpentin, Pikrit, Basalt) und deren Umwandlungsprodukten vor, ferner in Mg-reichen kristallinen Schiefern und zuweilen auch in körnigen Dolomiten. In dem Olivin der Eruptivgesteine sind Chromit und Picotit als mikroskopische Einschlüsse häufig. Der Dunit enthält Chromspinell neben Olivin als wesentliche Bestandteile. Bei der Umwandlung von chromhaltigem Olivin in Serpentin entsteht neben Magnetit auch Chromit als sekundäres Produkt; aber auch im unverwitterten Olivin kommt Chromit vor; er gehört also auch zu den ältesten primären magmatischen Ausscheidungen.

Häufig ist Chromit auch in Meteoriten.

a) Mitteldeutschland. Im Serpentin des Wachberges und des Rabenberges im Waldheimer Serpentingebirge (Karsten u. v. Dechen, N. Jahrb. 1843, 347).

— Ein 7m mächtiger Gang im Serpentin am Schwarzenberg bei Tampadel und am Harteberg bei Grochau im Zobtengebirge (Niederschlesien) [das Chromeisen enthält hier Magnetit und Spinell als Einschluß (B. Kosmann, Ztschr. d. d. geol. Ges. 1890, 42, 794)], außerdem in kleiner Menge überall im Serpentin des Zobtengebirges (H. Traube, Ztschr. d. d. geol. Ges. 1894, 50).

b) Steiermark. In der Umgebung von Kraubat in Obersteiermark am linken Murufer, [111] mit gerundeten Kanten, mit Peridotit, seit 1810 im Betrieb (Fr. Ryba,

Ztschr. f. prakt. Geol. 1900, 8, 337).

- e) Bosnien. An der Grenze zwischen Serbien und Rumänien bei Alt Orsowa a. d. Donau seit 1858 ergiebiger Bergbau auf Chromeisen, welches putzenweise sich in einem lichten schieferigen Serpentin findet, fein eingesprengt auch in einem grünlichschwarzen Serpentin; außerdem als Findlinge grobkristallinisch fettglänzend. Der Cr₂O₃-Gehalt wechselt zwischen 17—60 %; z. T. in Magnesit und apfelgrünen Chromocker umgewandelt (A. Hofmann, Inaug-Diss. Rostock, N. Jahrb. 1873, 873).—Bei Dubostica, nördlich von Vareš, ausgiebiger Bergbau im Lherzolith; ferner die Grube Milakovar (B. Baumgärtel, Min. petr. Mitt. 1904, 23, 393).
- d) Bulgarien. Beim Dorfe Ferdinandovo im Rhodope-Vorgebirge wurden sehon zur Zeit der türkischen Herrschaft der im Serpentin vorkommende Chromit gewonnen und zur Glasurherstellung verwendet; auch die vom Rhodopegebirge herabfließenden Bäche führen Gerölle von Chromit (F. Kovák, Abh. d. böhm. Akad. 1900).
- e) Griechenland. Chromit findet sich bei Tschopanlåtes (Lamia WNW.), Tshangli (Welestino SW.), Stýrfáka (Lamia WNW.), Lamia (Schloßberg), Pórta panajía (Trikala SW.). Wichtig sind die Lagerstätten von Velestino in Tessalien (V. Hilber u. J. A. Ippen, N. Jahrb. 1904, 18. Beil.-Bd. 52).
- f) Bukowina. Bei Briaza (B. Walter, Jahrb. d. k. k. Reichsanst. 1876, 26, 406).
- g) Serbien. Recht häufig in deu Serpentinen, so bei Rajatz (B. Walter, die Erzlagerstätten Bosniens 1887). In einem Quarzitgange von Suplja Sztena im Avalagebirge, in der Nähe von Belgrad, neben Eisenkies (V. Schafarzik, Földt. Közl. 1885, 4, 296). Als Sand in einem Bach bei Veluče (M. Lazarevice, Ztschr. f. prakt. Geol. 1908, 16, 254). In der Jelica-Planina bei Čučak (C. v. John u. C. F.

EICHLEITER, Jahrb. d. k. k. Reichsanst. 1903, 53, 481). — Ausgebeutet wird Chromit an mehreren Stellen im Vilajet Üsküb (Br. Simmersbach, Ztschr. f. Berg-, Hütten- u. Salinenw. 1904, 52, 515).

- h) Italien. Der zu Marentino bei Turin vorkommende Sand enthält u. a. Chromit in Körnern (L. COLOMBA, Acc. d. Sc. d. Torino 1895/96, 31, 593). Im Sande der Grotta del Bandito im Gessotal in Oberitalien (A. ROCATI, Boll. d. l. Soc. Geol. Ital. 1901, 20, 124).
- i) Frankreich. {110} in den Sanden von Mesvrin bei Autun, ferner bei Gassin im Dep. des Var (A. Michel-Lévy, Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1878).
- k) Norwegen. Die bedeutendsten Vorkommnisse liegen in der Nähe von Tromöe und von Roeraas am NW-Ende des Feragensand und südlich vom Dybrsee; im frischen Bruch sieht der schwarze, fettglänzende Chromit dem Serpentin, in welchem er vorkommt, sehr ähnlich, nach dem Liegen an der Luft sind beide leicht zu unterscheiden (A. Helland, Verh. d. wiss. Ges. z. Christiania 1873). Auf der Insel Hestmandö in frischem Olivin-Enstatitgestein, im Roeraasdistrikt in serpentinisiertem, daher mit Magnetit durchsetztem Gestein (Vogt, Ztschr. f. prakt. Geol. 1894, 384).
- Über das Vorkommen von Chromeisen im Ural hat zuerst G. Rose in seinem Werke über den Ural 1842 eine zusammenhängende Aufzählung geliefert. Das Muttergestein des Chromeisens, der Serpentin, bildet seinerseits Einlagerungen im Talk- und Chloritschiefer. An der Bildung des Serpentins waren nach Rose verschiedene Pyroxengesteine beteiligt (vgl. auch A. Cossa u. A. Arzruni, Groth s. Ztschr. 1883, 7, 1). - Chromit lose im Goldsande von Berjosowsk, wahrscheinlich aus Serpentin (A. ARZRUNI, Ztschr. d. d. geol. Ges. 1885, 37, 865). — Auf Goldseifen, namentlich im Gouvernement Orenburg, in kleinen eckigen braunschwarzen Körnern mit muscheligem Bruch und undeutlicher oktaedrischer Spaltbarkeit; ferner 1-2 mm große glänzende Oktaeder, oft nach einer trigonalen Achse verkürzt, ähnlich auf Platinseifen des Urals (P. W. Jeremejew, Groths Ztschr. 1889, 15, 535). lm östlichen Teile des Bogoslowskischen Reviers erscheinen zwei Serpentinstöcke; als Überrest von primären Mineralien trifft man darin noch Olivin, seltener Diallag und rhombischen Pyroxen; das wichtigste darin ist der Chromit in dichten Massen (E. v. Fedorow u. W. Nikitin, Ann. geol. et min. d. Russie 1899, 3, 91). - Im Bezirk Saranowsk zahlreiche Lagerstätten, besonders im Gouvernement Perm. Beim Dorfe Sabaratowa im transuralischen Baschkirien am Kontakt zwischen Serpentin und einem Diallaggestein (M. P. MELNIKOW, Verh. d. russ. min. Ges. 1888, 375).
- m) Kleinasien. Chromit ist das wichtigste Erz Kleinasiens, stets linsen- oder lagerförmig im Serpentin; der Vorrat ist so bedeutend, daß Anatolien den Bedarf der Welt auf absehbare Zeit decken könnte. Die bis jetzt bekannten Chromitverkommen Kleinasiens liegen in drei Gebieten:
- 1. In der nordwestlichen Serpentinzone des Wilajets Brussa in der Umgebung des Olymps; 2. im Südwesten, Karien, in der Gegend von Donisly und Makri; 3. im Südosten um den Golf von Alexandrette (Kilikien). Viele Vorkommen sind nur wegen Mangel an Beförderungswegen nicht abbaubar (F. Frech, Berg-u. Hüttenm. Ztschr. 1915). Abbauwürdige Gruben von Alabardi bei Dalagardi im Serpentin (A. Philippson, Peterm. Mitt. 1913). Sehr reich sind die Gruben von Tschardy, südlich vom bithynischen Olymp in Anatolien (K. E. Weiss, Ztschr. f. prakt. Geol. 1901, 9, 249).
- n) Japan. Derbe Massen im Serpentin, mit grasgrünem Chromocker bedeckt von Igaputenski an der oberen Mukawa und von Penkemotou, Prov. Iburi; linsenförmige Massen im Serpentin bei Waskidani, Prov. Bungo, und von Yakigama und Sasaguri, Prov. Chikuzon und von Tsumori, Prov. Higo.
 - o) Siidafrika. Häufig in dem Serpentintuff der diamantführenden Trichter

und Spalten, so z. B. bei Jagersfontain (H. S. Harger, Geol. Soc. South-Africa 1905), ferner im Bushveld bei Rhodesia (F. W. Voit, Ztschr. f. prakt. Geol. 1908, 137 u. Knop, Ber. d. oberrh. Geol. Ver. 1889/90) und im "Banket" der goldführenden Konglomerate des Witwatersrandes (R. B. Young, Trans. Geol. Soc. of South-Afrika 1909); Oktaeder auf den Diamantlagerstätten von Newland in Griqua Land West (R. Beck, Ztschr. f. prakt. Geol. 1898, 158).

- p) Ver. Staaten. Chromeisenerze sind in den Oststaaten von Nordamerika ziemlich allgemein verbreitet und zwar treten sie an zahlreichen Orten des großen Ganggebietes auf, welches sich über die meisten der atlantischen Staaten erstreckt; meist stock- oder lagerartig, häufig aber auch gangförmig und als Imprägnation; ausschließlich im Talk- und Chloritschiefer, mit Magneteisen durch alle Übergänge verknüpft. Cr-reiche Varietät von der Woodgutmine, Pennsylvanien, von Bar Hill, Maryland, von Waymannsfarm, Virginien. Cr-ärmere Varietäten sind stets wegen des Magnetitgehaltes magnetisch; Chromit wird in den Ver. Staaten vielfach ausgebeutet zur Darstellung von doppelchromsaurem Kali (O. Dieffenbach, N. Jahrb. 1855, 531). Derbe Massen, bedeckt mit grünen Überzügen in der Grafschaft Monterey, Californien (W. Blake, N. Jahrb. 1867, 195). In einem Serpentin von Chorro Creek, Obisbo Co, Californien (H. Pemberton, Chem. News 1891, 63, 46). Abbauwürdige Lagerstätten bei Burnsville, Yancey Co., Nordkarolina (J. H. Pratt, N. Jahrb. 1904, I, 37 u. Helmhacker, Berg- u. Hüttenm. Ztg. 1897, 56, 31).
- q) Kanada. In dem Black Luke-Distrikt, Prov. Quebec, unregelmäßige Massen und Gänge, nahe dem Kontakt eines Serpentins mit Granitintrusionen (J. H. Pratt, N. Jahrb. 1905, I, 208 u. F. Zirkel, Ztschr. f. prakt. Geol. 1903, 11, 89).
- r) Australien. Neu South Wales, reiches Erzlager bei Nundle, Jundugai, Tamworth und Ipswich im Pine Mountain-Distrikt (A. Liversidee, Journ. and Proc. of the R. Soc. N. S. Wales 1884 u. 1887 und R. W. E. Mac Ivor, Chem. News 1888, 57, 1).
- s) Neu Seeland. Abbauwürdige Mengen an mehreren Stellen, u. a. bei Wooded Peak in Olivin- und Serpentingesteinen häufig kugelige Aggregate (R. W. Emerson Mucivou, Chem. News 1888 u. v. Hochsteter, Ztschr. d. d. geolog. Ges. 1864, 16, 341).
- t) Neu Caledonien. Derb kristallin, körnig, blätterig und oktaedrisch in Serpentin an verschiedenen Orten (A. Liversidge, Groths Ztschr. 1885, 9, 568 u. A. Bernard, Ztschr. f. prakt. Geol. 1897, 257).
- u) Borneo. Auf den Diamantfeldern im Südosten von Borneo (Gascuel, Ztschr. f. prakt. Geol. 1902, 158).
- v) Sehr häufig in Meteoriten (H. J. Burkart, N. Jahrb. 1856, 267; Hausmann u. Wöhler, ebenda 1857, 322; B. Doos, ebenda 1892, J, 91; L. H. Borgström, Geol. Fören, Stockholm 1908; E. Cohen u. E. Weinschenk, Ann. d. k. k. Naturw. Hofmuseums Wien 1891, 5, 131; H. Laspeyres, Groths Zischr. 1897, 27, 599; J. Lawrence Smith, Americ. Journ. 1881, N. Jahrb. 1882, I, 365; F. Berwerth, Groths Zischr. 1904, 38, 320).

Aualysen. Die älteste Analyse ist von Abien (Inaug.-Diss. Berlin 1831, Poce. Ann. 23, 305 u. Jahrb. 1832, 3, 288).

Chromit von Cuba (J. C. Booth u. C. Lea 1842): I. — Chromit von Panke-Jyaputeushi (T. Wada, Mineralien Japans): II. — Chromit von Penkemotou (T. Wada, Mineralien Japans): III. — Chromit von Oita Bungo, Japan (E. Divers, Chem. News 1881, 44, 217): IV. — Chromit von Chorro Creek (H. Pemperton, Chem. News 1891, 63, 46): V. — Chromit von Kraubat (Ryba, Ztschr. f. prakt. Geol. 1900, 339): VI. — Chromit von Nordkarolina und zwar: VIIa. Price Creek, VIIb. Cormodum Hill, VIIc. Webster (J. H. Pratt, Americ. Journ. Sc. 1899, 7, 281).

Pratt betrachtet das Mineral als eine Mischung von drei Bestandteilen:

$$a = \text{FeOCr}_2\text{O}_3$$

$$b = \mathrm{MgOCr}_2\mathrm{O}_3,$$

 $c = MgOAl_2O_3$.

VIIa ist dann ungefähr = 10a + 1b + 2c,

VIIb = 9a + 1b + 2c,

VIIc = 1a + 1b + 2c.

Wegen der großen Abweichung des Vorkommens VIIc schlägt Pratt für dieses den Namen Mitchellit vor, zu Ehren des Professors Eliska Mitchell von Nord-Carolina.

	MgO	FeO	MnO	$\mathrm{Cr_2O_3}$	Fe ₂ O ₃	Àl ₂ O ₃	Summe	Sonsti	ges
I.	14.290	24.516		38.742		22.454	100.002		
II.	7.83	18 • 25		59.12	A- N	8 • 18	99.98	Unlösl.	6.60
ш.	12.32	17.93		49.40		9.07	100.36	CaO Unlösl.	2·00 9·64
IV.	9.17	28 · 27	-	59.30		0.80	99.12	SiO ₂	1.58
V.	14.02	12.73	0.16	56.96	3.81	12.32	100.00	-	
VI.	9.70	9.10		56.20	1 1 8	13.70	99•40	CoO SiO ₂	6.4
VIIa.	4.42	25.02	0.92	59.20	-	7.15	99.91	SiO ₂	3.20
b.	5.22	25.68	0.69	57.80	-	7.82	100.01	SiO ₂	2.80
c.	17.31	13.19	-	39.95	-	29.28	99.73	HIT SAL	

J. BECKENKAMP.

b) Rhombische Reihe.

Chrysoberyll, Cymophan, Alexandrit. BeAl₂O₄.

Chrysoberyll.

Rhombisch:

a:b:c=0.4707:1:0.5823 (Melczer).

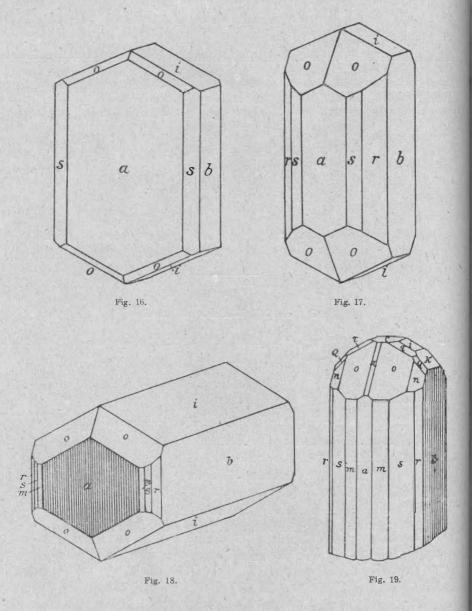
Beobachtete Formen:

- $a\{100\} \propto \bar{P} \propto$, $b\{010\} \propto \check{P} \propto$, $c\{001\} \circ P$.
- $o\{031\}3 \ P\infty, \ k\{021\}2 \ P\infty, \ i\{011\} \ P\infty.$
- $x\{101\} \bar{P} \infty$, $x\{203\} \frac{2}{3} \bar{P} \infty$.

- $o\{111\} P, \eta\{113\} \frac{1}{3} P.$
- β {511}5 \bar{P} 5, α {311}3 \bar{P} 3, v{211}2 \bar{P} 2.
- τ {277} $otin \frac{7}{2}$, l{133} otin 3, w{122} otin 2, ψ {11.20.20} $otin \frac{7}{2}$.
- $f\{10.1.10\}\ \bar{P}\ 10,\ g\{515\}\ \bar{P}\ 5,\ h\{313\}\ \bar{P}\ 3.$
- $(r)\{161\}\ 6\ \breve{P}\ 6,\ \pi\{131\}\ 3\ \breve{P}\ 3,\ n\{121\}\ 2\ \breve{P}\ 2,\ p\{232\}\tfrac{3}{2}\ \breve{P}\tfrac{3}{2}.$
- ω {7.10.8} $\frac{5}{4}$ P $\frac{10}{7}$, φ {1.18.9} 2 P 18, Q {142} 2 P 4.

Die Flächen a sind stets, die Flächen b häufig parallel zur vertikalen Achse gerieft.

Habitus. Die seltenen einfachen Kristalle sind entweder tafelförmig nach $a\{100\}$ oder säulenförmig nach der Achse c. Der Habitus



der Kristalle wird durch vorstehende Figuren (Fig. 16, 17, 18 und 19) angedeutet.

Tabelle der berechneten Winkel.

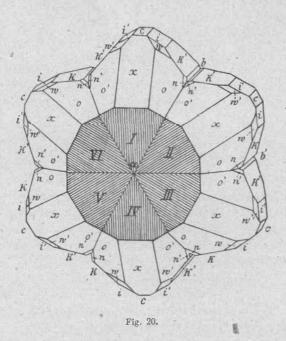
$$a: x =$$
 $(100): (101)$
 $= 38^{\circ}57'$
 $o =$
 $(\bar{1}11)$
 $= 71^{\circ}6'$
 $o =$
 (111)
 $= 43^{\circ}5$
 $x =$
 (101)
 $= 30^{\circ}15$
 $l =$
 (210)
 $= 13^{\circ}15$
 $\eta =$
 $(\bar{1}13)$
 $= 49^{\circ}0$
 $m =$
 (110)
 $= 25^{\circ}13$
 $\tau: o =$
 $(277): (\bar{1}11)$
 $= 63^{\circ}52$
 $s =$
 (120)
 $= 43^{\circ}17$
 $a =$
 $(\bar{1}00) = 107^{\circ}2$
 $r =$
 (130)
 $= 54^{\circ}42$
 $\psi: a =$
 $(11.20.20): (100)$
 $= 59^{\circ}33$
 $q =$
 (140)
 $= 62^{\circ}2$
 $o =$
 (111)
 $= 16^{\circ}27$
 $l =$
 (010)
 $= 90^{\circ}0$
 $i =$
 (011)
 $= 30^{\circ}27$
 $b: k =$
 (011)
 $= 59^{\circ}47$
 $w: o =$
 $(7.10.8): (111)$
 $= 7^{\circ}22^{\circ}19$
 $b: k =$
 (001)
 $= 90^{\circ}0$
 $a =$
 (142)
 $= 22^{\circ}19$
 $x: o =$
 $(101): (111)$
 $= 20^{\circ}6$
 $a =$
 (100)
 $= 50^{\circ}7$
 $a =$
 $(101): (111)$

Zwillinge. Die Annäherung sowohl von $\varrho:\varrho$, $(031):(03\overline{1})$ an $59^{\circ}34'$ als auch von i:i, $(011):(0\overline{1}1)$ an 60° läßt häufige Zwillingsbildung, sei es nach ϱ oder nach i, erwarten. In beiden Fällen fallen die Flächen a(100) der beiden Individuen in eine Ebene.

Fr. Naumann (Lehrb. d. Kr. 1830, II, 259) beschreibt solche Zwillinge: "Am Chrysoberyll, für welchen sehr nahe $a:b:e=\sqrt{3}:3:\sqrt{2}$, tritt nicht selten eine Zwillingsbildung nach dem Gesetze ein: Zwillingsachse ist die Normale einer Fläche $P\infty$, oder auch eine Fläche von $P\infty$; da die Polkante von $P\infty$ sehr nahe an 120° , oder jene von $P\infty$ sehr nahe P00 sehr nahe P00 sehr nahe P00 sehr nahe unter P00 sehr nahe unter P00 sehr nahe unter P00 sehr nahe P00 des einen Individuums der Fläche P00 des anderen beinahe parallel wird und umgekehrt. Die Zwillingsbildung wiederholt sich zu-

weilen mit geneigten Zusammensetzungsflächen, und dann entstehen sternförmige Drillingskristalle". Solche zyklische Bildungen führen den Namen Alexandrit (Fig. 20).

Fr. Hessenberg (Abh. d. Senkenbergschen naturf. Ges. z. Frankfurt 1861, 4, 24 und N. Jahrb. 1862, 871) entschied sich für die Deutung Zwillingsebene ist eine Fläche von ϱ (031), dagegen betrachtet N. v. Kokscharow (Mem. d. l'Acad. d. sc. d. St. Petersburg 1862, 5, 2) wenigstens bei den Alexandriten Flächen von i (011) als Zwillingsebenen. Der ganze Zwillingsstock der Fig. 20 soll einen Durchwachsungsdrilling darstellen: I und IV, II und V, III und VI sollen also jedesmal nur ein Individuum bilden. Die gemeinsame Mittellinie der inneren Winkel der Individuen III und VI z. B. soll demnach den Schnitt der Zwillingsebene für die Individuen I und II geben, welche aber nach einer Fläche ϱ (031) mit-



einander verwachsen sind: die Flächen o, und o, müßten zum gleichen Individuum gehören, ebenso o', und o', die beiden Kanten von o müßten also parallel jener Mittellinie sein und die beiden Flächen o müßten gegen a die gleiche Neigung haben; dasselbe gilt für die beiden Kanten von o' und die beiden Flächen o'; da nun aber andererseits der zu a senkrechte Schnitt durch die Halbierungslinie von III und VI Zwillingsebene, d. h. Spiegelebene sein soll, so müßten auch o, und o', die gleiche Neigung gegen a haben, ebenso o', und o,, d. h. o, und o', müßten in eine Ebene

fallen. Ist dagegen (031) Zwillingsebene, dann berechnet sich aus dem angegebenen Achsenverhältnis für zwei benachbarte Flächen o und \bullet jedesmal ein einspringender Winkel von 0° 35'.

FRISCHMANN (Sitzungsber. d. bayr. Akad: 1867, I, 429) kam zu dem Schlusse, daß sowohl die sibirischen Alexandrite, wie auch die amerikanischen Zwillinge Juxtapositionszwillinge nach (031) seien.

A. Cathrein (Groths Ztschr. 1862, 6, 259) beobachtete niemals ein Zusammenfallen der Flächen o zu beiden Seiten der Zwillingsgrenze, sondern meist einspringende Winkel, welche dem berechneten Werte

einigermaßen entsprechen; einen beobachteten ausspringenden Winkel erklärte er durch Störungen des Kristalls an der Zwillingsgrenze.

G. Melczer (Groths Ztschr. 1900, 33, 248) hatte bessere Kristalle aus Brasilien und beobachtete nur einspringende Winkel zwischen 33—34′, so daß nur eine Zwillingsbildung nach (031) in Frage kommen kann.

A. Liffa (Groths Ztschr. 1902, 36, 614) bestimmte an einem Sechsling von Ceylon die Winkel zwischen n, o und b und verglich die beobachteten Winkel mit den unter der Annahme von Juxtapositionszwillingen nach (031) aus dem Achsenverhältnisse von Melczer berechneten Werten. Er fand (vgl. Fig. 20):

$n_{_{\mathrm{II}}}:n_{_{\mathrm{IV}}}'$	gemessen 16° 12'	berechnet 15°56'	$o_{ii}:o'_{ii}$	gemessen 39°18′	berechnet 39°10′
$n_1:n_{\mathbf{v}}$	17 21	17 47	o',: o,	40 34	40 41
$b_{ii}:b'_{iv}$	60 15	60 48			
$b'_{\mathbf{I}}:b_{\mathbf{v}}$	58 39	58 24			

Läge ein Penetrationszwilling nach (110) im Sinne Kokscharows vor, dann müßten die gegenüberliegenden Winkel jedesmal gleich sein; die Beobachtung entscheidet jedoch zugunsten der Annahme von Juxtapositionszwillingen nach ρ (031).

Die Zwillingsbildungen des Chrysoberylls, besonders die Sechslinge des Alexandrits neigen zu Gebilden, welche äußerlich hexagonalen Formen sehr ähnlich sind. In der pseudohexagonalen Erscheinung liegt gewissermaßen die Aufforderung, das in der Zwillingsbildung wie ein regelmäßiges Sechseck erscheinende Pinakoid zur Basis zu machen, wie es zuerst Schrauf vorgeschlagen hat; dann stellen die Pyramidenflächen ein scheinbar hexagonales $P\{10\overline{1}1\}$ dar; das vertikale Prisma mißt dann $119^{\circ}47'$ statt 120° . Wird die Form $\{122\}$ als Grundpyramide genommen, dann wird das Achsenverhältnis:

$$a:b:c=0.579906:1:0.939958$$
,

und dieses hat große Ähnlichkeit mit dem des Be0 und des Be. In rhombischer Deutung erhält Be0 das Achsenverhältnis:

$$a:b:c=0.57735:1:0.94135.$$

Der Winkel P: oP wäre in der veränderten Aufstellung des Chrysoberylls 118°5′; er ist bei BeO 117°58′, bei Be 118°43′ (RINNE, N. Jahrb. 1894, I, 17). — Ein ähnliches Achsenverhältnis, wie der Chrysoberyll BeAl₂O₄, besitzt der Olivin, Mg₂SiO₄, nämlich:

$$a:b:c=0.4657:1:0.5865$$

worauf zuerst G. Rose, dann Dana, G. vom Rath und Sadebeck (Sitzungsber. d. naturf. Freunde zu Berlin 1870) aufmerksam machten. Das Mole-

kularvolumen des Chrysoberylls BeAlAlO $_4$ ist 36, das des Olivins MgMgSiO $_4$ ist 44 (G. T. Priori, Min. Mag. 1903, 13, 217). Der chemisch dem BeAl $_2$ O $_4$ näherstehende Spinell MgAl $_2$ O $_4$ kristallisiert dagegen regulär. Bezeichnen wir die halbe Oktaederkante mit g, die Höhenlinie der Oktaederfläche mit g, den senkrechten Abstand zweier paralleler Oktaederflächen mit g, dann ist:

```
g: l: o = 0.57735: 1: 0.94281 = 1: 1.7321: 1.6330.
```

Beim a-Tridymit ist nach Mallard:

```
a:b:c=0.57735:1:0.9544=1:1.7321:1.6533 nach G. vom Rath.
```

Es verhält sich somit der Chrysoberyll zum Spinell wie der rhombische α-Tridymit zum regulären β-Cristobalit (vgl. J. ΒΕCKENKAMP, Kristalloptik S. 567). J. ΒΕCKENKAMP erklärt diese Beziehung dadurch, daß er auch für den nicht regulären Kristall in diesem Falle ein reguläres Punktsystem annimmt, von welchem aber nicht alle Punkte durch Atomschwerpunkte besetzt sind (Leitfaden der Kristallographie S. 372 u. 373).

Chrysoberyll, Berylliumoxyd und Beryll müssen daher auch in Beziehung zum regulären System gebracht werden; der chemischen Analogie zwischen Chrysoberyll- und der Spinellgruppe entspricht daher auch eine geometrisch-kristallographische. — Außer mit Olivin vergleicht J. Blaas (Min. petr. Mitt. 3) den Chrysoberyll auch mit Hypersthen. Wird bei Hypersthen als Grundform {122} gewählt, dann wird:

```
a:b:c für Hypersthen 0.4817:1:0.5787,

" Chrysoberyll 0.4707:1:0.5823,

" Olivin 0.4660:1:0.5866.
```

Haidinger nahm als Achsenverhältnis für den Chrysoberyll an:

a:b:c=0.470:1:0.580 entsprechend der späteren Aufstellung von Melczer,

Schrauf a:b:c=0.580:1:0.470, er vertauscht also die Achsen a und c von Haidinger,

Des Cloizeaux a:b:c=0.579:1:0.466 entsprechend der Aufstellung von Schrauf.

Den ersten kritischen Beitrag zur Kenntnis der geometrischen Konstanten des Chrysoberylls liefert Haidinger (Pogg. Ann. 1849, 17, 228); er fand, daß die von Phillips angegebenen und die aus den Angaben von Mohs berechneten Winkel beträchtlich voneinander abweichen, und daß auch die von Des Cloizeaux angegebenen Werte nur als annähernde zu betrachten seien.

Spez. Gew. nach Ebelmen 3.759, Fr. v. Kobell fand das spez. Gew. vor und nach dem Glühen unverändert 3.73 (Sitzungsber. d. bayr.

Akad. 1878). M. v. Schwarz fand das spez. Gew. an Krystallen aus Ägypten 3.5-3.8.

Bruch muschelig.

Spaltbarkeit nach (010) ziemlich deutlich, nach (100) undeutlich. Härte 8.5.

Glasglanz auf Bruchflächen fettartig.

Farbe grünlichweiß, spargel-, oliven-, gras-, smaragdgrün; auch schwefelgelb mit ausgezeichnetem Trichroismus. W. Haidinger erwähnt zuerst (Pogg. Ann. 1849, 77, 228) den Pleochroismus des Chrysoberylls:

a kolombinrot, b orangegelb, c smaragdgrün.

Die Färbung des Alexandrits wird nach L. Hlawatsch (Min. petr. Mitt. 1903, 23, 500) durch einen geringen Chromgehalt verursacht; auf (100) eines tafelförmigen Kristalls von Takowaja war bei Tageslicht b gelb, c blaugrün, bei elektrischem Glühlicht war b gelbrot; das Spektrum für parallel c schwingende Strahlen ergab im violetten und gelben Teil dieselben Absorptionsstreifen, wie eine verdünnte Lösung von Chromoxydkali, d. h. violett bis zu $\lambda=0.46~\mu$ ausgelöscht; im Gelb tritt ein dunkles Band zwischen $\lambda=0.57$ und $0.64~\mu$ auf, außerdem noch zwei scharfe Linien bei $\lambda=0.64$ und 0.67, welche beim Chrysoberyll fehlen. Die Banden im Gelb lösen sich bei greller Beleuchtung in drei Streifen auf. Strahlen parallel b ergeben im Violett dieselbe Absorption, aber im Gelb eine erheblich schwächere.

Die optische Untersuchung der Chrysoberyllkristalle ergibt einen komplizierten inneren Bau aus Anwachspyramiden und konzentrischen Zonen; die einzelnen Zonen unterscheiden sich hauptsächlich durch Variationen des Achsenwinkels; die Partien mit kleinerem Achsenwinkel besitzen einen bedeutend höheren Wert von 2 V für gelbes Licht, als für rotes und blaues. Durch Erhitzen auf 1030° C. steigt die Doppelbrechung in einem Schnitt senkrecht zur ersten Mittellinie bedeutend an; die Änderung ist bei sinkender Temperatur völlig umkehrbar.

Des Cloizeaux (Sur l'emploi des propr. opt. 1, 59 u. 2, 28) bestimmte die Brechungsquotienten für gelbes Licht nach der Prismenmethode an Kristallen aus Brasilien zu

$$\alpha = 1.7470, \quad \beta = 1.7484, \quad \gamma = 1.7065.$$

Er fand (Ann. d. mines 1859, 14, 364) in den mittleren und randlichen Teilen einer und derselben Platte große Differenzen; für einzelne Teile des Spektrums liegen die optischen Achsen in einer zur gewöhnlichen Achsenebene senkrechten Ebene. Zum Teil ist $v > \varrho$ (z. B. bei Kristallen von Greenwood in Maine), dann ist V für Rot ca. 0°, für Blau ca. 70°; zum Teil ist $\varrho > v$, dann sind die Achsenwinkel schwankend bis zu 60° für Rot und 20° für Blau.

E. Mallard (Bull. soc. min. d. Fr. 1882, 5, 214) fand an Platten senkrecht zur ersten Mittellinie neben normal sich verhaltenden Partien auch solche mit unvollkommener Auslöschung, in welchen der Achsenwinkel weit kleiner ist, und die Achsen zum Teil in einer zu den übrigen senkrechten Ebene liegen. Diese Erscheinung, welche in ähnlicher Weise bei Prehnit beobachtet wird, erklärt Mallard durch Übereinanderlagerung von Chrysoberyllpartien in gekreuzter Stellung, welche dadurch möglich werden, daß das Molekularnetz in zwei Richtungen Dimensionen besitze, welche sich durch einfache Zahlen aufeinander zurückführen lassen (zwei Achsen der Grundform verhalten sich wie 4:5). Die Erhitzung vermag die Zwillingsbildung zu verändern, indem sich hierdurch die anomalen Partien in optisch homale verwandeln.

G. MELCZER (GROTHS Ztschr. 1900, 23, 251) fand an zwei Prismen I und II von Ceylon:

		I			II	
	y	β.	α	γ	β	α
Li	1.7487	1.7431	1.7406	1.7508	1.7449	1.7419
Na	1.7530	1.7470	1.7443	1.7550	1.7492	1.7462
Tl	1.7566	1.7503	1.7474	1.7586	1.7530	1.7501

Die Lichtbrechung ist somit stark; die Brechungsquotienten sind auch bei Kristallen vom gleichen Fundort ziemlich verschieden, nach Melczer infolge eines etwas verschiedenen Eisengehaltes oder auch einer verschiedenen Färbung.

Die Stärke der Doppelbrechung ist dagegen ziemlich konstant,

für Na-Licht ist
$$\gamma - \beta = 0.006$$
, $\beta - \alpha = 0.003$,

also nur schwach.

Ebene der optischen Achsen (010); erste Mittellinie die Vertikale.

Charakter der Doppelbrechung positiv. Wahrer Winkel der optischen Achsen:

Von drei orientalischen Katzenaugen fand H. RÖSLER (GROTHS Ztschr. 1902, 36, 264) das eine fast ohne Dispersion, das andere mit gekreuzten Achsenebenen wie beim Brookit, das dritte hatte ganz anomale Cassinische Linien in zitronengelbem Grunde.

Der Lichtschein am Chrysoberyll beruht nach A. K. COOMARASWAMY (Off. Handb. of the Ceylon 1904) auf der Anwesenheit feiner Kanäle, welche symmetrisch in den Kristallen eingewachsen sind.

Durch Erhitzen entfärbter Chrysoberyll nimmt durch ultraviolette Strahlen eine andere Färbung an (C. Deelter, Die Farben der Mineralien 1915, 50).

Gegen Röntgenstrahlen ist Chrysoberyll ziemlich durchlässig; er steht zwischen Talk und Quarz (C. Doelter, N. Jahrb. 1896, 2, 92). — Nach A. Miethe (Ann..d. Phys. 1906, 19, 663) bleiben Chrysoberyll und

seine Varietäten Katzenauge und Alexandrit bei der Behandlung mit Radiumstrahlen unverändert.

Die elektrische Leitfähigkeit des Chrysoberylls nimmt mit der Temperatur zu, aber eine Polarisation ist nicht nachweisbar. C. Doelter nimmt an, daß er metallische Leitfähigkeit besitzt, daneben bei höherer Temperatur auch elektrolytische (Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1910, 109, 49).

Chemisches. In der Oxydations- und in der Reduktionsflamme mit warmer Luft unschmelzbar, mit Sauerstoff leicht zu einer dunkelgrünen Perle schmelzbar, die aus Nädelchen und Blättchen besteht (G. Spezia, Attiod. Acad. d. sc. Torino 1887). — Wird, mit Kobaltsolution erhitzt. blau. Säuren sind ohne Wirkung; in Ätzkali und in Kaliumbisulfat löslich.

EBELMEN (Ann. d. Chim. 1847, 22, 213 u. C. R. 1851, 32, 713) stellte Kristalle von 5-6 mm Länge künstlich dar durch Schmelzen von Al₂O₂ (6.00) und BeO (1.62) mit Borsäure (5.00) bei Zusatz von CaCO₂; er fand die Formen a, b, i, m, o und Zwillinge wie bei natürlichen Kristallen; spez. Gew. 3.759. — H. St. Cl. Deville und H. Caron (C. R. 1858, 46, 764) erhielten herzförmige Zwillinge durch Zersetzen der Dämpfe von AlF3 und BeF2 mit Be2O3 bei Weißglut. - Ein Gemenge von Tonerde und Berylliumoxyd mit einem Alkalisulfat erhitzt, gibt Chrysoberyll in perlmutter- bis diamantglänzenden rhombischen Tafeln; am reinsten aus 100 Teilen Al, O3, 40 BeO, 650 NaKSO4, 150 C. Löst man Al, O3 und BeO in gewöhnlichem Nephelin auf, so kristallisiert beim Erkalten der Schmelze Chrysoberyll aus (P. Hautefeuille u. A. Perrey, C. R. 1888, 106, 487 u. Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1890, 13, 147). — Die deutsche Edelsteingesellschaft in Idar stellt so vollkommen durchsichtigen Alexandrit dar, wie ihn die Natur niemals liefert, sonst mit allen natürlichen Eigenschaften dieses Minerals, namentlich dem Farbenwechsel bei natürlicher und künstlicher Beleuchtung; bei Tageslicht sind die Steine grün, allerdings etwas blasser als die natürlichen, bei künstlichem Licht ausgesprochen violett (H. WILD, C.-Bl. 1908).

Historisches (nach Fr. v. Kobell). Der Name Chrysoberyll (von χουσός, Gold und Beryll) findet sich bei Plinius, angeblich für eine Varietät des Berylls. Der Chrysoberyll wurde lange Zeit mit dem Chrysolith verwechselt. Klaproth analysierte ihn 1795, übersah jedoch das BeO, welches zuerst H. Seybert 1824 darin fand. — G. Rose zeigte 1843, daß die früher im Chrysoberyll gefundene SiO₂ unwesentlich sei und die Mischung 80·28.0/0 Al₂O₃ und 19·72.0/0 BeO enthalte, daß aber ein Teil des Al₂O₃ durch Fe₂O₃ ersetzt sei. — Haüy nannte das Mineral Cymophan (χῦμα, Welle und φανός, leuchtend) wegen des Opalisierens und bestimmte zuerst seine Kristallisation. — G. Rose (Pogg. Ann. 1839, 48, 570) und Des Cloizeaux (Ann. d. Min. 1845, 329) haben die Kristallform dann genauer untersucht. — Den eigentümlichen Farbenwechsel von dunkelsmaragdgrün und kolombinrot, je nachdem die Kristalle bei

reflektiertem und transmittiertem Lichte betrachtet werden, entdeckte v. Perowsky 1834. — Lenz und Haidinger beschrieben 1849 den Trichroismus. Da diese Farbenerscheinung den uralischen Chrysoberyll besonders kennzeichnet, so machte v. Nordenskiöld den Vorschlag, diesen Alexandrit zu nennen, da das Mineral am Tage der Volljährigkeit des Großfürsten Alexander Nicolajewitsch am Ural entdeckt wurde, wozu noch kommt, daß Grün und Rot die militärischen Farben des russischen Reiches waren.

Verwendung finden die schöngefärbten durchsichtigen Chrysoberylle oder auch die einen Lichtschein zeigenden (Cymophane) zur Herstellung geschätzter Edelsteine.

Vorkommen im allgemeinen. Eingewachsen in kristallinischen Schiefern und im Pegmatit, sowie lose in den Edelsteinseifen.

Durch Ausschlämmen und Trennen der Mineralien aus Verwitterungsprodukten fand C. Rösler (Groths Ztschr. 1902, 36, 264) häufig auch Chrysoberyll, z. B. aus Zweiglimmergranit (Karlsbad in Böhmen), aus Kaolinerde (Zettlitz bei Karlsbad, Fischern bei Tirschenreut), aus Kaolinsand (Hirschau bei Amberg), aus Kaolinton (Wildstein bei Eger).

a) Mähren. Chrysoberyll vom Schinderhübel bei Marschendorf, unweit Zöptau, wurde 1819 von Bolewsky entdeckt (Mitt. d. Mähr. Schles. Ges. f. Ackerbau 1824, 413); die zuerst gefundenen Kristalle zeigten die Formen a, b, c, i, s, r. F. Kolenati fügte 1854 die Form o, V. v. Zepharovich x und m hinzu. Außer tafelförmigen Kristallen finden sich dort auch säulenförmige mit u \{100\{, b\}010\{, r\}130\{, s\}120\{, u\}230\{, m\}110\{, o\}111\{, i\}011\{ (Fr. Slavik, Groths Ztschr. 1904, 39, 303). Der Chrysoberyll findet sich hier in einem schieferigen Pegmatit; die meist nach u tafelförmigen Kristalle liegen parallel zur Schieferung und sind begleitet von Spinell, Almandin und Beryll, grünlich bis wasserhell, glasglänzend, bis 8 mm lang und 2 mm dick.

Fr. Kretschmer (Min. petrogr. Mitt. 1894, 14, 156 u. 183, sowie 1911, 30, 85) unterscheidet bei den seltenen einfachen Kristallen zwei Typen: beim ersten kommen entweder a, l, i allein, oder mit c, s und r vor; der zweite Typus zeigt a, l, r, s, u, m, o, i Die Zwillinge sind herzförmige oder dreieckige Juxtapositionszwillinge nach ϱ (031). Kretschmer glaubt außerdem auch knieförmige Juxtapositionszwillinge nach (011) gefunden zu haben, welche nie allein, sondern in zyklischer Wiederholung auftreten; die Richtigkeit der Deutung dieser Zwillinge wird jedoch von anderer Seite angezweifelt. — Das Vorkommen von Marschendorf galt lange Zeit als das einzige von Europa (vgl. G. vom Rath, Groths Ztschr. 1881, 5, 253, und die vorhin erwähnte Angabe von Rösler).

b) Böhmerwald. Akzessorisch in Form zierlicher mikroskopischer Körner in einem turmalinführenden Granitaplit bei Zuzlawitz am Opolonec-Hügel im Wolynkatal (J. Woldfick, Abh. d. böhm. Akad. 1901).

c) Italien. Im oberen Veltlin, in der Gegend von Sondalo wurde Chrysoberyll in einem quarzreichen Pegmatit in reichlicher Menge gefunden, begleitet von Granat, aber ohne Beryll, teils dünne Lamellen nach (100), teils schwalbenschwanzförmige Zwillinge nach (031); gelblich- bis olivengrün, wenig durchsichtig mit rauher Oberfläche. Beobachtete Formen a, b, s, i, o, n. Das Vorkommen gleicht dem von Marschendorf (L. Brunatell, Groths Ztschr. 1899, 31, 81 u. G. Linck, Jenaische Ztschr. f. Naturw. 1899, 33, 345). — Im Pegmatit von Olgiasca am Comersee

ein Kristall in Quarz eingewachsen, hellspargelgrün, spaltbar ziemlich leicht nach b (010) (E. Repossi, Atti d. Congr. d. Nat. in Milano 1906, 246).

- d) Norwegen. In einem Pegmatitgang bei dem Hofe Nuteland in Ireland (Saetersdalen) bis 7 cm große Kristalle, meist Drillinge, Dichte 3.73 (J. Schetelig, Norsk. geol. titschr. 1913).
- e) Rußland. In einem feinkörnigen Pegmatit bei Helsingfors; kleine Kriställchen mit den Formen a, b, m; auch Zwillinge und Drillinge nach ϱ (031), Dichte 3·64; das Vorkommen gleicht dem von Marschendorf (H. B. Geinitz, N. Jahrb. 1868, 183; 1869, 355 u. Wiik, N. Jahrb. 1869, 356).

In den Glimmerschiefern am Flusse Takowaja, ostwärts Katharinenburg am Ural, in den Gruben, welche die Smaragde und die Phenakite liefern (G. Rose, Poog. Ann. 1839, 48, 570). — Die mit dem Namen Alexandrit belegte Form des Chrysoberylls findet sich in schönen großen Kristallen mit den Formen o, b, a, i, m, s. Die Flächen sind meist glatt und glänzend; die Kristalle oft zu Drusen vereinigt; manche bis zu 9 cm Durchmesser, gewöhnlich 1—4 cm; Dichte 3·644; Farbe meist dunkelgrasgrün bis smaragdgrün, zuweilen gelblichgrün; ausgezeichnet pleochroitisch; bei Tage erscheint er wie Smaragd, bei Kerzenlicht wie Amethyst. Neben Smaragd und Phenakit finden sich in den Gruben noch Rutil, Apatit und Flußspat (N. v. Kokscharow, Mem. d. l'Acad. d. sc. d. St. Petersburg 1862, 5, 2).

C. Klein (N. Jahrb. 1869, 548) fand an Kristallen vom Takowaja, außer den von HESSENBERG (1861), KOKSCHAROW (1862), DANA (1868) angegebenen Formen noch k (021) und c (001). Derselbe Autor gibt (N. Jahrb. 1871, 484) eine Winkeltabelle der Formen x \101\, k \021\, w \122\, u \230\, d \160\. — A. CATHREIN (GROTHS Ztschr. 1882, 6, 257) erkannte an den Alexandriten vom Takowaja das Zwillingsgesetz nach o (031). - P. v. Jeremejew (Bull. d. l'Acad. d. sc. d. St. Petersburg 1898, 8) gibt für das Vorkommen vom Takowaja die Formen o, n, m, s, a an und glaubt außer dem gewöhnlichen Gesetze ein neues Zwillingsgesetz nach o (111) erkannt zu haben, bei welchem die Normale zu o Zwillingsachse sei. - G. Melczer faud (Groths Ztschr. 1900, 33, 240) an 15 vom Takowaja stammenden Kristallen der Seligmannschen Sammlung das von ihm berechnete Achsenverhältnis (vgl. S. 75) bestätigt. -Schwefelgelbe Gerölle von Chrysoberyll mit den Formen m, s, r, b, a und der Dichte 3.835 in einigen Goldseifen des südlichen Urals im Lande der Orenburgschen Kosaken in der Nähe des Flusses Sanarka, zusammen mit Euklas; daneben auch Chrysoberyll in Kristallen und Geröllen von grasgrüner Farbe (N. v. Kokscha-Row, Bull. d. l'Acad. d. sc. d. St. Petersburg 1861, 4, 563).

f) Ceylon. Die meisten Chrysoberylle für den Edelsteinhandel werden auf Ceylon gewonnen, bis zu dem Gewichte von 100 Karat; gelb, grün, braun, während am Ural Steine von mehr als 1 Karat selten sind. Auch grüne Kristalle von der Form des Alexandrits und solche mit dem charakteristischen Lichtschein des Cymophans kommen auf Ceylon vor. Katzenaugen von Chrysoberyll sind ganz auf Ceylon beschränkt. Die besten Stücke stammen aus den Edelsteingruben von Morawak Koral, von wo auch der schöne Alexandrit herkommt. M. Bauer (N. Jahrb. 1897, 2, 106) beschrieb zuerst ein Bruchstück eines Kristalls von Ceylon mit den Flächen a, b, s, o, n. - Fr. Grünling brachte von Ceylon u. a. drei gelblichgrüne Kristalle mit, von welchen der eine 2 cm groß, die beiden anderen etwas kleiner waren. G. Melczer (Groths Ztschr. 1900, 33, 240) fand an diesen die Formen u, b, c, x, i, k, l*, m, s, r, q*, o, n, f*, g*, h*, p*; die mit * bezeichneten Formen waren für den Chrysoberyll neu. - V. Goldschmidt und H. Preiswerk (Groths Ztschr. 1900, 33, 453) beschreiben einen Fünfling von Ceylon; sie fanden als neue Form Q. — A. Liffa (Groths Ztschr. 1902, 36, 606) untersuchte vier Kristalle von Ceylon aus dem ungarischen Nationalmuseum; sie waren schwefelgelb, diamantglänzend; am glänzendsten waren die Prismen dritter Art. Als neue Formen fand

er: π , η , τ , ψ , ω , φ , dazu die bis dahin nur als Zwillingsfläche bekannte Form ϱ 031.

- g) Japan. Im Zinnsande von Takajama, Prov. Mino, blaßgrüne Drillingskristalle von 2·5 mm Durchmesser (Котова Jімво, Journ. Coll. Tokyo 1899, 11 и. Т. Wada, Mineralien Japans 1904).
- h) Südwestafrika. In Pegmatiten zwischen Hope Mine und Narramas bis zollgroße Tafeln, ähnlich den von Marschendorf (G. Gürich, N. Jahrb. 1890, I, 103).
- i) Ver. Staaten. In Pegmatit von Haddam in Connecticut (A. Dameur, Ann. d. chim. et d. phys. 1843, 7, 173 u. Journ. f. prakt. Chem. 1843, 30, 35). Dieses Vorkommen wurde 1810 von Bruce entdeckt und zuerst für Korund gehalten; von Haüy als Chrysoberyll erkannt (vgl. G. Leonhard, N. Jahrb. 1849, 814).

Häufige Zwillinge von Chrysoberyll mit Turmalin, Granat und Apatit bei Greenfield (N. York) und von Manhattan (N. York) (G. F. Kunz, Washington D. C. 1902). — Verschiedentlich in Maine (Stoneham, Canton Norway, Stow.), aber nicht immer in schönen Kristallen (N. H. Percy, Amer. Journ. of Sc. 1885, 263).

Ausgrabungen in der Stadt N. York lieferten im Pegmatit herzförmige Zwillinge von gelblichgrüner Farbe, den Dimensionen $8 \times 10 \times 14$ mm und den Formen $a, b, i, \bullet, n, s, m, x, g$ (A. J. Moses, Groths Ztschr. 1902, 35, 423; W. G. Levison, N. Jahrb. 1902, I, 399 u. H. P. Whitlock, N. York St. Mus. Bull. 1912, 158).

- k) Canada. Ein Kristall von 55 g im Pegmatit in der County of Muskinonge, Prov. Quebec, am Rivière du Porte; pseudohexagonale Pyramide. Dichte 3.52 (Nevil Norton Evans, Amer. Journ. of Sc. 1905, 19, 316).
- l) Brasilien. Ein schöner spargelgrüner Kristall und viele große Geschiebe von Minas Novas (M. Hörnes, N. Jahrb. 1846, 777). Als Begleiter des bahianischen Diamantes in stark abgerollten Körnern, in abgerollten einfachen Kristallen und herzförmigen Zwilligen (E. Hussak, Min. petr. Mitt. 1899, 18, 343).

Analysen. Connecticut (Damour 1842): I. — Helsingfors (Geinitz 1868/69): II. — Canada (Evans 1905): III.

	BeO	FeO	Al_2O_3	· Fe ₂ O ₃	Summe	Sonstiges
I.	18.46		75.26	4.03	99 • 20	SiO, 1.45
II.	17.81	4.10	79.77		101.68	_
III.	17.78	200	76.76	6.07	100.61	

J. BECKENKAMP.

c) Hexagonale Reihe.

Plumboferrit (PbO, FeO, MnO) Fe₂O₃.

Hexagonal rhomboedrisch?

Scheint nach Th. Vogt (Norsk geol. Tidsskrift 1910) mit Eisenglanz isomorph und von Basis und Grundrhomboeder umgrenzt zu sein; wurde nur auf der Sjögrube in Kristallen von 1 mm Durchmesser gefunden, sonst nur in blätterigen Massen.

Absonderung anscheinend nach dem Grundrhomboeder.

Am Jacobsberg mit Einschlüssen von feinen Cu-Fäden und hier meist mit Jacobsit gemengt.

Härte 5.

Farbe etwas heller als die des Franklinit.

Strich und Pulver hellrot, ähnlich wie beim Hämatit.

Wird vom Magneten nicht angezogen.

Chemisches. Leicht löslich in HCl unter Cl-Entwickelung, läßt einen Rückstand von Chlorblei. — Kaustisches Kali zieht beim Kochen Bleioxyd aus.

Vor dem Lötrohr mit Phosphorsalz geschmolzen, gibt das Mineral nur Fe-Reaktion; allein auf Kohle dagegen reichlichen gelben Bleioxydbeschlag.

Vorkommen bis jetzt nur auf Schweden beschränkt. Auf der Manganerzgrube von Jacobsberg in Nordmarken, Wermland, Schweden; in eigenen Gängen von ungefähr 5 cm Breite im körnigen Kalk, außerdem in den Jacobsit führenden Gängen. Später auch auf der Sjögrube in Schwerspat eingewachsen gefunden (L. J. IGLSTRÖM, Ofvers a. K. Vet.-Ak. Förh. 1881 u. GROTHS Ztschr. 1891, 19, 167; 1895, 24, 129).

Analysen nach Iglström von Jacobsberg: I; von der Sjögrube: II. Plumboferrit ist also chemisch gewissermaßen ein Franklinit, welcher aber PbO statt des ZnO enthält, oder ein Jacobsit, mit PbO statt des MnO.

	PbO	FeO	MnO	MgO	Fe ₂ O ₃	Summe	Sonstiges
I.1	23.12	10.68	2.20	1.95	60.38	100.00	CaO 1.67
П.	32.60	9.21			57.67	103.00	CuO 3.52

Also annähernd 2FeFe2O4 + PbFe2O4.

Zweite Gruppe.

Basische und überbasische Salze zweiwertiger Metalle.

- 1. Hambergit (HO)Be₂BO₃ oder BeOH·BeBO₃.
- 2. Pinakiolith MnO₂·BO₂·Mg₂O.
- 3. Ludwigit FeO₂·BO₂·Mg₂O.
- 4. Sussexit $(Mn, Mg, Zn)H \cdot BO_3$ oder $[(Mn, Mg, Zn) \cdot OH]BO_2$.
- 5. Szajbélyit, Boromagnesit [Mg·OH]Mg[OH]₂·4BO₂.

1. Hambergit

gilt als ein basisches Salz der Borsäure H₃BO₃, bei welcher 2H durch Be und 1H durch BeOH ersetzt sind.

Rhombisch

$$a:b:c=0.79876:1:0.72669$$
 (W. B. Brögger).

Beobachtete Formen.

 $\begin{array}{l} a\{100\} \propto \bar{P} \propto, \ b\{010\} \propto \bar{P} \infty, \ e\{001\} \bullet P. \\ l\{410\} \propto \bar{P} 4, \ n\{210\} \propto \bar{P} 2, \ m\{110\} \propto P, \ h\{230\} \propto \check{P} \frac{3}{2}. \\ e\{011\} \check{P} \infty, \ d\{104\} \frac{1}{4} \check{P} \infty. \\ r\{112\} \frac{1}{2} P, \ v\{221\} 2 P?. \\ s\{212\} \check{P} 2, \ u\{121\} 2 \check{P} 2, \ y\{122\} \check{P} 2. \\ x\{362\} 3 \check{P} 2, \ z\{321\} 3 \check{P} \frac{3}{2}(?). \\ w\{132\} \frac{3}{2} \check{P} 3, \ q\{123\} \frac{3}{2} \check{P} 2, \ t\{124\} \frac{1}{2} \check{P} 2. \end{array}$

Von Brögger wurden gemessen:

$$(010): (110) = 51^{\circ} 23',$$
 $(100): (110) = 38^{\circ} 54',$ $(011): (0\overline{1}1) = 72^{\circ} 1',$ $(110): (011) = 69^{\circ} 8'.$

Die Kristalle sind meist nach der vertikalen Achse verlängert.

Die Endflächen gewöhnlich matt und meist geätzt, a {100} vertikal gestreift. Eine Tabelle der aus dem obigen Achsenverhältnisse berechneten Winkel geben V. Goldschmidt und Fr. C. Müller (Groths Ztschr. 1911, 48, 480).

Zuweilen Zwillinge nach m(110).

Auf a(100) reihen sich parallel (010) dreiseitige Figuren an, welche W. J. Sokolow (Ann. d. l'Inst. d. mines St. Petersburg 1910, 2, 394) für

Höhlungen von ausgelaugten Einschlüssen, A. LACROIX und B. C. BURTON (Records of the Geol. Surv. of India 1913, 43, 168) für Ätzfiguren halten.

Dichte 2.347.

Spaltbarkeit vollkommen nach b(010), weniger nach a(100).

Härte 7.5.

Farblos bis graulichweiß, durchsichtig bis durchscheinend, starker Glasglanz.

Optische Achsenebene (010); positive Doppelbrechung, c erste

Mittellinie:

Li Na Tl
$$2 V = 86^{\circ} 50'$$
, $87^{\circ} 7'$, $87^{\circ} 24'$

(W. C. Brögger, Groths Ztschr. 1890, 16, 65).

Brechungsquotienten nach W. C. Brögger nach Fr. C. MÜLLER

Li	Na	Ti	Na
$\alpha = 1.5542$	1.5595	1.5693	1.5542
$\beta = 1.5891$	1.5908.	1.5928	1.5885
$\gamma = 1.6294$	1.6311	1.6331	1.6285

also starke Doppelbrechung: $\gamma - \alpha = 0.0752$ (Li), 0.0716 (Na),

0.0638 (Tl).

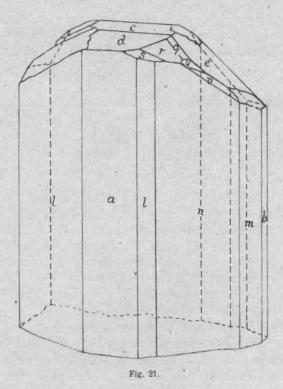
Vor dem Lötrohr unschmelzbar, löslich in HF. Das Röntgenogramm fanden H. Haga und F. M. Jäger zuweilen nicht völlig übereinstimmend mit der rhombisch holoedrischen Symmetrie, erklärten jedoch die Abweichungen von der letzteren in einer späteren Arbeit durch Störungen des molekularen Baues (Proc. Kon. Akad. van Wetensch. to Amsterdam 1914, 17, 430 ff.).

Historisches. Den ersten Kristall beschrieb W. C. Brögger (Groths Ztschr. 1890, 16, 65) aus einem kleinen Gang von 10—20 cm Mächtigkeit am Festlande, in der Nähe von Hegeråen, Norwegen, bestehend aus Feldspat, Glimmer und Barkevikit. Der Kristall war 3.5 cm lang, 1.5 cm dick und breit, der Kristall hatte die Flächen m, a, b, e; Brögger benannte ihn nach A. Hamberg.

A. Lacroix berichtete dann über ein häufigeres Vorkommen von Imalo, unweit Mania auf Madagaskar, ferner von Anjanabonoana auf Madagaskar (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1909, 32, 320; 1910, 33, 49; 1912, 35, 76). V. Goldschmidt und Fr. C. Müller (Groths Ztschr. 1911, 48, 473) fanden an Kristallen vom letzteren Fundorte die Flächen: c. b, k, d, r, p, v(?), s, u. y, w. q, t (vgl. Fig. 21). Die Kristalle stammten aus der Sammlung des Wiener Hofmuseums, welches dieselben von der Mineralienhandlung J. Böhm in Wien bezogen hatte, und waren meist groß; nach Lacroix erreichen sie in der Regel eine Länge von 4 cm, ein Kristall mißt $9 \times 5.5 \times 3$ cm; während J. Drugmann und V. Goldschmidt (Groths Ztschr. 1912, 50, 596) einen gut ausgebildeten Zwillingskristall von 7:10:20 cm Länge und 1.6 kg Gewicht mit den Formen

c, b, a, m, n, e, d, r beschrieben. Der Hambergit von Imalo liegt mit Danburit zusammen in einer roten Erde.

R. C. Burton (Records of the Geol. Surv. of India 1913, 43, 168) beschreibt einen Zwillingskristall von 1.5 cm Länge mit den Flächen a. b, c, m, p aus den Gruben im Granitschutt, welcher auf Saphir ausgebeutet wird, bei Kashmir in Indien. Das Muttergestein ist nach seiner Ansicht überall Pegmatit.



Analysen. Die Formel (HO)Be, BO, ergibt:

BeO 53.29, H₂O 9.55, B₂O₃ 36.72,

H. Bäckström fand an Material von Jacobsberg (Grotts Ztschr. 1890, 16):

BeO 53.29, H₂O 10.03, B₂O₃ 36.72,

A. LAGROIX an Kristallen von Madagaskar (Bull. soc. fr. min. 1910, 33, 33):

BeO 54.80, H₂O 10.95, B₂O₃ 35.10.

J. BECKENKAMP.

2. Pinakiolith.

Der Pinakiolith kann betrachtet werden als ein basisches Salz der beiden analogen Säuren O=Mn-OH und O=B-OH; als Basis würe anzunehmen die Gruppe - Mg-O-Mg-, deren beide freie Valenzen an Stelle der beiden H-Atome der genannten Säuren treten; ungefähr ¼ des Magnesiums ist dann aber durch zweiwertiges Mangan vertreten. Beim Ludwigit tritt an Stelle des dreiwertigen Mangans dreiwertiges Eisen (vgl. P. Groth, Chemische Kristallographie 1908, II, 751).

Rhombisch.

Pinakiolith bildet kleine Kristalltäfelchen mit etwas langgezogenem rektangulärem Umriß bis zu $6\times3\times1$ mm.

Beobachtete Formen $\{010\} \infty \norm{P} \infty$ und $\{310\} \infty \norm{P} 3$.

$$(310): (3\overline{1}0) = 31^{\circ} 4'.$$

Häufig Zwillinge nach (011) $\check{P}\infty$; zuweilen Durchkreuzungszwillinge; aus den Zwillingen ergibt sich:

 $(011):(0\overline{1}1) = 60^{\circ}55',$

woraus dann folgt:

a:b:c=0.83385:1:0.58807;

zuweilen auch nach der c-Achse stengelig.

Die Kristalle sind mitunter im Innern hohl.

Spaltbar vollkommen nach (010).

Spez. Gewicht 3.881.

Härte 6, sehr spröde.

Farbe rein schwarz, Glanz stark metallisch; (010) glänzend und gut spiegelnd, die Prismenflächen matt; Pulver bräunlichgrau, wird durch heftiges Glühen schwarz.

Sehr dünne Schliffe sind durchscheinend und stark pleochroitisch: Parallel der c-Achse (Richtung der mittleren optischen Elastizität) größte Absorption, fast undurchsichtig;

parallel der b-Achse (Richtung der größten optischen Elastizität) mittlere Absorption, tief rotbraun;

parallel der a-Achse (Richtung der kleinsten optischen Elastizität) rotgelb.

Ebene der optischen Achsen (001), spitze negative Bisectrix parallel der b-Achse, scheinbarer optischer Achsenwinkel in Luft ungefähr 60°.

Chemisches. In konzentrierter HCl löslich, verdünnte Säure wirkt nicht merklich. Im Gebläsefeuer schmelzen dünne Lamellen sehr schwierig zu schwarzer, nicht magnetischer Schlacke. Mit Kaliumbisulfat und Flußspat färbt das Mineralpulver die Flamme intensiv grün; mit anderen Flußmitteln gibt es starke Reaktion auf Mangan.

Vorkommen. Das Mineral wurde von G. Flink (Groths Ztschr. 1891, 18, 361) auf den Mangangruben von Lång banshyttan, Wermland (Schweden), entdeckt und nach seiner Form (πινάπιον kleine Tafel, λίθος Stein) benannt. Es kommt hier im körnigen Kalk zusammen mit Hausmannit vor, welcher dort als Erz abgebaut wird. Der Pinakiolith findet sich in besonderen Streifen und Bändern im Dolomit, und die Kristallamellen liegen oft einigermaßen parallel orientiert. Neben Pinakiolith kommen noch Tephroit und einige andere Mineralien untergeordnet vor.

W. C. Brögger (Groths Ztschr. 1891, 18, 377) faßt die beiden Mineralien Pinakiolith und Ludwigit als Glieder einer größeren morphotropischen Reihe auf, der unter anderen auch der Chrysoberyll angehören soll. Um die kristallographische Ähnlichkeit auch in der chemischen Formel anzudeuten, schreibt er

 $Chrysoberyll \,=\, (Be_2O)_2[(AlO)_4O_3]_2 \;, \qquad Pinakiolith \,=\, (Mg_2O)_2(MnO)_2[BO_3]_2 \;.$

H. Bäckström (Geol. Fören Förl. 1895, 17, 257) fand im körnigen Dolomit von Långban ein in bezug auf chemische Zusammensetzung, spezifisches Gewicht, Härte und optische Eigenschaften sich dem Pinakiolith ähnlich verhaltendes Mineral, dessen Achsenverhältnis aber mit diesem nicht in Einklang zu bringen ist. Das Mineral ist stengelig, ohne Pinakoide und ohne Zwillingsbildung; es herrscht ein Prisma vor, welches einen Winkel von $68^{\circ}36'$ einschließt, woraus a:b=0.6823:1 folgen würde.

Die Analyse ergab:

 B_2O_3 13.92, Fe_2O_3 10.52, MnO 46.95, O 3.45, CaO 1.35, PbO 1.22, MgO 22.36, SiO₂ 0.76; Summe 100.55.

Analyse. FLINK stellt für den Pinakiolith die Formel auf:

 $(MgO)_3 \cdot B_2O_3 \cdot MnO \cdot M_2O_3$.

Diese Formel erfordert:

 B_2O_3 16.71, MgO 28.64, MnO 16.94, Mn₂O₃ 37.71 (d. h. Mn₂O₄ 54.65).

FLINK fand für die auf 100 reduzierten. Werte:

 B_2O_3 16.05, MgO 29.30, Mn_3O_4 50.63, Fe_3O_4 2.12, CaO 1.12, PbO 0.78. J. Beckenkaup.

3. Ludwigit.

Rhombisch

$$a:b:c=0.988:1:?$$

Radialfaserige Aggregate. E. Mallard (Ann. d. mines 1887, 12) fand daran folgende Prismenwinkel:

beobachtet

$$(110): (1\overline{1}0) = 89^{\circ} \, 20', \qquad (110): (310) = 27^{\circ} \, 4' \qquad (110): (120) = 17^{\circ} \, 4'$$

berechnet

$$26^{\circ}\,26'$$
 $18^{\circ}\,30'$

Dichte 3.907-4.016.

Härte 2; zähe, schwer zersprengbar.

Farbe schwarzgrün ins Schwarze, Seidenglanz bis Glasglanz, Strichpulver schwarzgrün; mit einem Stich ins Violette.

Spaltbarkeit. Durch Schlag zerfällt das Mineral in durchscheinende, meist prismatische Splitterchen, welche bräunlichgrün erscheinen und sehr stark pleochroitisch sind, dunkelblau, wenn der Nicolhauptschnitt parallel zur Längsrichtung der Splitter liegt und grün in der dazu senkrechten Lage. Ein Blättchen zeigte den Hyperbelast einer nicht ins Gesichtsfeld fallenden optischen Achse. Seine Lage läßt auf eine zur Längsrichtung der prismatischen Splitterchen senkrechte Ebene der optischen Achsen schließen; Kristallsystem also wohl rhombisch. A. F. Renard (Bull. d. l'Acad. r. d. Belg. 1885, 9, 547).

Chemisches. Feine Splitter schmelzen schwierig zu schwarzer magnetischer Schlacke. Mit Flußmittel geschmolzen, gibt der Ludwigit die Reaktion auf Eisen, durch Säuren wird er leicht zersetzt; verdünnte Salzsäure löst das feine Pulver schon in der Kälte, in der Wärme sehr rasch. Dié Lösung ist gelb und gibt mit Ammoniak einen schwarzbraunen Niederschlag; durch Schwefelsäure etwas schwieriger löslich, die Lösung ist grün (G. TSCHERMAK, Mineral, petrogr. Mitt. 1874, 59).

Künstlich. Ebelmen erhielt durch Zusammenschmelzen von 25 g Fe₂O₃, 20 g MgO und 25 g B₂O₃ Kristalle von der Zusammensetzung Mg₆Fe₆B₄O₅, und der Dichte 3.85. Mallard maß an diesen Kristallen

$$(110):(1\overline{1}0) = 89^{\circ}10'$$
 $(100):(120) = 62^{\circ}40'$

und vermutete aus der Gleichheit der Winkel eine Identität dieser künstlich dargestellten Kriställchen mit dem Ludwigit.

Der Ludwigit verwandelt sich nach F. Berwerth (Min. petrogr. Mitt. 1874, 247) in Limonit um, wobei in untergeordneter Menge noch Talk, Brucit, Magnesit und Calcit auftreten.

Vorkommen. Das von A. Veszely der Wiener Sammlung geschickte Mineral, welches G. Tschermak untersuchte, kommt nach Veszely (Min. petrogr. Mitt. 1874, 65) im südlichen Teile des Erzzuges von Morawitza im Banat, und zwar im kristallinischen Kalk in Begleitung von Magneteisen vor. Dünne Schnürchen von Magneteisen durchziehen zuweilen den Ludwigit. — V. v. Zepharovich (Jahresber. des Ver. Lotos in Prag 1877) fand an derselben Stelle außer feinfaserigen auch dünnstengelige Varietäten mit brauner Blende, Kupferkies und wenig Magnetkies.

W.T. Schaller (Groths Ztschr. 1911, 48, 548ff.) beschrieb Ludwigit von Philipsburg, Montana, Ver. St., welcher von F. Mac Donald gesammelt war und ebenfalls dem metamorphen Kalk entstammend mit Magnetit zusammen vorkommt; das Mineral bildet hier kleine radialfaserige Sphärolithe von dunkelgrüner bis schwarzer Färbung; Pleochroismus meergrün, kastanienbraun.

Analysen. Nach Schaller kommt dem Ludwigit vom Banat die Formel

zu. Der Ludwigit von Montana hat weniger FeO, dafür mehr MgO, während das Verhältnis:

$$B_2O_3: Fe_2O_3: (FeO + MgO)$$

dasselbe ist wie beim Ludwigit vom Banat. Schaller nimmt deshalb die Anwesenheit eines FeO-freien Magnesiumferrimagnesiumborats

$${\rm MgO \cdot Fe_2O_3 \cdot 3\,MgO \cdot B_2O_3}$$

an, welches in isomorpher Mischung mit Ferroferrimagnesiumborat

$$\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2 O_8 \cdot 3 \, \text{MgO} \cdot B_2 O_3$$

im Ludwigit von Montana mit $57\,^{0}/_{0}$ vorkomme. Die allgemeine Formel des Ludwigits wäre somit

$$x(MgO \cdot Fe_2O_3 + 3MgO \cdot B_2O_3) + y(FeO \cdot Fe_2O_3 + 3FeO \cdot B_2O_3)$$
.

Die Analyse des von Tschermak beschriebenen Minerals nahm Prof. E. Ludwig in Gemeinschaft mit L. Sipöcz vor, nach welchem Tschermak dasselbe benannte (Min. petrogr. Mitt. 1874, 60). Dasselbe Vorkommnis wurde von J. Edward Whitfield (Americ. Journ. Sc. 1887, 34, 281) untersucht. Endlich hat W. T. Schaller das Vorkommen von Philipsburg analysiert und mit dem vom Banat verglichen.

- I. Theoretische Formel FeO·Fe₂O₃·3MgO·B₂O₃,
- II. Ludwigit vom Banat nach Ludwig und Sipecz,
- III. ", " " " Schaller,
 - IV. ,, ,, ,, WHITFIELD,
 - V. " " " Ludwie und Sipöcz,
 - VI. " Montana " Schaller.

	FeO	MgO	$\mathrm{Fe_2O_3}$	Al_2O_3	B_2O_3	MnO	H ₂ O unter 107°	H ₂ O über 107°	SiO ₂	CO ⁵	Summe
I.	17.01	28.61	37.81		16.57		1	-			100.00
II.	17.67	26.91	39.29		15.06	Spur	1		-		98.93
III.	15.84	28.88	35 · 67		17.02		0.51	0.82	0.36	0.90	100.00
IV.	15.78	30.57	37.93	-	12.04	0.16	3.	62	-	-	100 • 10
V.	12.46	31.69	39.92		16.09	Spur			-	100	100.16
VI.	7 · 27	33 • 78	37.37	2.27	16.94		1.13	1.24		7	100.00

J. BECKENKAMP.

4. Sussexit.

Kristallsystem?

Faserige, asbestartige Partien, Schnüre im Kalk bildend.

Härte 3.

Spez. Gewicht 3.42.

Farbe Weiß, ins Gelbliche oder Fleischfarbige übergehend; an den Kanten durchscheinend; Seiden- bis Perlmutterglanz.

Gibt im Kolben beim Erhitzen Wasser; schmilzt in der Oxydationsflamme zu schwarzer, kristallinischer Masse und färbt die Flamme intensiv gelblichgrün; gibt mit Borax und Phosphorsalz in der Oxydationsflamme eine amethystfarbene Perle.

Leicht löslich in HCl.

Das Mineral wurde von G. Brush auf einem Franklinitgange, Mine Hill, Franklingrube, Sussex Co., N. Yersey gefunden und nach dem Fundorte benannt; es ist begleitet von Rotzink, Willemit, Tephroit und Calcit (Silliman, Americ. Journ. 46, 240, Ref. N. Jahrb. 1869, 83).

Aualysen. G. Brush, a. a. O.: I. — S. L. Penfield (Americ. Journ. Sc. 1888, 36, 317): II.

	B ₂ O ₃	MnO	MgO	ZnO	H_2O	Glühverlust bei 250°	Summe
I.	31.89	40.10	17.03		9.59		98-61
II.	33.31	38.08	15.92	3 • 24	8.53	0.90	99.98

5. Szajbélyit, Boromagnesit.

Kristallsystem?

Nadelförmige Kriställchen und Körner.

Härte 3-4.

Spez. Gewicht der Nadeln 2.7, der Körner 3.0.

Spaltung parallel und senkrecht zur Längsrichtung.

Unlöslich in HCl.

Weiß bis gelblich durchscheinend.

Optisch negativ, parallele Auslöschung. $\omega = 1.65$; $\varepsilon = 1.59$.

Bildet kreisförmige Flecken im dichten Kalksteine des Bolfstollens im Werktal bei Rézbánya. Die Nädelchen sitzen auf den Körnern wie auf einem Nadelkissen, oder liegen lose. K. Peters (Sitzungsber. d. Kaiserl. Akad. 44, 133 ff.) benannte das Mineral nach dem Bergmeister Szajbélyi in Rezbanya. M. Löw fand durch die Analyse und ihr optisches Verhalten mit dem vorigen gleiche Nadeln vom Berge Daniel bei Vaskő, Komitat Krassószőrény und zwar auf Ludwigit aufsitzend und vermutet deshalb, daß diese durch Verwitterung aus Ludwigit entstanden seien.

Analyse der Nadeln I und Linsen II vom Werktale nach A. Stromeyer (Sitzungsber. d. Kaiserl. Ak. 47, 347, N. Jahrb. 1863, 833).

	B_2O_3	MgO	$\mathrm{Fe_2O_3}$	H ₂ O	Cl	SiO ₂	Summe
. I	36 • 66	52.49	1.66	6.99	0.49	0.20	98.49
II	34.60	49.44	3 - 20	12.37	0.20		99.81

J. BECKENKAMP.

Dritte Gruppe. Basische Borate dreiwertiger Metalle.

- 1. Jeremejewit [AlO]BO₂
- 2. Rhodizit [AlO]₂K[BO₂]₃

1. Jeremejewit (und Eichwaldit). [AlO]BO2.

Jeremejewit nach Websky hexagonal

a:c=1:0.68351.

Eichwaldit nach Websky rhombisch

a:b:c=0.5523:1:0.5434.

Das letztere Mineral bildet den inneren Kern, um welchen sich das erstere als Mantel herumlegen soll (N. Jahrb. 1884, I, 1 u. ff.).

Der Jeremejewit bildet sechsseitige Prismen mit pyramidal gestalteter oder flachgewölbter Endigung. Fig. 22 zeigt schematisch einen Jeremejewitkristall, bei welchem

$$d(10\overline{1}1): c(0001) = 38^{0}17'$$

$$\frac{1}{3}d(10\overline{1}3): c = 14 \quad 44$$

$$\frac{7}{5}d(70\overline{7}5): c = 47 \quad 51$$

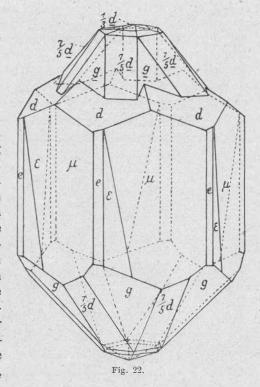
$$\frac{1}{4}d(10\overline{1}4): c = 11 \quad 10.$$

Ferner treten auf:

$$g = (\frac{4}{3} P \frac{5}{4}) \{14\overline{5}3\}, \quad \varepsilon = \infty P \frac{3}{2} \{21\overline{3}0\}, \quad \mu = \infty P 2 \{11\overline{2}0\}.$$

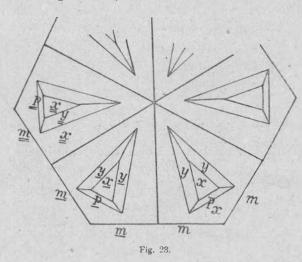
Die ziemlich glänzenden Säulenflächen μ haben keine einheitliche Oberfläche, sondern sind vizinal gegliedert; jede gibt eine in zwei sich

kreuzenden Zonen gelegene Reflexgruppe, von welchen die eine der Zone der Prismenachse angehört, die andere auf steile Pyramiden dritter Art hinweist. Die etwas gebogen verlaufende Streifung der zu dieser Zone gehörenden Oberflächenpartien geht von oben links nach unten rechts mit 67-77° Neigung gegen die vertikale Kante (vgl. Fig. 22 die Grenzen zwischen µ und ε); die hierher gehörigen Flächen konvergieren sämtlich nach oben. Websky bestimmte links von ∞ P2 neun verschiedene Reflexe vom Prisma &, und weiter fünf Reflexe rechts von ∞ P2. An dem oberen Ende ragen einzelne Teile zapfenförmig heraus, von welchen einer schematisch in Fig. 22 dargestellt ist. Die relative Lage der Fläche g vor dem Zapfen, verglichen mit dem Haupt-



kristall, würde auf trapezoedrische Hemiedrie schließen lassen, Websky nimmt jedoch pyramidale Hemiedrie an und erklärt diese Stellung durch Zwillingsbildung nach einer Normalen zum Prisma zweiter Art.

In Wirklichkeit zersplittert sich das in Fig. 22 angedeutete Nebenindividuum vom oberen Ende in eine große Anzahl von Subindividuen, indem es in einen Komplex von Zapfen übergeht, welche nach der Mitte zu kleiner werden und zu flachen Polstern herabsinken. Ganz im Zentrum stehen die Zapfen vereinzelt, und hier tritt der Flächenkomplex als Unterlage hervor, welchen Websky auf den Eichwaldit bezieht. Dieser



kulminiert jedesmal in einer dreikantigen Ecke (Fig. 23). Die Flächenbegrenzung ist:

$$p = \bar{P} \infty \{101\},$$

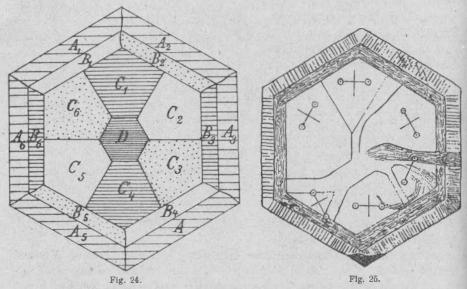
 $x = \frac{1}{4} \bar{P} \infty \{104\},$
 $y = \frac{1}{2} \bar{P} 3 \{136\}.$

Ein chemischer Unterschied zwischen Jeremejewit und Eichwaldit konnte aber nicht nachgewiesen werden.

Dichte 3.28.
Ohne Spaltbarkeit,
muschliger Bruch.
Härte 6½.

Fast farblos durchsichtig.

Der Brechungsquotient für das in der Achsenebene schwingende Licht ist ungefähr 1.65, für das dazu senkrechte Licht 1.64.



Optische Anomalie. Websky fand bei der optischen Prüfung einen inneren Kern, welcher von dem Mantel durch einen fast opaken Ring

getrennt ist (Fig. 25); dieser erscheint bei auffallendem Lichte isabellengelb und löst sich bei stärkerer Vergrößerung in ein System feiner Schlingen auf, welche klare Partien einschließen. Der Rand ist senkrecht zur Prismenfläche von sehr feinen Linien durchzogen, von welchen die sechs Ecken frei bleiben. Der Rand verhält sich optisch einachsig, der Kern zerfällt in sechs Felder; die negative erste Bisectrix steht parallel der Prismenachse; die optische Achsenebene liegt in jedem Felde senkrecht zur Halbierungsebene des Feldes; der optische Achsenwinkel in Luft ist $2E = 52^{\circ}$, für rotes Licht etwas größer als für blaues.

C. Klein (Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss. Berlin 1890, 703 u. N. Jahrb. 1891, I, 84) fand an einer zur Längsrichtung senkrechten Platte eine optisch noch kompliziertere Zusammensetzung als Websky. Eine äußere Zone A, Fig. 24, bleibt zwischen gekreuzten Nicols stets dunkel; eine darauffolgende Zone B ist gegen C immer scharf, gegen A zuweilen auch verschwommen abgesetzt; die Felder der Zone B löschen parallel und senkrecht zu der betreffenden Grenzlinie gegen C aus. Die Felder C sind dunkel, wenn die Halbierende des anstoßenden Winkels von 1200 mit einem der beiden Nicolhauptschnitte zusammenfällt. Im Innern findet sich häufig, aber nicht immer, ein Hexagon D, welches sich optisch ebenso verhält wie der Rand A. Dieser Rand ist optisch-einachsig negativ; B ist optisch-zweiachsig mit wechselndem Achsenwinkel; an der Grenze gegen C erreicht der Achsenwinkel in Luft den Wert 35°, an der Grenze gegen A den Wert 0. Die optische Achsenebene steht jedesmal senkrecht gegen die zugehörige Grenze B/C; die erste negative Bisectrix steht senkrecht zur Plattenebene. C ist stärker doppelbrechend als B; optische Achsenebene senkrecht zur Halbierenden des betreffenden Sechseckwinkels; Achsenwinkel in Luft ungefähr 52°. D ist optisch einachsig negativ. In A sind zuweilen Streifen eingelagert vom Charakter des Teiles B.

Die optischen Eigenschaften des Jeremejewits sind zwischen Zimmertemperatur und heller Rotglut unverändert, dagegen sehr empfindlich gegen Druck. Die Teile A werden zweiachsig und die Ebene der optischen Achsen steht senkrecht zur Druckrichtung; der optische Achsenwinkel von B und C wird durch Druck verändert.

KLEIN nimmt mit Websky an, es habe sich zuerst der rhombische Kern C gebildet und später der Mantel A. Das Verhalten von B hält er für eine Störung — Zerrungsvorgänge beim Wachstum — infolge des Einflusses von C; D soll durch spätere Ausfüllung von Hohlräumen in C entstanden sein.

Einen Unterschied im spez. Gewichte der vier Teile A, B, C, D konnte Klein nicht erkennen.

P. Groth (Tabellarische Übersicht der Mineralien) äußert die Ansicht, der Jeremejewit (Mantelzone) sei aus sehr dünnen senkrecht zueinander gestellten Lamellen von Eichwaldit aufgebaut.

R. Brauns (Optische Anomalien 1891, 280) hält die Kristalle des Jeremejewits und des Eichwaldits ebenfalls für identisch, aber für hexagonal, die Felder C durch isomorphe Mischung anomal zweiachsig.

Historisches. P. W. v. Jeremfjew (Verh. d. Kais. russ. min. Ges. St. Petersburg 1870, 5, 415) "legte einige Beryllkristalle aus Nertschinsk vor; er zeigte auch einige geschliffene Platten, deren Inneres die Erscheinung eines zweiachsigen Minerals darbieten, während der äußere Rand derselben einachsig blieb". Diese Kristalle waren von dem Direktor der Nertschinsker Bergwerke J. J. Eichwald gesammelt und an Jeremejew übergeben worden. Der Fundort war ein Berg Soktuj, ein nördlicher Ausläufer der Adon-Tschilon-Kette in Ostsibirien. Die Kristalle finden sich lose im granitischen Gruß unter dem Rasen.

Jeremejew übergab drei Kristalle und einige Fragmente des vermeintlichen Berylls Arzruni für das mineralogische Museum in Breslau. Websky behielt sich die kristallographisch-optische Untersuchung vor und schickte zur chemischen Analyse einen Teil des Materials an

DAMOUR.

v. Kokscharow fand auf einem Feldspatkristall 20 Kristalle von Jeremejewit.

Der Jeremejewit färbt die Flamme mit der grünen Borfarbe; er löst sich in Borax- und in Phosphorsalz zu einer farblosen durchsichtigen Perle; mit Kobaltnitrat befeuchtet, wird das Mineral beim Erhitzen blau. Vor dem Erhitzen in Säuren unlöslich, aber nach dem Glühen löst es sich in heißer Schwefelsäure leicht auf.

Die Analyse von Damour (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1883, 6, 20) ergab:

 $B_{\bf 2}O_{\bf 3} \ \, 40 \cdot 19, \quad Al_{\bf 2}O_{\bf 3} \ \, 55 \cdot 03, \quad Fe_{\bf 2}O_{\bf 3} \ \, 4 \cdot 08, \quad K_{\bf 3}O \ \, 0 \cdot 70 \ .$

A. DAMOUR schloß daraus auf die Formel:

 $(\mathrm{Al_2O_3}\,,\,\mathrm{Fe_2O_3})\!\boldsymbol{\cdot}\,\mathrm{B_2O_3}$,

P. Groth schreibt dafür:

[AlO]BO₂.

R. Brauns (a. a. O.) hält den Jeremejewit für eine isomorphe Mischung von Al₂O₃, Fe₂O₃ und B₂O₃ und sieht in der Beziehung zwischen dem Achsenverhältnisse dieses Minerals zu dem des Korunds eine Bestätigung dieser Ansicht. Durch Verdoppelung der Achse c des Webskyschen Verhältnisses wird das des

Jeremejewit a: c = 1:1:367, Korund = 1:1:364, Hämatit = 1:1:359.

J. BECKENKAMP.

2. Rhodizit. [AlO]2K[BO,]3.

Kristallsystem: Regulär, hexakistetraedrisch.

Beobachtete Formen: {110} herrschend, {111} untergeordnet, nur zur Hälfte (als Tetraeder) ausgebildet. Nach C. Klein ist {110} im Sinne der langen Diagonale als Wölbungsachse gekrümmt, {111} dagegen glatt.

Dichte 3.415.

Spaltbar sehr schwierig nach (111), Bruch muschelig (LACROIX). Härte 8, ritzt Topas.

Farbe reinweiß bis graulich- oder gelblichweiß; Glasglanz in Diamantglanz übergehend nach G. Rose, fettiger Glasglanz nach Lacroix.

Brechungsquotient

 $n_{\rm Na} = 1.69$ nach LACROIX, $m_{Li} = 1.6895$ nach DUPARC, $n_{\text{Na}} = 1.6935$, $n_{\rm Tl} = 1.6965$.

Anomale Doppelbrechung. Nach E. Bertrand (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1882, 31 u. 72) bestehen die Kombinationen von Granatoeder und Tetraeder aus monoklinen Anwachspyramiden, deren Basis die Granatoederflächen sind. Eine Platte | (110) zeigt die optische Achsenebene | der kürzeren Diagonale, also umgekehrt wie der Boracit. Erste positive Mittellinie 100 gegen die Plattennormale geneigt. Durch Stoß zerfallen die Rhodozitkristalle leicht in ihre Anwachspyramiden (cristaux élementaires). Bertrand untersuchte das Material, welches Websky an DES CLOIZEAUX geschickt hatte.

Nach C. Klein (Sitzungsber. d. Ak, d. Wiss. Berlin 1890, 703 u. N. Jahrb. 1891, I, 65) besteht der Rhodizit aus monoklinen Feldern. Das monokline Achsenverhältnis ist

$$a:b:c=0.707107:1:1, \beta=90^{\circ}$$

Es zerfällt die reguläre Form (110) in die monoklinen Flächen

$$\{001\}\ o\ P,\ \{111\}\ -P,\ \{\overline{1}11\}\ +P,\ \{010\}\ \infty\ \mathcal{R}\ \infty;$$

die reguläre Form {111} zerfällt in die monoklinen:

$$|102| - \frac{1}{2} P \infty$$
, $|\overline{102}| + \frac{1}{2} P \infty$, $|120| \infty \Re 2$.

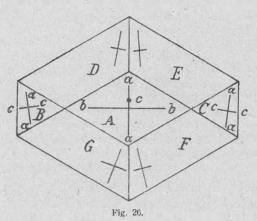
Zu Basis, Klinopinakoid und Pyramide treten die parallelen Gegenflächen auf, aber indem die Orthodomen (Pinakoide zweiter Art) und Prismen (dritter Art) nur mit der Hälfte der Flächen auftreten, erscheint die Kombination hemiedrisch.

Die Doppelbrechung ist schwach (etwa 0.0070). Fig. 26 gibt schematisch die optische Orientierung einer Platte || (110), aber in Wirklichkeit greifen die einzelnen Felder ineinander über.

Beim Erwärmen bis zur lichten Rotglut konnte keine Anderung des optischen Verhaltens nachgewiesen werden (C. Klein).

Bezüglich der Ursache der optisch-anomalen Erscheinungen beim

Rhodizit bemerkt C. Klein: "Auf Grund der vorliegenden Versuche ist die Frage nach der Ursprünglichkeit der sich jetzt darbietenden Erscheinungen nicht definitiv zu entscheiden; denn wer in den Rhodiziten Zwillingsgebilde aus Teilen niederer Symmetrie bestehend sieht, dem wird die Aufgabe zufallen, die reguläre Form zu erklären, die jene Gebilde trotz des vielfachen Wechsels im Innern, so namentlich der vielen Überlagerungen und der damit im Zusammenhang stehenden Differenzen in den Auslöschungen zeigen. Auch würde ihm die Fixierung des Einzelindividuums, so kompliziert wie der ganze vorliegende Komplex, die Erklärung nicht sonderlich vereinfachen. Der, welcher die Rhodizite als ursprünglich regulär geneigtflächig-hemiedrische Gebilde auffaßt, findet



sich, wenn sich das Molekulargefüge einmal ändert, schon mit der monoklinen Gleichgewichtslage ab, auch mit besonderer Rücksicht auf die Beschaffenheit der Fläche. Das Einzelindividuum kommt hier nicht in Betracht. Die unragelmäßigen Auslöschungen auf den einzelnen Feldern, die noch isotropen Teile derselben usw. sind Folge der sekundär eingetretenen Änderungen. Wodurch diese aber zustande gekommen sein könnten, darüber

fehlt, mit besonderer Berücksichtigung dessen, was die Kristalle unter dem Einflusse der Wärme zeigen, der nähere Anhalt."

R. Brauns (Opt. Anom. 1891, 353) bemerkt: "Es ist bis jetzt nicht möglich, für die Zwienatur des Rhodizits eine befriedigende Erklärung zu geben."

Nach J. Beckenkamp (vgl. die Anomalien der Kristalle, Mülhausen 1889 und Leitfaden der Kristallographie 1919, 427) entspricht in derartigen Fällen die Anordnung der Atomschwerpunkte der regulären Syngonie, die Atomverkettung und die Polarität der Atome der niederen Symmetrie. Weitere Angaben über optische Anomalien siehe unter Boracit.

Stark pyroelektrisch, aber nicht so deutlich wie bei Boracit. Wie beim Boracit, so liegt auch beim Rhodizit der analoge Pol an der durch (111) nicht abgestumpften dreikantigen Ecke (P. Ries u. G. Rose, Pogg. Ann. 1843, 59, 353).

Vor dem Lötrohr schwer und zwar nur an den Kanten zu einem weißen undurchsichtigen Glase schmelzbar; färbt die Flamme zuerst grün, dann rot; löst sich in Borax, in Phosphorsalz und in einer genügend reichlichen Menge von Soda vor dem Lötrohr zu einem klaren Glase auf; wenn man das mit Soda erhaltene Glas zerreibt, in HCl auflöst, eintrocknet, mit

Rhodizit. 103

Alkohol übergießt und denselben anzündet, dann färbt sich die Flamme grün, ebenso stark, als wenn man den Versuch mit Boracit macht.

In HCl schwer löslich.

Vorkommen. G. Rose (Poog. Ann. d. Phys. 1834, 33, 253 u. Jahrb. 1835, 81) beschrieb zuerst das Mineral von Sarapulsk bei Mursinsk im Ural, wo es auf manchen Kristallen des roten Turmalins aufgewachsen ist. Die Kristalle hatten höchstens eine Linie Durchmesser. Nach der roten Färbung, die das Mineral der Lötrohrflamme erteilt, schlug G. Rose den Namen Rhodizit vor (von ģοδίζειν, rotfärben). In einer zweiten Abhandlung (ebenda 39, 321 u. Jahrb. 1837, 330) gibt er an, daß er in der vorher zitierten Abhandlung das Vorkommen irrtümlich als Schaitansk (60 Werst nördlich von Katharinenburg im Ural) angegeben habe. Aber auch bei Schaitansk komme Rhodizit vor, teils in Turmalin eingewachsen, teils auf Quarz aufgewachsen, teils in Ton, der sich in kleinen Höhlungen zwischen Gemengteilen des Granits finde; er hielt den Rhodizit möglicherweise für einen Kalkboracit, wie der gewöhnliche Boracit ein Talkboracit sei (vgl. auch P. Kalugiu, Verb. d. min. Ges. St. Petersburg 1888, 24, 253).

A. LACROIX (C. R. 1909, 149, 896) beschreibt Rhodizitkristalle von den durch das Vorkommen von B-, Be- und Li-Mineralien ausgezeichneten Lagerstätten des Berges Bity auf Madagaskar; die Kristalle sitzen im Triphan, der ein Hauptgemengteil eines Pegmatits ist, und werden bis 1.5 cm groß. Ihre Formen sind [111] gestreift, [110], [100], [111]; letzteres ist sehr klein, aber eben; [110] zuweilen

vorherrschend, {100} fehlend.

Ein kleiner Kristall war ganz klar und farblos, die größeren durchscheinend, gelblich oder grünlichweiß. Außerdem beschreibt A. Lacroix (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1910, 33, 37) Rhodizit aus Pegmatit von Antandrokomby auf Madagaskar, {111} {\overline{1}11}, {100} bis zu 1.5 cm Größe. Doppelbrechung schwächer als bei dem uralischen. A. Lacroix erwähnt ferner (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1912, 35, 76) Rhodizit von Munjaka bei Ihosy auf Madagaskar; es sind z. T. über 2 cm große gelbe Kristalle {110} {111}; mikroskopisch kleine Kristalle sind in korrodiertem Triphan eingelagert. L. Duparc (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1911, 34, 239) beschreibt einen Rhodizitkristall von Ampakita auf Madagaskar; derselbe habe die Form {110}, zeige Spaltung nach (110), grünlichgelbe Farbe und schwache Doppelbrechung.

Der Rhodizit von Madagaskar tritt zusammen mit Triphan als wesentlicher

Gemengteil eines Pegmatitganges auf.

Analysen. A. Damour (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1882, 5, 98) Vorkommen vom Ural: I. — Pisani (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1910, 33, 37) Vorkommen von Antandrokomby: II. — A. Lacroix (C. R. 1909, 149, 896) Vorkommen von Bity: III.

Damour schließt aus seiner Analyse auf die Formel $3\,B_2O_3, 2\,Al_2O_3, R_2O$. PISANI auf die Formel: $6\,B_2O_3, 3\,Al_2O_3, 4\,BeO\cdot 4(Li,\,K,\,Na,\,H)_2O$. P. Groth faßt den Rhodizit entsprechend der Analyse von Damour als $[AlO]_2K[BO_2]_3$ auf.

L. DUPARC fand in Rhodizit von Madagaskar noch einen erheblichen Gehalt an Be, aber niedrigeren Gehalt an Li als LACROIX.

	B_2O_3	Al_2O_3	BeO	K ₂ O	Na ₂ O	Li₂●	CaO	MgO	FeO	SiO ₂	Glüh- verlust	Summe
1.	33.93	41.40		12.00	1.62		0.74	0.82	1.93	_	2.96	95.40
II.	40.60	30.50	10.10	5.90	3.30	7.30		-	-	1.36	0.45	99.51
III.	41.69	30.70	10.36	6.05	3.38	7.36	-	-	-	-	0 • 4.6	100.00

J. BECKENKAMP.

Vierte Gruppe.

Boracit. Mg₇B₁₆O₃₀Cl₂ (Eisenboracit, Staßfurtit).

Wäre das Mineral eine Molekularverbindung von Magnesiumborat und Magnesiumchlorid, dann sollte man erwarten, daß es im Wasser in seine beiden Komponenten zerfiele. P. Groth (Tabellarische Übersicht der Mineralien) betrachtet deshalb den Boracit als ein Salz der Säure HO—B OB—OH. Acht Moleküle sind dadurch miteinander verkettet, daß je ein Atom Mg je ein Atom H zweier benachbarter Säuren ersetzt. Die an den beiden Enden noch übrigbleibenden H-Atome sollen durch je ein Cl-Atom ersetzt sein; das Cl würde sonach mit Hilfe von O mit einem B-Atom, nicht aber direkt mit einem Mg-Atom verbunden sein.

Kristallsystem dimorph; bei Temperaturen über 265° optisch isotrop, bei Temperaturen unter 265° optisch zweiachsig.

Beobachtete Formen in regulärer Auffassung:

$$a\{001\} \propto 0 \propto, \ d\{011\} \propto 0, \ o\{111\} + \frac{O}{2}, \ o'\{\overline{1}11\} - \frac{O}{2}$$

$$n'\{112\} + \frac{2O2}{2}, \ n\{1\overline{2}1\} - \frac{2O2}{2}.$$

$$\{122\} \frac{2O}{2}, \ \Sigma\{255\} \frac{\frac{5}{2}O}{2}, \ o\{144\} \frac{4O}{2}, \ \sigma\{\overline{1}88\} - \frac{8O}{2}, \ \tau\{\overline{1}.16.16\}$$

$$-\frac{16O}{2}.$$

$$\{035\} \propto O^{\frac{5}{2}}, \ |012\rangle \approx O^{\frac{5}{2}}, \ |013\rangle \propto O^{\frac{3}{2}}, \ \pi\{014\} \approx O$$

 $\begin{array}{c} \{035\} \odot O \ _3^5, \ \{012\} \odot O \ 2, \ i \ |013\} \odot O \ 3, \ \pi \ |014\} \odot O \ 4, \ \{0.3.13\} \odot O \ _3^{1.3}, \\ \{0.17.3\} \odot O \ _3^{1.7}, \ \{0.11.1\} \odot O \ 11?, \ \{0.12.1\} \odot O \ 12? \end{array}$

$$\{623\} \frac{3 \cdot 02}{2}, \quad \{431\} \frac{4 \cdot 0\frac{4}{3}}{2}, \quad \{531\} \frac{5 \cdot 0\frac{5}{3}}{2}, \quad \{621\} \frac{6 \cdot 03}{2}, \quad \{21.7.6\} \frac{\frac{7}{2} \cdot 03}{2}, \\ \{60.20.3\} \frac{20 \cdot 03}{2}.$$

Habitus. Die Flächenausbildung entspricht durchaus den Anforderungen der hexakistetraedrischen Klasse. Das eine der beiden Tetraeder fehlt häufig ganz. oder es unterscheidet sich von den Flächen des anderen durch Größe und Glanz.

Aber auch das größer ausgebildete, das positive Tetraeder, erscheint zuweilen (nach B. Schultze, N. Jahrb. 1871, 844) bei größeren Kristallen

durch das Hervortreten von kleinen Hexaederflächen drusig, nach den Kanten hin glatt; {100} und {110} sind in der Regel glatt.

Nach C. Klein (N. Jahrb. 1884, I, 235) waren an einem Staßfurter Kristall die Würfelflächen nach ihren beiden Kanten durch oscillatorische Ausbildung mit einem Pyramidenwürfel gestreift. Eine ähnliche Streifung auf einer Würfelfläche beschreibt H. Bücking (Groths Ztschr. 1889, 15, 573) an einem Kristall von Douglashall, hervorgebracht durch oscillierende Ausbildung der Würfelfläche (001) mit einer Fläche des Pyramidenwürfels {0.1.12} oder {0.1.11} und an Kristallen von Westeregeln eine feine Streifung durch oscillatorische Ausbildung von Würfelflächen und positiven Hexakistetraedern, von welchen in Frage kommen:

$$\{60.20.3\}, \{621\}, \{21.7.6\}, \{623\}.$$

Nach H. Baumhauer (Groths Ztschr. 1879, 3, 332) sind die ungeätzten Tetraederflächen der Boracitkristalle von Lüneburg matt. Unter dem Mikroskop zeigen die Flächen von $-\frac{O}{2}$ unregelmäßige, die Flächen

von $+\frac{O}{2}$ rechteckige Unebenheiten, und zwar so, daß zwei Seiten einer Höhenlinie der von den Dodekaederflächen umschlossenen Tetraederfläche parallel gehen. Die Felder mit gleicher Orientierung dieser Rechtecke sind scharf voneinander getrennt und löschen parallel zu den Seiten des letzteren aus.

An den Kristallen aus dem Carnallit des Staßfurter Steinsalzlagers wurden durch Schrauf nachgewiesen:

$$a\{001\}, a\{011\}, i\{013\}, o\{111\}, \Sigma\{255\}, n\{\overline{1}12\}.$$

Durch H. Bücking an Kristallen von Westeregeln (Groths Ztschr. 1889, 15, 574):

Die mit * bezeichneten Formen waren neu.

O. MÜGGE fand an Lüneburger Kristallen (N.Jahrb. 1889, I, 251) als neue Formen:

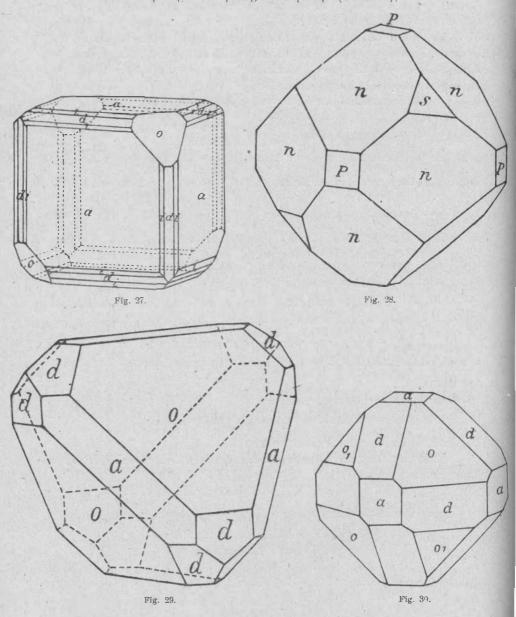
$$\{530\},\ \{13.3.0\},\ \{17.3.0\},\ \{1\overline{2}1\},\ \{531\},\ \{431\}.$$

Nach Bücking sind die berechneten Winkelwerte:

(001): $(041) = 14^{\circ} 2'$ (gemessen $14^{\circ} 22'$), (001): $(0.1.11) = 5^{\circ} 12'$ (gemessen $5^{\circ} 5'$), (001): $(0.1.12) = 4^{\circ} 16'$, (001): $(013) = 18^{\circ} 26'$, (100): $(211) = 35^{\circ} 16'$, (110): $(441) = 10^{\circ} 2'$, (110): $(8\overline{8}1) = 5^{\circ} 3'$, (110): $(16.16.1) = 2^{\circ} 32'$.

Nach der äußeren Umgrenzung kann man folgende Typen unterscheiden:

1. mit herrschendem Würfel, Fig. 27, bei welcher $a = \{100\}, d = \{110\}, i = \{013\}$ (Staßfurt);



2. mit herrschendem Granatoeder, Fig. 28, bei welcher $P = \{100', s = \{111\} \text{ (Lüneburg)};$

3. mit herrschendem Tetraeder, Fig. 29, woran

$$o = \{111\}, \quad a = \{100\}, \quad d = \{110\} \quad \text{(Lüneburg)};$$

4. mit $\{111\}$ und $\{\overline{1}11\}$ im Gleichgewicht; Fig. 30 (Lüneburg) zeigt einen Übergang von 3. nach 4.

A. Schrauf beschreibt einen Zwillingskristall von Staßfurt, Fig. 31, bei welchem die Normale zu einer Fläche (111) Zwillingsachse ist, B. Schultze (N. Jahrb. 1871, 844) einen Durchkreuzungszwilling nach

dem sogenannten Diamantgesetz; einen Zwilling nach dem gleichen Gesetze fand H. BÜCKING (Sitzungsber. d. Berliner Akad. 1895, 28, 533) an Kristallen von Douglashall mit $\{001\}$, $\{011\}$, $\{031\}$, $\{014\}$, $\{111\}$, $\{112\}$, $\{144\}$, $\{1\overline{1}1\}$, $\{1\overline{1}2\}$, $\{1\overline{1}8\}$, $\{1.\overline{16}.16\}$.

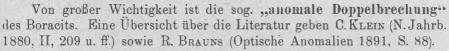
Spez. Gewicht 2.9—3.0; an künstlichen Kristallen fand A. DECRAMONT 2.89; B. SCHULTZE 2.90—2.92. Nach Fr. v. Kobell (Sitzungsber. d. Akad. München 1878) hat Boracit von Lüneburg vor und nach dem Glühen das spez. Gewicht 2.91.

Bruch muschelig. Spaltbarkeit fehlt. Härte 7.

Glasglanz bis Diamantglanz.

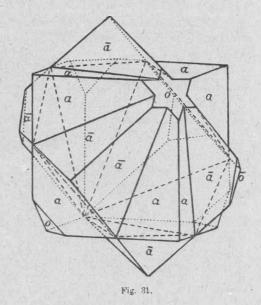
Farblos oder weiß; FeO-haltige grünlich.

Durchsichtig bis durchscheinend.



D. Brewster (Edinb. phil. Journ. 1821, 5, 217) fand, daß der Boracit in optischer Hinsicht nicht den Anforderungen des regulären Systems entspreche; er hielt ihn für optisch einachsig, und glaubte, daß die optische Achse mit einer der vier trigonalen Achsen zusammenfalle; der Würfel müßte somit streng genommen beim Boracit als ein Rhomboeder betrachtet werden.

B. Biot (Mem. sur la polarisation lamellaire 1841) versuchte die anomale Doppelbrechung regulärer Kristalle auf eine Absonderung der Kristallmasse in ein System von Platten zurückzuführen; ihre Wirkung auf das Licht müßte somit der eines Glasplattensatzes vergleichbar sein.



Nach Brewster sollte nur eine optische Achse vorhanden sein, was aber Biot nicht bestätigt fand.

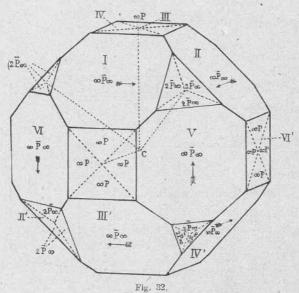
F.E. Neumann entdeckte 1841 die Doppelbrechung durch einseitigen Druck und ungleichmäßige Erwärmung bei optisch isotropen Körpern. O. Volger (Pogg. Ann. 1854, 92, 77 u. Monographie des Boracits 1855) suchte nachzuweisen, daß bei Boracit durch Umwandlung lamellare Einlagerungen (Parasite) entständen.

Marbach (Pogg. Ann. 1855, 94, 412) suchte dagegen doppelbrechende Schichten durch die Annahme einer Spannung der Teile zu erklären, welche während der Kristallisation entstände.

REUSCH machte doppeltbrechende Schichten durch Druck einfach brechend, und hielt dieses Resultat als Beweis für die Marbachsche Annahme.

Fr. Klocke (N. Jahrb. 1880, I, 53) fand einen Zusammenhang zwischen den optischen Spannungen und der äußeren Umgrenzung des Kristalls.

Während Des Cloizeaux (1863) noch an der Einlagerung von doppeltbrechenden Lamellen festhielt, bemerkte E. Geinitz (N. Jahrb. 1876,



484), daß auch völlig frische, also nicht zersetzte Boracitkristalle doppelbrechend seien.

E. MALLARD (Ann. des mines 1876) hat zuerst klargestellt, daß der Boracit in optischer Hinsicht aus verschieden orientierten Teilen von niedriger Symmetrie zusammengesetzt sei.

Schneidet man aus einem würfelförmigen Kristall eine Platte parallel (111), so wird sie durch drei scharfe Linien, die Normalen von der Mitte

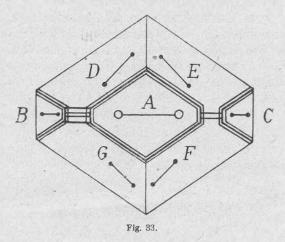
des dreiseitigen Umrisses auf die Seiten, in drei Sektoren geteilt, von welchen jeder parallel und senkrecht zur symmetrisch Halbierenden auslöscht. Mallard schloß daraus, daß der Kristall aus zwölf Individuen bestehe, deren gemeinsame Spitze in der Mitte des Kristalls liege, und deren Basis je eine Fläche des Granatoeders sei (vgl. Fig. 32). Das Achsenverbältnis der von Mallard als rhombisch gedachten Pyramiden ist:

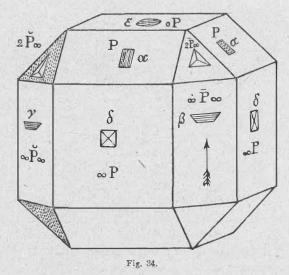
und zwar gehen die Achse a parallel der kurzen, die Achse b parallel der langen Diagonale der Rhombenfläche des Granatoeders, die Achse c steht zu beiden senkrecht.

Schneidet man eine Platte aus einem Kristall von Granatoederform, so liegen auf den Oktaederflächen die Teilungslinien wie in Fig. 32 angedeutet, und jeder der drei Sektoren hat seine Auslöschung parallel

und senkrecht zur Kombinationskante mit der benachbarten Granatoederfläche. - Schneidet man aus demselben Kristall eine Platte parallel einer Dodekaederfläche, so besteht dieselbe in der Mitte aus einem rhombischen Felde (vgl. Fig. 33), in welchem man den Austritt zweier Achsen erkennt. deren Ebene der großen Diagonale der betreffenden Dodekaederfläche parallel geht; in den vier trapezförmigen Feldern ist die Ebene der optischen Achsen unter 450 gegen die des mittleren Feldes Außerdem ergeneigt. scheinen noch zwei dreieckige Felder, in welchen die Achsenebene der des mittleren Feldes parallel ist. Eine Mittellinie steht senkrecht zur Basis der betreffenden rhombischen Pyramide.

Auf Platten parallel zu einer Hexaederfläche erkennt man vier diagonal aneinander stoßende Felder, deren optische Achsen-





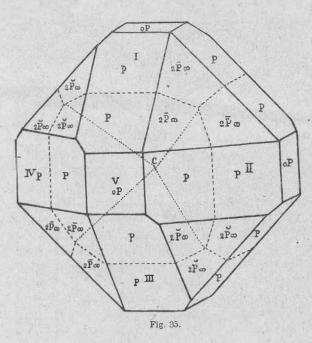
ebene normal zur Platte, und bei welchen eine optische Achse fast senkrecht zur Platte austritt; deshalb zeigen die vier Sektoren auch nur sehr schwache Doppelbrechung.

Die Abgrenzung der einzelnen Pyramiden ist niemals so scharf, wie in Fig. 32 angedeutet ist, sondern die einzelnen Partien durchsetzen sich

110 Boracit,

gegenseitig; es sind in der Regel unregelmäßig begrenzte Teile, oder Lamellen einer Orientierung in die Masse einer anderen eingelagert, und so konnten frühere Beobachter zu der Ansicht kommen, es seien doppelbrechende Lamellen in eine isotrope Masse eingelagert. Die Hemiedrie der Umgrenzung führt Mallard auf eine Hemimorphie nach der rhombischen Brachydiagonale (vgl. die Pfeile in der Fig. 32) zurück.

H. BAUMHAUER (GROTHS Ztschr. 1879, 3, 337) kam auf Grund der von ihm angestellten Ätzfiguren (mit einer Mischung von Salzsäure und Schwefelsäure) ebenfalls zu der Auffassung, daß der einfache Boracit-kristall rhombisch sei, aber er fand einen anderen Typus des Aufbaues. Der einfache rhombische Kristall sollte hiernach der Fig. 34 entsprechen,



bei welcher die Formen der von Baum-HAUER beobachteten Ätzfiguren ebenfalls eingezeichnet sind. Sechs Einzelkristalle Art sollten sich entsprechend der Fig. 35 miteinander vereinigen. Aus Fig. 34 ist ersichtlich, daß vier Würfelflächen einer Zone als ∞ P, die beiden anderen als • P zu betrachten sind; vertikale Dodekaederflächen als $\infty \bar{P}\infty$, zwei andere als $\infty P \infty$, die übrigen als P. Oktaederflächen zerfallen in vier Flächen der Form $2\bar{P}\infty$ und

Hexaederflächen, die der Fig. 35 auf eine Einheitlichkeit der Hexaederflächen und eine Zweiteilung der Granatoederflächen.

Auch BAUMHAUER kommt zu dem Achsenverhältnis

$$a:b:c=1:1:\frac{1}{2}\sqrt{2}$$
.

Die wichtigsten Formen der regulären Auffassung erhalten nachstehende Zeichen in rhombischer Deutung:

$$\begin{array}{l} \infty \ O \ \infty \ (100) \ \ {\rm wird} \ \ zu \ \ \infty \ P(110) \ \ {\rm und} \ \ o \ P(001), \\ \infty \ O(110) \ \ {\rm wird} \ \ zu \ \ P(111), \ \infty \ P \ \overline{\infty} \ (100) \ \ {\rm und} \ \ \infty \ P \ \overline{\infty} \ (010), \\ + \ \frac{O}{2} (111) \ \ {\rm wird} \ \ zu \ \ 2 \ P \ \overline{\infty} \ (021), \\ - \ \frac{O}{2} (1\overline{1}1) \ \ {\rm wird} \ \ zu \ \ 2 \ P \ \overline{\infty} \ (021), \\ + \ \frac{5 \ O \ 5}{2} (135) \ \ {\rm wird} \ \ zu \ \ \frac{4}{5} \ P \ \overline{2} \ (425), \ \ 2 \ P \ \frac{3}{2} \ (643) \ \ {\rm und} \ \ 8 \ P \ 4 \ (821), \\ - \ \frac{2 \ O \ 2}{2} (2\overline{1}1) \ \ {\rm wird} \ \ zu \ \ P \ \overline{\infty} \ (011) \ \ {\rm und} \ \ 3 \ P \ \overline{3} \ (131). \\ \end{array}$$

C. Klein (N. Jahrb. 1880, II, 209) hat die Beobachtungen von MALLARD in sehr eingehender Weise wiederholt und ergänzt, er konnte ebensowenig wie Mallard eine geometrische Abweichung von der hexakistetraedrischen Symmetrie nachweisen, fand auch die optischen Beobachtungen von Mallard bestätigt und den Achsenwinkel sehr schwankend; den von Baumhauer angegebenen Typus vermochte C. Klein nur bei Kristallen mit herrschendem Tetraeder zu erkennen, dagegen bei Kristallen mit herrschendem Granatoeder oder Hexaeder nur den von Mallard aufgestellten Typus. Außer der optischen Untersuchung wurden von Klein auch Ätzversuche angestellt. Er fand, daß die Grenzen der optischen Felder nicht immer mit den Feldern der gleichorientierten Ätzfiguren übereinstimmen. Ferner sind die Kristalle häufig von parallelen Röhren durchzogen, welche normal zu den Rhombendodekaederflächen verlaufen und von dem Ätzmittel aufgedeckt werden. Endlich beobachtete Klein, wie schon vorher Volger, daß beim Ätzen ein "Gerüst" nach den Ebenen des Rhombendodekaeders übrig bleibt, welches bedeutend widerstandsfähiger ist als die ausfüllende Masse. KLEIN spricht sich gegen die Deutung von MALLARD aus, nach welcher der Boracit ein Zwillingsaggregat von rhombischen Individuen sei; er stellt die Hypothese auf, daß bei der Bildung der Boracitkristalle zuerst das Gerüst entstehe und daß die innerhalb des Gerüstes abgelagerte Masse durch die bei ihrer Ausscheidung freiwerdende Wärme gegenüber dem Gerüst eine Änderung der Temperatur und infolgedessen bei der Abkühlung eine nach drei Richtungen verschiedene Kontraktion erhalte.

Ein ganz ähnliches "Gerüst", wie es von C. Klein beschrieben, von Baumhauer dagegen nicht beobachtet wurde, fand J. Beckenkamp (Groths

Ztschr. 1888, 14, 379) am Aragonit; es bildet hier hauptsächlich die Grenzen zwischen den Anwachspyramiden nach (011) und nach (011); anomale, d. h. mit der rhombisch holoedrischen Symmetrie nicht übereinstimmende Ätzfiguren sind in bezug auf das Gerüst spiegelbildlich und auf lamellare Bildung nach den genannten Flächen zurückzuführen.

Noch auffallender ist ein solches Gerüst bei größeren Alaunkristallen zu sehen; hier bildet es die Grenzen zwischen den acht Anwachspyramiden, deren Basisflächen die Oktaederflächen sind. In der Mitte der letzteren sieht man vielfach einen blätterigen Bau, indem einzelne Lamellen durch planparallele Hohlräume voneinander getrennt sind. Man erkennt daraus, daß nach den Kanten der Alaunoktaeder eine reichlichere Zufuhr von Alaunsubstanz stattgefunden hat. Durchkreuzen sich im Innern solche Lamellenscharen, so bilden sich hohle Kanäle, oder doch Linien, in welchen die Dichte geringer ist als in den übrigen Teilen.

In einer späteren Mitteilung (N. Jahrb. 1881, I, 239) bemerkt C. Klein, daß beim Erwärmen die optischen Grenzen verwaschener werden, sich verschieben, schließlich nahezu ganz verschwinden; beim Erkalten kommen sie zum Teil an den früheren Stellen, zum Teil aber auch an anderen wieder zum Vorschein; Klein erklärt sich deshalb nochmals für die Erklärung von Marbach und Reusch.

W. AGAFONOFF fand den Boracit von Lüneburg von Fasern durchzogen, die vom Zentrum des Kristalls vorzugsweise nach den Ecken,

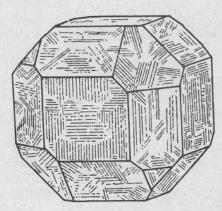


Fig. 35 a.

daneben aber auch solche, welche nach den Flächen des Granatoeders laufen (VIII. Congress d. russ. Nat. 1890, 15).

E. MALLARD (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1882, 5, 214) wiederholte die Versuche von Klein und fand, daß bei starkem Erhitzen die Lamellen, welche eine von dem betreffenden Felde abweichende optische Orientierung haben, sich vermehren, und die Stärke der Doppelbrechung allmählich abnimmt. Bei 300° (später wurde die Temperatur zu 265° bestimmt) vollzieht sich eine plötzliche Änderung, indem zwischen ge-

kreuzten Nicols von den am stärksten erhitzten Stellen aus ein dunkler Schleier sich ausbreitet und die ganze Platte sich schließlich vollkommen dunkel verhält. Von da ab ist der Boracit für alle Farben einfach brechend geworden und bleibt es bis zum Schmelzpunkt; bei der Abkühlung wiederholt sich der Prozeß im umgekehrten Sinne (Fig. 35a).

Die mittleren Brechungsquotienten für weißes Licht bestimmt Mal-LARD (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1883, 6, 129) zu

$$\alpha = 1.6622$$
, $\beta = 1.6670$, $\gamma = 1.6730$.

E. Marbach (Inaug.-Diss. Leipzig 1913) bestimmte die Brechungsquotienten des Boracits (von Westeregeln) nach der Prismenmethode. Bei gewöhnlicher Temperatur und auch bei geringer Erwärmung erhielt er im durchfallenden Lichte wegen der verwickelten Zwillingsbildung kein deutliches Spaltbild. Bei 260° begann sich das Spektrum deutlich aufzuhellen. Am günstigsten zu messen waren Gelb und Grün. Von 289—290° fallen die Brechungsexponenten scharf ab, von da ab steigen sie. Es wurden als Werte der Brechungsquotienten bestimmt:

für	$\lambda = 501.6$	587.6,
bei	$t = 290^{\circ} : 1.6776$	1.6714,
bei	$t = 502^{\circ} : 1.6796$	1.6741.

Bezeichnet man die senkrecht zur Achse der größten optischen Elastizität geschnittene Partie einer dodekaedzischen Platte mit A und die senkrecht zur Achse der kleinsten optischen Elastizität geschnittene Partie derselben Platte mit B und C (vgl. Fig. 33), und ist ε die Dicke der Platte, so ist der Gangunterschied in den Partien B und C ausgedrückt in 1:100000 mm, $\varepsilon(\alpha-\beta)$, in der Partie A $\varepsilon(\beta-\gamma)$; nun erscheinen die ersteren in Blau der zweiten Ordnung, die letzteren in Purpurrot der zweiten Ordnung; also ist

$$\varepsilon(\alpha - \beta) = 122$$
, $\varepsilon(\beta - \gamma) = 105$,

daraus ergibt sich mit Hilfe der Gleichung:

$$\operatorname{tg} V = \sqrt{\frac{\beta - \gamma}{\alpha - \beta}}$$

der halbe Achsenwinkel $40^{\circ}5'$; Des Cloizeaux beobachtete $V=41^{\circ}8'$. Unmittelbar vor der Umwandlungstemperatur war die erstere Farbe gelb, die letztere orangegelb, mithin

$$\varepsilon(\alpha' - \beta') = 95$$
, $\varepsilon(\beta' - \gamma') = 90$, also $V = 44^{\circ}3'$.

Für die Wärmemenge q, welche bei der Abkühlung des rhombischen Boracits von t^0 auf 0° abgegeben wird und den entsprechenden Wert q_1 für den regulären Boracit fand K. Kroeker (N. Jahrb. 1892, 2, 125) für hexaedrische Kristalle:

$$\begin{array}{lll} q &= 0 \cdot 1809644\,t & + 0 \cdot 0003156922\,t^2 & - 0 \cdot 00000012428\,t^3, \\ q_1 &= 70 \cdot 556 + 0 \cdot 26506\,\left(t - 270\right) + 0 \cdot 002009\,\left(t - 270\right)^2, \end{array}$$

für dodekaedrische Kristalle:

$$\begin{array}{lll} q &= 0\cdot1809644\,t & + 0\cdot0003156922\,t^2 & - 0\cdot00000012428\,t^3 \text{,} \\ q_1 &= 70\cdot427\,+\,0\cdot25316\,\left(t-270\right) + 0\cdot0037488\,\left(t-270\right)^2 \text{.} \\ &\text{Hintze, Mineralogie. I4.} & 8 \end{array}$$

Setzt man in zwei zusammengehörigen Gleichungen t gleich der Umwandlungstemperatur (hier 270° angenommen), so erhält man die bei der Umwandlung absorbierte Wärme C; und zwar ergeben die vorigen Zahlenwerte für hexaedrische Kristalle C=1.812 Kalorien, für dödekadrische Kristalle C=1.786 Kalorien. Die Differenz liegt innerhalb der Fehlergrenzen. E. Mallard und Le Châtelier (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1883, 6, 122) hatten gefunden C=4.77 Kalorien.

Die spezifische Wärme s des rhombischen und s_1 des regulären Boracits fand Kroeker für hexaedrische Kristalle bestimmt durch

$$s = 0.1809644 + 0.0006313844t - 0.0000004284t^{2}$$

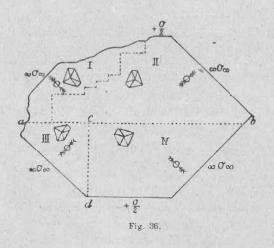
$$s_{1} = 0.26506 + 0.004018(t - 270),$$

für dodekaedrische Kristalle fand er

$$s = 0.1809647 + 0.0006313844 t - 0.0000004284 t^2,$$

 $s_1 = 0.25316 + 0.0074976 (t - 270).$

Mallard und Le Châtelier hatten eine langsame Zunahme der spezifischen Wärme bis 252°, dann ein sehr rasches Wachstum derselben zwischen 252° und 277°, endlich wieder ein langsames Fallen jenseits der letzten Temperatur gefunden; die mittlere spez. Wärme des rhombischen Boracits fanden sie zu 0.246, diejenige des regulären zu 0.265. Die genaue Umwandlungstemperatur fanden sie bei 264.9°. W. Schwarz (Beiträge zur Kenntnis der Umwandlungen polymorpher Körper, Preisschrift der Univ. Göttingen 1892) fand diese bei 265.2°.



Nach W. MEYERHOFFER (Ztschr. f. phys. Chemie 1899, 29, 661) findet beim Erwärmen bis 265 eine Volumvermehrung statt; dagegen tritt zwischen 265 und 267 eine auffallende Volumverminderung ein.

Gegen den Einwurf von KLEIN, daß die Grenzen der gleichen Orientierung der Ätzfiguren sich nicht mit den optischen Grenzen decken, bemerkt H. BAUMHAUER (Die Resultate der Ätzmethode 1894), daß die Ätzfiguren d

in den vier Feldern einer Würfelfläche völlig unsymmetrisch, aber spiegelbildlich zu den Diagonalen seien (vgl. Fig. 36, in welcher die eingezeichneten Barren für den Fall gelten, daß die Würfelflächen

den Nicolhauptschnitten parallel gehen). Eine nicht völlige Übereinstimmung der optischen Feldergrenzen mit den Grenzen der Orientierung der Ätzfiguren komme daher, daß während des Schleifens eine molekulare Umlagerung eintrete. Auch R. Brauns (Optische Anomalien, 1891, S. 104) neigt zu der Ansicht, "daß die Ätzfiguren auf optisch differenten Feldern verschieden sind". Dagegen fand Brauns (S. 97), daß "die Kristalle mit vorherrschendem Tetraeder sich in Rücksicht auf die optische Orientierung ebenso wie die mit vorherrschendem Granatoeder oder Würfel verhalten; sie unterscheiden sich von diesen dadurch, daß die verschieden orientierten Teile unregelmäßiger ineinander und durcheinander greifen und sich verschieben; immer aber sind die Ebenen der optischen Achsen senkrecht zur Richtung von Granatoederflächen und parallel der langen Diagonale des Rhombus, und die Würfelflächen sind immer senkrecht zu optischen Achsen. Niemals ist eine Mittellinie senkrecht zu einer Würfelfläche, niemals eine optische Achse senkrecht zu einer Dodekaederfläche austretend gefunden worden.

Bei Douglashall wurden nach Bücking dreierlei, durch ihre Färbung und Größe verschiedene Boracitkristalle gefunden: 1. kleine, etwas durchsichtig gelblich gefärbte Kriställchen; 2. wasserhelle bis 3 mm groß; 3. lichtgrünliche bis 5 mm. Baumhauer fand (Resultate der Ätzmethode, S. 122), daß die lichtgrünlichen einen zonalen Bau besitzen und "optisch sehr bestimmt die von Mallard zuerst beschriebene Struktur, die gelblichen hingegen die von Baumhauer zuerst beobachtete Bauweise zeigen; zwischen beiden stehen die farblosen Kristalle, welche sich zuweilen sehr der ersteren Struktur nähern; hiermit stimmen die von Baumhauer beobachteten Ätzerscheinungen der dreierlei Kristalle genau überein".

Zur Erklärung des Verhältnisses zwischen den beiden Modifikationen des Boracits bemerkt C. Klein (N. Jahrb. 1884, I, 235 u. Nachr. d. Ges. d. Wiss. Göttingen 1884, 11, 469): "Es erfolgt ursprünglich eine Bildung der regulären Form unter entsprechender Anordnung der Moleküle; letztere bleibt bei sinkender Temperatur nicht bestehen; es ändert sich die Gleichgewichtslage unter Bildung einer neueren, der rhombischen. Innerhalb dieser vollziehen sich die schon bei mäßiger Erwärmung auftretenden Zwillingsbildungen; durch höhere Erwärmung kann wieder die der Form ursprünglich entsprechende reguläre Anordnung der Teilchen erreicht werden." Auch ein erhöhter Druck hätte bewirken können, daß der Boracit als regulärer Körper sich hätte bilden können, und beim Nachlassen des Druckes hätte er rhombisch werden können. An Stelle der Spannungen setzt Klein jetzt die Dimorphie der Substanz.

Auch R. Brauns (S. 104) ist der Ansicht, "daß bei der Entstehung des Boracits das optische Verhalten mit der Kristallform in Einklang stand", während Mallard den jetzigen Zustand als den normalen und ursprünglichen betrachtet.

P. Groth (Groths Ztschr. 1885, 9, 405) macht darauf aufmerksam, daß es aus geologischen Gründen unwahrscheinlich sei, daß die Bildung der Boracitkristalle bei einer Temperatur über 265° stattgefunden habe, dem sich auch Mallard (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1886, 9, 54) anschließt.

Es ist eine bekannte Tatsache (vgl. J. Beckenkamp, Groths Ztschr. 1901, 34, 569 u.ff., derselbe, Leitfaden der Kristallographie S. 85), daß bei Kristallen, welche einer höheren Syngonie nahestehen, häufig eine Achse, welche nur annähernd gradzählige Deckachse, oder eine Ebene, welche nur annähernd Spiegelebene ist, Zwillingsachse oder Zwillingsebene werden. Betrachten wir die einfache Form des Boracits als rhombisch hemimorph und setzen das eine Würfelflächenpaar gleich c (001), die beiden anderen gleich m (110), ferner die Granatoederflächen in den Zonen m:c gleich P(1111), dann wird das rhombische Achsenverhältnis

$$a:b:c=1:1:\frac{1}{2}\sqrt{2}=1:1:0.70715;$$

die zur Granatoederfläche (110) in regulärer Deutung) normale Zonenachse hat das Zeichen [110]. Gibt man diesen Granatoederflächen das Zeichen [112], dann wird das rhombische Achsenverhältnis

$$a:b:c=1:1:\sqrt{2}=1:1:1\cdot4142$$
,

und die erwähnte Zonenachse erhält dann das Zeichen [111]. Im letzteren Falle entsprechen sich folgende Flächen:

regulär	rhombisch
$\infty 0 \infty (001)$	o P(001)
$\infty 0 \infty (100)$	$\infty P(110)$
$\infty O \infty (010)$	$\infty P(\overline{1}10)$
$(\infty O(1\overline{1}0)$	$\infty \bar{P} \infty (100)$
$\infty O(110)$	$\infty \check{P} \infty (010)$
$\infty O(101)$	$\frac{1}{2}P(112)$
∞ $O(011)$	$\frac{1}{2}P(\overline{1}12)$
$-\frac{O}{2}$ (1 $\overline{1}$ 1)	$\bar{P} \infty (101)$
$+\frac{O}{2}$ (111)	$ \stackrel{\sim}{P}\infty(0\overline{1}1) $

Infolge der gegenseitigen Durchdringung der verschiedenen Orientierungen der rhombischen Kristalle können mit ∞ $O\infty$, sowohl o P, als ∞ P, mit ∞ O sowohl ∞ P ∞ , als ∞ P ∞ als $\frac{1}{2}$ P zusammenfallen.

Bezüglich des Zwillingsgesetzes, nach welchem die rhombischen Individuen miteinander verknüpft sind, bemerkt Baumhauer (Groths Ztschr. 1879, 3, 350): "Während sich die an meinen Kristallen gemachten Beobachtungen sämtlich dem Gesetze: "Zwillingsebene P^* fügen, ist es mir zweifelhaft, ob die von Mallard aufgestellte Hypothese von der Zu-

P. Groth (Groths Ztschr. 1885, 9, 405) macht darauf aufmerksam, daß es aus geologischen Gründen unwahrscheinlich sei, daß die Bildung der Boracitkristalle bei einer Temperatur über 265° stattgefunden habe, dem sich auch Mallard (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1886, 9, 54) anschließt.

Es ist eine bekannte Tatsache (vgl. J. Beckenkamp, Groths Ztschr. 1901, 34, 569 u.ff., derselbe, Leitfaden der Kristallographie S. 85), daß bei Kristallen, welche einer höheren Syngonie nahestehen, häufig eine Achse, welche nur annähernd gradzählige Deckachse, oder eine Ebene, welche nur annähernd Spiegelebene ist, Zwillingsachse oder Zwillingsebene werden. Betrachten wir die einfache Form des Boracits als rhombisch hemimorph und setzen das eine Würfelflächenpaar gleich c (001), die beiden anderen gleich m (110), ferner die Granatoederflächen in den Zonen m:c gleich P (1111), dann wird das rhombische Achsenverhältnis

$$a:b:c=1:1:\frac{1}{2}\sqrt{2}=1:1:0.70715;$$

die zur Granatoederfläche (110) in regulärer Deutung) normale Zonenachse hat das Zeichen [110]. Gibt man diesen Granatoederflächen das Zeichen {112}, dann wird das rhombische Achsenverhältnis

$$a:b:c=1:1:\sqrt{2}=1:1:1\cdot4142$$
,

und die erwähnte Zonenachse erhält dann das Zeichen [111]. Im letzteren Falle entsprechen sich folgende Flächen:

regulär	rhombisch
$\infty O \infty (001)$	o P(001)
$\infty O \infty (100)$	$\infty P(110)$
$\infty O \infty (010)$	$\infty P(\overline{1}10)$
$(\infty O(1\overline{1}0)$	$\infty P \infty (100)$
∞ $O(110)$	$\infty \check{P} \infty (010)$
$\infty O(101)$	$\frac{1}{2}P(112)$
$\infty O(011)$	$\frac{1}{2}P(\bar{1}12)$
$-\frac{O}{2}$ (1 $\overline{1}$ 1)	$P \infty (101)$
$+\frac{O}{2}$ (111)	$ \check{P}\infty(0\overline{1}1) $

Infolge der gegenseitigen Durchdringung der verschiedenen Orientierungen der rhombischen Kristalle können mit ∞ 0∞ , sowohl α P, als ∞ P, mit ∞ 0 sowohl ∞ $\bar{P}\infty$, als ∞ $\bar{P}\infty$ als $\frac{1}{2}$ P zusammenfallen.

Bezüglich des Zwillingsgesetzes, nach welchem die rhombischen Individuen miteinander verknüpft sind, bemerkt Baumhauer (Groths Ztschr. 1879, 3, 350): "Während sich die an meinen Kristallen gemachten Beobachtungen sämtlich dem Gesetze: "Zwillingsebene P" fügen, ist es mir zweifelhaft, ob die von Mallard aufgestellte Hypothese von der Zu-

sammensetzung der Boracitkristalle sich mit jenem Gesetze in Einklang bringen läßt." Diese letztere Frage wurde von O. B. Böggild (Groths Ztschr. 1912, 50, 417 u.ff.) auf Grund des vorhin genannten Erfahrungsgesetzes gelöst; dieser wählt das eben genannte Achsenverhältnis

$$a:b:c=1:1:1\cdot 4142$$
.

Beim Übergang der regulären Struktur in die rhombische verlieren die beiden Flächenpaare $m\{110\}$ und die vier Flächenpaare $\{112\}$ ihre Bedeutung als Spiegelebenen; ferner verlieren die vier Normalen [111], $[\overline{1}11]$, $[\overline{1}11]$ und $[11\overline{1}]$ zu den früheren Granatoederflächen ihre Zweizähligkeit. Die verloren gegangenen Symmetrieelemente sind daher als Zwillingselemente zu erwarten. Es sind also a priori folgende drei Zwillingselemente möglich:

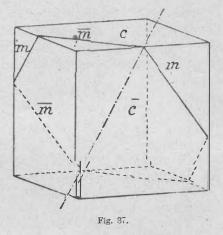
- 1. Zwillingsebene ist eine (rhombische) Fläche (110),
- 2. " " " " (112),
- 3. Zwillingsachse ist die (rhombische) Zonenachse [111].

BÖGGILD fand diese drei Gesetze beim Boracit tatsächlich vorhanden, und zwar das letztere als dominierend. Verwachsungsfläche ist bei diesem eine Oktaederfläche.

a) An Würfelschnitten verrät sich die Zwillingsbildung nach [111] dadurch, daß entweder Partien der rhombischen Form m(110) und e(001)

oder nur solche von m allein zusammenstoßen (vgl. Fig. 37). Im ersteren Falle bilden die Lamellen mit der vertikalen Richtung Winkel von 37°24′, im letzteren Falle 45°.

- b) Ein granatoedrischer Schliff besteht aus Flächenteilen der rhombischen Formen (112), (100) und (010), von welchen die erstere eine Auslöschungsschiefe von 45° und stärkere Doppelbrechung, die beiden anderen parallele Auslöschung und schwächere (im Vergleich miteinander beinahe die gleiche) Doppelbrechung besitzen.
- c) Oktaedrische Schliffe sind für die Untersuchung von Zwillings-



bildungen nicht geeignet, da verschiedene Gesetze sich hierbei ähnlich zeigen.

Zwillingsbildung nach (112) zeigt sich:

- 1. als senkrechte und deshalb scharfe Grenzen zwischen zusammenstoßenden Partien aus {112} Flächen;
- 2. als schräge und deshalb weniger scharfe Grenzen zwischen Partien aus {112} auf der einen und {100} oder {010} auf der anderen Seite.

Die Grenzen sind mit den Kanten des Granatoeders parallel, bilden also mit der horizontalen Richtung 35°16'.

Die Zwillingsbildung nach (110) zeigt sich:

- 1. als senkrechte und scharfe Grenze zwischen zusammenstoßenden Flächenteilen von (100) und (010);
 - 2. als horizontale scharfe Grenze zwischen Partien von (112) allein. Die Zwillingsbildung nach [111] zeigt sich:
- 1. als horizontale unscharfe Grenze zwischen Flächenteilen von (112) allein;
- 2. als beinahe horizontale unscharfe Grenze zwischen (112) und (100) oder (010); der Winkel, den diese Grenze mit der horizontalen Richtung bildet, ist 12° 19′;
- 3. als schräge scharfe Grenze zwischen (112) und (100) oder (010); die einzelne Lamelle bildet mit der senkrechten Linie einen Winkel 'von $31\frac{1}{3}$ °.
 - 4. als schräge scharfe Grenze von (112) allein; sie bildet mit der senkrechten Linie einen Winkel von 42°47′; diese Grenzen sind aber wenig sichtbar.

An der Zwillingsgrenze nach (112) bestimmte Böggild eine Abweichung des Reflexbildes zweier Flächen m von 3' und schließt daraus auf ein von den regulären Dimensionen etwas abweichendes Verhältnis

a:b:c=0.9994:1:1.4144.

FR. RINNE untersuchte (N. Jahrb. 1900, II, 108) das optische Verhalten von grünen Kristallen. Die Farbe rührt nach einer Analyse von Dr. Wense an Kristallen von Douglashall bei Westeregeln von einem Gehalt von 7.9%, FeO her (GROTH'S Ztschr. 1888, 15, 574). Bei Betrachtung im Lampenlicht geht der Farbenton in ein tiefes Blaugrün über, welches beim Erkalten wieder in Graugrün zurückgeht. An Kristallen von den Solvaywerken bei Bernburg fand RINNE, daß die Umwandlungstemperatur - bei farblosen Kristallen bei 2650 - durch den Eisengehalt um etwa 200 erhöht wird. Von besonderem Interesse ist die weitere Beobachtung, daß bei den grünen Kristallen die Isotropie bei 285° nicht vollständig ist, daß sich vielmehr bei dieser Temperatur eine neue Felderteilung einstellt, welche nunmehr die Folge der isomorphen Mischung von Eisenboracit und Magnesiumboracit ist; die Felderteilung ist demnach verwickelter als die frühere; die Doppelbrechung nimmt beim Erhitzen von Zimmertemperatur bis 285° ab, und bei dieser Temperatur tritt dann plötzlich eine sehr starke Erniedrigung der Doppelbrechung ein. Schliffe nach den Granatoederflächen erweisen sich über 285° einheitlich, wenn sie einer natürlichen Außenfläche angehören, während Schliffe aus dem Inneren in viele Felder zerfallen. Eine Platte parallel zu einer Würfelfläche, welche unter 285°, eine der Fig. 38 entsprechende Felderteilung besitzt, erhält über 2850 eine der Fig. 39 ent-

sprechende Teilung, wobei der längere Arm des Kreuzes die Richtung der größeren optischen Elastizität gegenüber der Richtung des kürzeren Kreuzesarmes zeigt. In den Feldern 1, 2, 3, 4 der Fig. 38 liegen die Ebenen der optischen Achsen jedesmal senkrecht zu der anliegenden Würfelkante. Ein Schnitt parallel einer Tetraederfläche von einem Kristalle mit tetraedrischem Habitus zeigt unterhalb der Umwandlungstemperatur eine der Fig. 40 entsprechende, oberhalb derselben eine der Fig. 41 entsprechende Felder-

teilung.

Wird Boracit in einem Punkte einer Fläche so stark gedrückt, daß derselbe bricht, so entstehen doppeltbrechende Streifen, welche den Projektionen der dreizähligen Achse auf die betreffende Fläche parallel gehen (P.GAUBERT, Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1902, 25, 154).

Das pyroelektrische Verhalten des Boracits wurde zuerst von Haüy (1791) erwähnt: dieser gibt an. daß der Boracit beim Erwärmen elektrisch werde, und daß positive Pole an den vier Ecken liegen, an welchen die Tetraederflächen auftreten. Treten beide Tetraeder auf, so sind die Flächen des einen Tetraeders glatt und glänzend und in der Mehrzahl der Fälle etwas größer als die rauhen und weniger glänzend erscheinenden Flächen des anderen; das letztere fehlt auch häufig. KÖHLER (Pogg. Ann. 17, 150) fand, daß beim Erkalten an denjenigen Ecken, welche die glänzenden Tetraederflächen tragen, positive Elektrizität auftritt.

Sehr eingehend hat sich

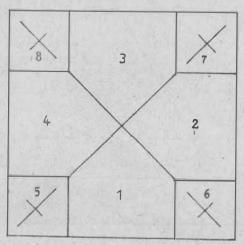
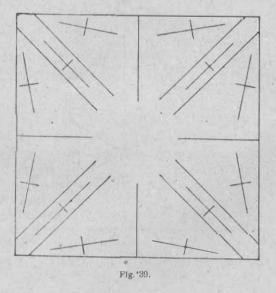
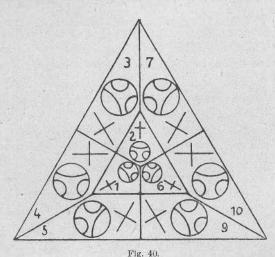


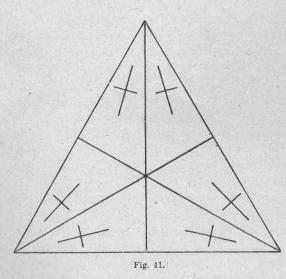
Fig. 38.



W. Hankel mit der Pyroelektrizität des Boracits beschäftigt (Pogg. Ann. 50, 47,1; 61, 282 u. Abh. d. Ges. d. Wiss. Leipzig 1859, 4, 151). Er fand

bei hinreichend lange anhaltender Zunahme der Temperatur einen zweimaligen Wechsel des Zeichens der auftretenden Elektrizität, ebenso bei der Abkühlung; bei höherer Temperatur findet keine pyroelektrische Erregung mehr statt. Hankel unterscheidet als Würfelflächen erster Art solche, die in ihrem elektrischen Verhalten mit den glänzenden Tetraederflächen übereinstimmen, und als zweiter Art solche, welche sich verhalten wie die matten Tetraederflächen. Die relative Anzahl der





beiden Arten ist unbestimmt, z. B. kann es vorkommen, daß an einem Kristall fünf Würfelflächen erster und nur eine zweiter Art vorkommen.

P. Ries und G. Rose (Pogg. Ann. 59, 376) halten den Wechsel des Zeichens der Pyroelektrizität für unwesentlich.

J. und P. CURIE (C. R. 1880, 91, 294, 383 u. Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1880, 3, 40) fanden, daß ebenso wie durch Temperaturanderung, so auch durch einen in der Richtung einer trigonalen Achse wirkenden Druck Achse polarelektrisch (piezoelektrisch) werde. Abkühlung und Kompression erzeugen an einem und demselben Ende die gleiche Elektrizität. mit_einer dreikantigen Ecke versehene Ende wird durch Kompression negativ elektrisch. Mit Ausnahme des Boracits zeigen alle anderen von ihnen untersuchten Substanzen, daß stets das mit spitze-

ren Formen verseltene Achsenende durch Kompression positiv elektrisch wird.

K. Mack (Groths Ztschr. 1884, 8, 503 u. ff.) untersuchte Boracitkristalle mit vorherrschendem Granatoeder von Lüneburg nach dem Be-

stäubungsverfahren mit Schwefel und Mennige nach Kundt: Bei der Abkühlung wurden die Granatoederecken mit den glänzenden Tetraederflächen gelb. Die gelbe Färbung erstreckt sich über die Kanten bis zu den nur klein ausgebildeten Würfelflächen; die anderen trigonalen Ecken und die daran anstoßenden Kanten wurden rot; im übrigen blieb der Kristall farblos. War die Würfelfläche größer entwickelt, so zeigte sie eine gelbe und eine rote Diagonale, die in der Mitte, d. h. an der Kreuzungsstelle farblos waren.

Kristalle mit vorherrschendem Würfel (von Lüneburg) wurden entsprechend den vorigen Kristallen zur Hälfte gelb, zur Hälfte rot; von den Ecken aus erstreckten sich Zungen von der gleichen Farbe über die anliegenden Würfelflächen.

Kristalle mit vorherrschendem Tetraeder (von Lüneburg) erschienen gelb auf den sechs Würfelflächen, dagegen rot auf den positiven und auf den negativen Tetraederflächen. Stärker hervor traten die Linien, welche von der Mitte der Flächen senkrecht zu den Oktaederkanten verlaufen.

Eine aus Boracit geschliffene Kugel zeigte vier rote und vier gelbe Punkte, von welchen je drei Linien nach den Flächenpolen des Würfels verlaufen. Von den Flächenpolen der Oktaeder bis zu den Flächenpolen der Würfel nahm die Färbung allmählich ab.

Den von Hankel angegebenen Wechsel fand Mack bestätigt, und schließt aus seinen Beobachtungen:

Die Elektrizität ist auf den Boracitkristallen im allgemeinen nicht über ganze Flächen, sondern längs einzelner Linien verteilt, welche mit den optischen Grenzlinien zusammenstoßen. Er ist der Ansicht, daß bei Temperaturänderungen innere Spannungserscheinungen sich in diesen Linien am stärksten ändern.

C. Friedel und J. Curie (C. R. 1883, 97, 61 u. Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1883, 6, 191) erwärmten eine Boracitkugel auf 300° und ließen sie dann sich langsam abkühlen; dabei zeigte sich zunächst keine Elektrizität, als aber die Temperatur auf 265° gesunken war, zeigte sich plötzlich eine starke Elektrizitätsentwickelung, welche bei weiterer Abkühlung nach einigem Schwanken wieder verschwand. Die Verfasser erklären diese Erscheinung durch Dichtigkeitsänderungen bei dem Übergang aus dem regulären in den rhombischen Zustand.

Eine strukturtheoretische Erklärung des optischen Verhaltens versuchte Mallard durch die Annahme, die Anordnung der Schwerpunkte der Moleküle im Raumgitter sei regulär; die Doppelbrechung sei auf die Symmetrie der Moleküle zurückzuführen.

Kundt und Röntgen beobachteten (1883). daß elektrische Ladungen bei Kristallen mit azentrischen Richtungen Änderungen der optischen Elastizität hervorrufen. Nun sind die rhombischen Kristalle des Boracits infolge der Hemimorphie tatsächlich azentrisch. J. Beckenkamp

(Die Anomalien der Kristalle 1889) führte deshalb die niedrigere optische Symmetrie auf eine elektrische Polarität der kleinsten Massenteile zurück. Da unter anderen beim Quarz auch ein Zusammenhang zwischen der elektrischen Polarität und den Ätzfiguren bekannt ist, so darf man auch die Abweichung der Ätzfiguren von der regulären Symmetrie auf elektrische Polarität der kleinsten Massenteile zurückführen. Als die hierbei in Frage kommenden Massenteile müssen die Atome gelten (vgl. J. Becken-KAMP. Kinetische Theorie der Kristalle u. Groths Ztschr. 1906, 42, 466). Bei salzartigen Verbindungen z. B. sind die Verbindungslinien der metallischen mit den nichtmetallischen Atomen, also die betreffenden Valenzrichtungen, als elektrische Achsen anzusehen (vgl. Beckenkamp, Kinetoelektromagnetische Theorie der Kristalle 1918). Bei der rhombischen Form fällt eine bestimmte elektrisch polare Achse nur in eine einzige Richtung, bei der regulären Form muß diese polare Achse schon in submikroskopischen Partikeln zwischen den verschiedenen in bezug auf die Anordnung der Schwerpunkte (event. nur annähernd) gleichwertigen Richtungen derart wechseln, daß keine vor der anderen bevorzugt oder benachteiligt wird.

Da bei höherer Temperatur sowohl ein größeres elektrisches Leitvermögen, als auch stärkere thermische Schwingungen vorhanden sind, so ist bei dieser die höhere Symmetrie bevorzugt, während bei niederer Temperatur das geringere Leitungsvermögen, also die stärkere Polarität, der Zwillingsbildung entgegenwirkt. Fraglich erscheint, ob die reguläre Symmetrie durch eine streng periodische Struktur, bei welcher also jede Periode aus einer festen Gruppe von Atomen besteht, welche schon für sich die reguläre Symmetrie besitzt, oder ob die reguläre Symmetrie nur einer quasi homogenen Masse zukommt, bei welcher in einer zwar submikroskopischen, aber in bezug auf das Molekül großen Partikel nur im ganzen genommen, die in bezug auf die Schwerpunktanordnung gleichwertigen Richtungen in gleicher Weise mit elektrisch-polaren Achsen besetzt sind. Man glaubte früher, derartige Kristallmoleküle kämen dadurch zustande, daß die Atomabstände im Innern der Gruppe, die intramolekularen Atomabstände, kürzer wären, als die Atomabstände zwischen zwei benachbarten Gruppen, die intermolekularen Atomabstände. J. BECKENKAMP (vgl. z. B. Über das Wesen der molekularen Richtkraft, GROTHS Ztschr. 1901, 34, 574, 597) versuchte demgegenüber die Individualität des Kristallmoleküls auf eine gleichartige Orientierung der magnetischen Atomachsen in bezug auf die Umgebung zurückzuführen, indem entweder alle N-Pole oder alle S-Pole einer Gruppe nach außen gerichtet werden, während keine Verschiedenheit zwischen den inter- und intramolekularen Atomabständen angenommen wurde. Das Kristallmolekül soll mit Berücksichtigung der axialen und polaren Richtungen die Symmetrie der niedrigsten Klasse der betreffenden Syngonie haben und durch parallele Anordnung der Kristallmoleküle sollen submikroskopische homogene Partikel entstehen. Die höher symmetrischen Klassen

sollen durch Zwillingsstellungen zustande kommen, bei welchen dieienigen Symmetrieelemente der betreffenden Klasse, welche nicht schon in dem Kristallelement, also auch in der homogenen Partikel enthalten sind. Zwillingselemente sind. Möglich ist aber auch, daß selbst die Symmetrie der niedrigsten Klasse der betreffenden Syngonie durch quasi homogene zwillingsartige Bildungen zustande kommt, daß also die Annahme von festen Gruppen überflüssig wäre. Zurzeit ist eine Entscheidung zwischen diesen beiden Annahmen nicht möglich. Man muß annehmen, daß zwischen den Atomen tensorielle Kräfte wirksam sind, welche reguläre Anordnung der Atomschwerpunkte mit minimalem Volumen erstreben; der vollen Wirkung dieser stehen polare Kräfte entgegen, deren Wirkung mit steigender Temperatur abnimmt; bei der Umwandlungstemperatur tritt jedenfalls eine neue Valenzverknüpfung zwischen den Atomen ein, welche der regulären Symmetrie entspricht. Eine holoedrische Verknüpfung wäre allerdings nur unter Annahme einer größeren Periode infolge von Gruppenbildung (Kristallmolekülen) möglich.

Die Beobachtung, daß beim Boracit die Umwandlung in die reguläre Modifikation mit einer, wenn auch geringen Volumverminderung verbunden ist, beweist, daß mit der Anderung der Art der Valenzverknüpfung auch geringe sekundäre Verschiebungen der Atomschwerpunkte verbunden sind. Bei der Kristallisation, d. h. bei der Anlagerung neuer Atome an den im Wachstum begriffenen Kristall, treten Änderungen des polaren Feldes sowohl der sich anlagernden als auch derjenigen Atome ein, an welche sich die neuen anlegen. Diese Änderungen streben allmählich einem neuen Gleichgewichtszustande zu. Die Zeitdifferenz zwischen der Anlagerung zweier benachbarter Atome ist kürzer, wenn diese in der Richtung der Basis einer Anwachspyramide nebeneinander liegen, als wenn ihre Verbindungslinie schief oder senkrecht dazu ist. Bei der Anlagerung binden sich die entgegengesetzten (einander gegenüberliegenden) Elektrizitäten benachbarter Atome. Es entsteht daher ein dauernder polarer Unterschied zwischen sonst gleichwertigen Richtungen, von welchen die eine parallel, die andere schief oder senkrecht zur Basis der betreffenden Anwachspyramide liegt. Der Unterschied muß um so geringer sein, je langsamer die Kristallisation vor sich geht.

Bei isomorphen Mischungen sind auch die polaren (Valenz- und anderen) Kräfte der beiden Komponenten nicht genau gleich und infolgedessen muß die eine Komponente ihre maximale polare Richtung häufiger der Basis der Anwachspyramide parallel stellen als die andere. Da nun auch die tensoriellen Kräfte der beiden Komponenten in diesem Falle nicht genau gleich sind, so erfolgt auch bei höherer Temperatur keine Umlagerung der polaren Achsen zwischen den einzelnen Atomen (vgl. J. Beckenkamp, Über sog. anomale Erscheinungen, Groths Ztschr. 1908. 44. 583 ff.).

Da die reguläre Form des Boracits keine pyroelektrischen Erscheinungen erkennen läßt, so wird die (event. quasi homogene) Masse auch nicht die Symmetrie der hexakistetraedrischen, sondern die der holoedrischen Masse besitzen; die hemiedrische äußere Umgrenzung ist also nicht der regulären, sondern der rhombischen Modifikation zuzuschreiben, und die reguläre Modifikation muß als eine Paramorphose der rhombischen aufgefaßt werden, nicht aber kann die rhombische Form als eine Paramorphose der regulären gelten. Der Mallardsche Typus der rhombischen Form des Boracits genügt zur Erklärung der hexakistetraedrischen Symmetrie der Umgrenzung. Bei dem Baumhauerschen Typus müßten die Flächen (111) und (111) völlig ungleichwertige Flächen sein.

A. Karnojitzky (Verh. russ. min. Ges. St. Petersburg 1895, 33) hält auf Grund der vizinalen Flächen den Boracit für monoklin-hemiedrisch mit einem Prismenwinkel von 89° 17′.

Nach H. Haga und F. M. Jaeger (Vers. Kon. Akad. v. Wetensch. Amsterdam 1914, 22, 725) ist das Röntgenogramm des Boracits unterhalb und oberhalb der Umwandlungstemperatur innerhalb der Beobachtungsfehler identisch.

Chemisches. A. Kenngott (N. Jahrb. 1867, 436) gibt an, daß das Pulver von Boracitkristallen vor und nach dem Glühen stark alkalisch reagiere; das weiße Pulver wird nach dem Glühen gelblichweiß; schmilzt vor dem Lötrohr unter Aufwallen schwierig zu einer Perle, welche klar und gelblich, nach der Erstarrung aber als ein undurchsichtiges und weißes Aggregat von Kristallnadeln erscheint. Färbt die Flamme beim Schmelzen mit Kaliumbisulfat und Flußspat grün. In Salzsäure schwer, aber völlig löslich.

Bildung. Aus Boracit entsteht überaus langsam in Lösungen, die sich zur Bildung von basischen Magnesiumboraten eignen, bei 83° ein in haarförmig gebogenen, asbestähnlichen Nadeln ausgebildetes Produkt, das. wohl Ascharit sein dürfte (J. H. van't Hoff, Über die Bildung ozeanischer Salzablagerungen).

Nach POTYKA (Pogg. Ann. 107, 433) soll der Boracit unter Wasseraufnahme sehr langsam in Staßfurtit übergehen.

Pseudomorphosen von Boracit nach Bergkristall erwähnt C. Ochsenius (N. Jahrb. 1889, I, 271).

Künstlich. W. Hertz (Ber. d. Berliner Akad. 1860, 466) glühte eine Mischung von wasserfreiem Chlormagnesium mit viel Chlornatrium in einem Platintiegel mit Zusatz von Borsäure und Magnesia. Nach dem Erkalten wurde mit Wasser ausgelaugt und das unlösliche Pulver einige Tage unter kalte konzentrierte Salzsäure gebracht, dann wieder mit Wasser ausgelaugt; der Rückstand stellt ein sandiges Pulver dar, welches die Kristallform, chemische Zusammensetzung und die Pyroelektrizität des Boracits erkennen ließ.

G. Rouseau und H. Allaire (C. R. 1893, 116, 1195, 1445 u. 1894, 118, 1255; 119, 71) stellten durch Einwirkung von Metallchlorüren in Dampfform auf Boronatrocalcit Boracit und andere analoge Verbindungen dar; alle waren pseudoregulär (tetraedrisch-hemiedrisch) wie der natürliche Boracit (z. B. Zinkboracit, Cadmiumboracit, Nickelboracit, Kobaltboracit). Durch Einwirkung von Bromdämpfen auf ein rotglühendes Gemenge eines der Metalle (Mg, Zn, Cd, Co oder Ni) mit Boronatrocalcit wurden ähnliche Kristalle von Bromboraten erhalten.

Nach A. DE Grammont (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1890, 13, 245) wurden 2 Teile Chlormagnesium und 1 Teil Borax mit wenig Wasser 2—3 Tage auf 275—280° erhitzt; nach dem Auswaschen fand sich ein das Glas ritzender Sand, bestehend aus glänzenden Tetraedern, z. T. mit Gegentetraedern, spez. Gew. 2·89, optisch anomal, von der chemischen Zusammensetzung eines Salzes der Oktoborsäure mit der einwertigen Gruppe Mg—Cl. Beim Erhitzen auf 200—240° entstanden außer amorphem Magnesiumborat nur wenige, vielleicht rhombische Kristalle.

Staßfurtit. In der Carnallitregion von Staßfurt und den anderen subhercynischen Salzlagerstätten kommen bis kopfgroße, rundliche, dichte, feinkörnige oder faserige Knollen vor.

G. Rose (Ztschr. d. d. geol. Ges. 8, 156 u. N. Jahrb. 1857, 73) beschreibt als "dichten Boracit" von Staßfurt ein Mineral mit dem Aussehen einer dichten weißen Masse; "unter dem Mikroskop aber erscheint diese bei 300 facher Vergrößerung als ein Aggregat ziemlich großer Kristalle von prismatischer Form, in welcher die Kristalle des regulären Systems, wozu der Boracit gehört, nie erscheinen. Gepulvert löst es sich in erhitzter Salzsäure mit großer Leichtigkeit auf und aus der Auflösung kristallisiert Borsäure-Hydrat heraus. Vor dem Lötrohr auf Kohle schmilzt es zur Kugel. Der Boracit von Lüneburg, auch zum feinsten Pulver zerrieben, löst sich, in derselben Salzsäure viel länger gekocht, gar nicht auf, und vor dem Lötrohr konnte er auf Kohle auch nicht zur Kugel gebracht werden. G. Rose schlägt daher für dieses Staßfurter Mineral den Namen Staßfurtit vor. Er ist der Ansicht, daß manche faserige Varietäten des Boracits Paramorphosen von Staßfurtit noch Boracit seien; diese lösen sich auch in Salzsäure auf.

Nach Nöggerath (Niederrh. Ges. f. Natur- u. Heilkunde 1864) tritt der Staßfurti in Staßfurt in konzentrisch schaligen Gebilden von kugeliger oder ellipsoidischer Gestalt bis zu 8 Zoll Durchmesser auf.

E. Reichardt (N. Jahrb. 1866, 333) gibt an, daß der Staßfurtit ein Gemenge der feinsten, prismatischen, seidenglänzenden Kristalle darstelle. Bischof glaubt, daß eine vulkanische Exhalation von Borsäuredämpfen bei der Bildung des Staßfurtits gewirkt habe, während Reichardt hervorhebt, daß Borsäure in zahlreichen Quellen nachgewiesen sei. Bischof fand das spezifische Gewicht des Staßfurtits zu 2.667, Reichardt zu 2.383—2.458. Bischof wies nach, daß Chlormagnesium durch

Wasser ausgelaugt werden kann und bestreitet die Selbständigkeit des Staßfurtits gegenüber dem Boracit; auch der H₂O-Gehalt sei nur zufällig.

HUYSSEN (N. Jahrb. 1865, 329) beschreibt einen eisenhaltigen Staßfurtit, der im frischen Bruch hellgrünlich, aber bald gelblich wird.

Als Kern soll der gewöhnliche Staßfurtit Carnallit enthalten, der eisenhaltige Steinsalz.

Nach Bischof hat der gewöhnliche Staßfurtit die Zusammensetzung

$$2(3MgO + 4BO_3) + MgCl_2$$
,

der eisenhaltige

$$(3 \text{MgO} + 4 \text{BO}_3) + (3 \text{FeO} + 4 \text{BO}_3) + \text{MgCl}_2$$
.

Das Gewicht des gewöhnlichen Staßfurtits ist nach Bischof 2,91, das des eisenhaltigen 3.09. Bischof schlägt vor, den gewöhnlichen Staßfurtit als Boracit zu bezeichnen, den eisenhaltigen als Staßfurtit. Huyssen dagegen schlug für letzteren den Namen Eisenstaßfurtit vor.

H. E. Boeke (C.-Bl. 1910, 535) findet das ausgewaschene Staßfurtitpulver als ein Haufwerk feinster Nadeln, welche, wie schon G. Rose angab, parallel auslöschen. c ist parallel der Längsrichtung; die Lichtbrechung zwischen 1·661 und 1·676. Beim Boracit ist $\alpha_{\rm D}=1\cdot662$, $\gamma_{\rm D}=1\cdot673$; die Längsrichtung der Nadeln entspricht der positiven Mittellinie des Boracits, die jedesmal auf einer Rhombendodekaederfläche senkrecht steht. Auch die Nadeln zeigen bei 265° die Umwandlung in die optisch isotrope Modifikation, so daß die Identität von Staßfurtit und Boracit erwiesen ist. Der Wassergehalt des Staßturtits rührt nach der Analyse von Precht und Wittjen (1881) vom MgCl₂ her.

Historisches. Boracit wurde zuerst (1787) von Lasius unter dem Namen "kubischer Quarz" beschrieben. Westrumb fand (1788) darin die Borsäure und fand außerdem neben Mg noch Ca. Werner gab dem Mineral den Namen Boracit. Eine genauere Analyse von Pfaff (1813) führte zu der Formel $\mathrm{MgB_2O_4}$. H. Rose (1858) und Heintz (1859) fanden etwa $10\frac{1}{2}$ % $\mathrm{MgCl_2}$.

Vorkommen im allgemeinen in Anhydrit-, Gips- und Salzlagern.

- a) Deutschland. Nach G. J. B. Karsten (Verh. d. Berliner Akad. 1847, 337 u. N. Jahrb. 1848, 336) hat der Boracit in dem unterhalb des Buntsandsteins bei Staßfurt auftretenden Steinsalzgebirge seinen Sitz. "Die das Auftreten des Boracits in der Steinsalzablagerung zu Staßfurt begleitenden Erscheinungen geben übrigens Zeugnis von einem großen Umbildungsprozeß, der nach beräts erfolgter Bildung des Steinsalzgebirges dort stattgefunden haben muß."
- C. Ochsenius (N. Jahrb. 1889, I, 271) gibt an, daß im Carnallit von Douglashall bei Westeregeln A. Nauper eingesprengte Boracitkristalle in verschiedener Menge gefunden habe. 1885 wurden darin massenhaft kleine hellgelbe, durchsichtige Kristalle gefunden, 1887 und 1888 bis 3 mm große wasserhelle Kristalle im Verein mit licht-

bis dunkelgrünen Eisenboraciten, die bis 5 mm Durchmesser zeigten. Bei letzteren herrschte das Tetraeder, bei ersteren der Würfel vor. Der Carnallit ist demnach durchschwärmt von Boraciten. Die Eisenboracite waren früher nur in derben Massen (als Staßfurtit) bekannt. Die neu gefundenen Eisenboracite sind meist durchsichtig, selten opak und scheinen bei Lampenlicht auf weißem Grunde, wenn intensiv gefärbt, grasgrün. Der Eisengehalt ist nicht konstant, er steigt bis 22% FeO. Die kristallographischen Bestimmungen von Bückine vgl. S. 105. Manche Kriställchen sind durch Eisenglanzschüppchen rot gefärbt. Kristalle von Boracit finden sich zu Douglashall vereinzelt und von geringer Größe (bis zu 1 mm) ganz regelmäßig im Carnallit, wie es scheint, besonders in den jüngeren Schichten desselben.

Die Boracitkristalle von Leopoldshall bei Staßfurt sind im allgemeinen größer, sie erreichen 15 mm. B. Schultze (N. Jahrb. 1871, 844) fand in den Rückständen der Chlorkaliumfabrikation aus dem anhaltinischen Schacht zu Leopoldshall Boracitkristalle in drei Varietäten:

- a) nierenförmige, bis 1.5 cm große Kristalldrusen mit 0.5 mm großen durchsichtigen, grünlichen Kristallen mit einem Kern aus einem mikrokristallinischen Aggregat von Boracit;
- b) bis zu 1.3 cm große Kristallgruppen, bestehend aus 5 mm großen hellgrünen Boracitkristallen, einen weißen Kern umschließend;
- c) his 4 cm große flache Drusen, auf der einen Seite mit 2 mm großen Kristallen bedeckt, auf der anderen Seite von einem kristallinischen Überzug, ebenfalls einen weißen Kern umschließend. Alle Kristalle zeigen * $\{111\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, zuweilen * $\{1\overline{1}1\}$ und $\{1\overline{2}1\}$. Das Tetracder ist bei allen vorherrschend, bei den größeren Kristallen durch das Hervortreten einer großen Anzahl kleiner Hexaederflächen drusig; nach den Kanten zu glatt. $\{110\}$ und $\{100\}$ sind glatt. Die Druse e besteht im Innern aus gewöhnlichem Staßfurtit.

Nach H. E. Boeke (C.-Bl. 1910, 535) kommt das Boracitmaterial in den deutschen Salzlagerstätten in Form von Einzelkristallen häufig in dem Hartsalz von Solvayhall bei Bernburg (vorwiegend {100}) und im Hartsalz von Hildesia bei Hildesheim vor. Staßfurtit ist besonders bäufig in den primären Ablagerungen des Magdeburg-Halberstädter Bezirks, namentlich in den Hutzonen, seltener im südlichen Harz, z. B. auf der Grube Glückauf bei Sonderburg.

Der Staßfurtit im Carnallitlager von Staßfurt ist nach H. Precht und B. WittJen (Ber. d. d. chem. Ges. 1881, 14, 2134) feinkörnig bis dicht, Bruch muschelig,
häufig splitterig; Farbe weiß, oft grünlich; spez. Gew. 2.669; zieht aus der Luft
Wasser an, bewahrt aber dabei längere Zeit seine äußere Form. Der Staßfurtit aus
dem Kainitlager von Staßfurt ist weich und mild; Bruch uneben und erdig, Farbe
gelb bis rötlich, spez. Gew. 2.570. In Berührung mit Wasser zerfällt er nach
einiger Zeit in feinen Schlamm. Einzelne Kristalle finden sich eingewachsen im
Gips und Anhydrit am Kalkberg und am Schildberg bei Lüneburg in Hannover, und am Seegeberg bei Kiel.

- b) Bei Luneville in Frankreich.
- c) Vereinigte Staaten. In einigen regenlosen Gegenden der Staaten Californien, Nevada und Oregon kommen tertiäre lacustre Ablagerungen von Boraten, z. T. in großen Mengen vor. In Death Valley findet sich ein Lager von Colemannit und Boracit von 4-60 Fuß Mächtigkeit (M. R. CAMPBELL, Bull. U. S. Geol. Survey 1902, 22).

Analysen. L. Potyka (Poeg. Ann. 107, 374 u. N. Jahrb. 1860, 80) klare Boracitkristalle von Lüneburg: I. — Trübe Boracitkristalle von Lüneburg: II. — Staßfurtit von Staßfurt: III.

	Cl	Mg	MgO	FeO	B_2O_3	H ₂ O	Summe
I.	8 · 15	2.75	25.24	1.59	62.91	0.55	101.19
II.	7.78	2.63	26.19	1.66	61 - 19	0.94	100.39
III.	8.02	2.71	26.15	0.40	60.75	1.95	99.98

H. Precht und B. Wittjen (1881) Staßfurtit aus Carnallit: I. — Staßfurtit aus Kainit: II.

	$\mathbf{MgCl_2}$	MgSO ₄	NaCl	KCl	B_2O_3	MgO	H ₂ O	Boracit	Summe
I.	5.09	5550	0.86	0.24	0.11	0.04	7.01	86.65 78.92	100.00
II.	4.72	1.69	0.51	1.85	0.73	0.31	11.27	78.92	100.00

Fünfte Gruppe.

Delafossit. CuFeO₂.

In den Grothschen Tabellen (französische Ausgabe 1894, S. 80) wird der Delafossit zu den basischen Salzen zweiwertiger Metalle gestellt und ihm die Formel Cu₂O[FeO₂]₂ = Cu₂Fe₂O₅ gegeben. Die Analysen sprechen jedoch für Cu₂Fe₂O₄. Danach wäre der Delafossit neben die künstlich dargestellten Salze Na₂Fe₂O₄ und K₂Fe₂O₄ zu stellen, von welchen ersteres in hexagonalen Tafeln mit negativer Doppelbrechung kristallisiert. J. M. van Bemmelen und E. A. Klobbie, Journ. f. prakt. Chemie 1862, 46, 497; Auszug Groths Ztschr. 1895, 24, 425). Das entsprechende Kaliumferrit kristallisiert bei gewöhnlicher Temperatur in Form von schwach doppelbrechenden Täfelchen, welche sich bei höherer Temperatur in eine reguläre Modifikation verwandeln und und von den genannten Autoren für isomorph mit MgFe₂O₄ gehalten werden. Es wäre hiernach das Cu₂Fe₃O₄ als erste Gruppe — Salz mit einwertigem Metall — vor die Gruppe der Spinelle zu stellen.

Kristallsystem: hexagonal rhomboedrisch

$$a:c=1:1.94$$

(nach A. F. Roggers, Amer. Journ. of Sc. 1913, 35, 290). Vorherrschend $\{10\overline{1}1\}$ und $\{0001\}$, untergeordnet $\{10\overline{1}0\}$; dem Eisenglanz ähnlich.

$$\{0001\}: \{10\overline{1}1\} = 66^{\circ}1'.$$

Zwillingsbildung nach (0001).

Dichte 5.07.

Spaltbar unvollkommen nach (1010).

Härte 5½, spröde (nach A. F. Roggers); 2.5 (nach C. Friedel).

Farbe schwarz bis dunkelgrau wie Graphit; Strich schwarz.

Glanz metallisch.

Nicht magnetisch. Auf Kohle leicht zu einer magnetischen Masse schmelzbar (Rocqers), dagegen (nach Friedel) vor dem Lötrohr schwer schmelzbar, die Flamme grün färbend.

Leicht löslich in Salzsäure und Schwefelsäure; schwerer in Sal-

petersäure.

Vorkommen. In der Gegend von Katharinenburg auf gelblich weißem Ton sitzend (C. Friedel, C. R. 1873, 77, 211) und in Bisbee Arizona, wo es in der unteren Oxydationszone einer im Kalkstein auftretenden Kupferlagerstätte auf Eisenglanz in weißem Kaolin und eisenschüssigem Ton angetroffen wurde, zusammen mit gediegenem Kupfer und Rotkupfererz.

C. Friedel benannte das Mineral nach dem Mineralogen Dela-

Analysen. 1. Von Katharinenburg nach C. FRIEDEL;

- 2. von Bisbee nach G. S. BOHART;
- 3. berechnet für CuFeO2.

		CuO .	$\mathrm{Fe_2O_3}$	Al ₂ O ₃	Summe
. Wy	1.	47.45	47.99	3.52	98.96
	2.	Cu 41•32	Fe 37·26	unlöslich 0·21	O (Differenz)
	3.	42.01	36.85		21 · 14

Der Versuch, zu entscheiden, ob Cu ein- oder zweiwertig, Fe drei- oder zweiwertig in der Verbindung vorhanden sei, gelang nicht.

Wasserhaltige Borate.

Von Dr. H. Steinmetz in München.

Erste Gruppe.

Salze der Säure BO-OH.

- 1. Pinnoit MgB₂O₄·3H₂O
- 2. Lagonit $Fe(BO_2)_3 \cdot 1\frac{1}{2}H_2O$

Zweite Gruppe.

Salze zusammengesetzter Borsäuren.

- 1. Ascharit 3Mg₂B₂O₅·2H₂O
- 2. Borax Na₂B₄O₇·10H₂O
- 3. Boronatrocalcit NaCaB₅O₉. 8H₂O u. Borocalcit
- 4. Pandermit Ca₈B₂₀O₃₈·15H₂O
- 5. Colemanit Ca₂B₆O₁₁·5H₂O
- 6. Meyerhofferit Ca₂B₆O₁₁.7 H₂O
- 7. Inyoit Ca₂B₆O₁₁·13H₂O

- 8. Franklandit $Na_4Ca_2B_{12}O_{22}$. $15H_2O$
- 9. Hydroboracit $CaMgB_6O_{11} \cdot 6H_2O$
- 10. Larderellit $(NH_4)_2B_8O_{13}$ · $4H_2O$
- 11. Kaliborit $KMg_2B_{11}O_{19}$. $9H_2O$

Allgemeines. Von den wasserhaltigen Boraten sind nur die beiden Mineralien der ersten Gruppe als Salze der normalen Metaborsäure zu betrachten und so in der Konstitution der ihnen zugrunde liegenden Säuren bekannt. Die Mineralien der zweiten Gruppe müssen als Salze zusammengesetzter Borsäuren aufgefaßt werden, deren Konstitution zum Teil noch unbekannt ist. Schon beim einfachsten Glied dieser Reihe, dem Ascharit, begegnet man verschiedenen Auffassungen: Groth (Tab. Übersicht 1898, 81) betrachtet ihn als normales Salz einer Diborsäure

$$\begin{array}{c} \text{HO} \\ \text{HO} \end{array}$$
 B $-\text{O}-\text{B} \stackrel{\text{OH}}{\text{OH}}$

während ihn van't Hoff als Monomagnesiumorthoborat auffaßt, das somit das einzige natürliche Orthoborat wäre. Die dem Borax zugrunde liegende Tetraborsäure kann durch Wasseraustritt von einem Molekül der genannten Diborsäure mit zwei Molekülen Metaborsäure entstanden gedacht werden und hätte die Konstitution

$$HO-B < 0 > B-O-B < 0 > B-OH$$
.

Für die übrigen Borate können die zugrunde liegenden Borsäuren in verschiedener Art abgeleitet werden, da indessen Untersuchungen über die wahrscheinlichste Konstitution fehlen, auch vom Standpunkte komplexer Anlagerungsverbindungen im Sinne Werners, so sind sie hier nur nach ihren empirischen Formeln aufgeführt.

Einen charakteristischen Unterschied im chemischen Verhalten und Naturvorkommen der wasserhaltigen Borate hebt van't Hoff (Ozean. Salzabl., 2. Heft, Braunschweig 1909, 45 ff.) hervor: Faßt man Monoborate vom Typus MB_2O_4 als neutral auf, so tritt Magnesia als schwache Base im Monoborat Pinnoit und im basischen Borat Ascharit auf, und bildet auch in neutralen Lösungen sich zu dieser Form aus. Kalk dagegen bindet mehr Borsäure und noch mehr Kali und Natron, wie folgende Tabelle zeigt:

B ₂ O	3: M	$O(M_2O)$	Mineral	Base
1	43	2	Ascharit	Magnesia
1		1	Pinnoit	Magnesia
5		4	Pandermit	Kalk
3		2	Colemanit	Kalk
5		3	Boronatrocalcit	Natron + Kalk
2	25 50	1	Borax	Natron
11		5	Kaliborit	Kali + Magnesia

Bemerkenswert ist, daß ein Mineral von der Zusammensetzung des Franklandits dieser Regel widersprechen würde; und tatsächlich ist denn auch die Existenz dieses Minerals nicht sehr wahrscheinlich. Die beiden van't Hoff noch unbekannten Mineralien Meyerhofferit und Inyoit sind von Colemanit nur im Wassergehalt unterschieden und fallen daher mit ihm bezüglich ihrer Basizität zusammen. Hydroboracit, der Magnesium und Kalk enthält im gleichen Basenverhältnis wie Colemanit, wurde von van't Hoff nicht mehr untersucht, und Larderellit würde mit dem Verhältnis $B_2O_3\colon M_2O=4:1$ an letzter Stelle in obigem Schema stehen, und bei dem alkalienähnlichen Charakter des Ammoniums der Regel nicht widersprechen.

Zur Vermeidung sonst unvermeidbarer Wiederholungen bei Besprechung der einzelnen Mineralien seien hier auch noch die allgemeinen Bildungsbedingungen der wasserhaltigen Borate nach den Untersuchungen van't Hoffs besprochen. Es handelt sich hierbei um die Borate von

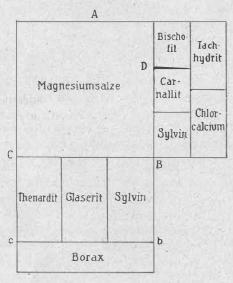
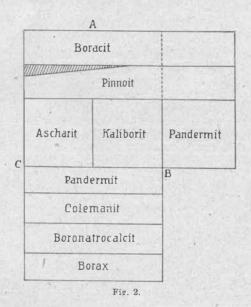


Fig. 1.

Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, sowie deren Kombinationen. Bezüglich des Kaliumborates zeigte sich, daß in dem gewählten Temperaturbereich von 25—83° Kaliumborat bei Gegenwart von Chlornatrium nicht auftreten kann, sondern sich stets zu Natriumborat und Chlorkalium umsetzt, ein Ergebnis, welches das Fehlen eines natürlichen Kaliumborates hinreichend erklärt.

Für die Ausscheidung der wasserhaltigen Borate bei 25° ist vorstehendes Schema Fig. 1 maßgebend, das alle konstanten Lösungen bei Sättigung an Chlornatrium und Anwesenheit von Sulfaten, Magnesium und Kalium enthält. Das gesamte Gebiet zerfällt in drei Teile: 1. ABC, wo Magnesium und Sulfate vorherrschen, 2. rechts von BD, wo Calcium und Chloride vorherrschen, wo im allgemeinen $Ca > SO_4$ ist, 3. unterhalb BC, wo Borate und Calcium vorherrschen. Ferner ist

oberhalb BC Mg > B_4O_7 , unterhalb dagegen Mg < B_4O_7 , während auf BC Mg = B_4O_7 ist. Da oberhalb BC Magnesium in den Lösungen auftritt, ist wegen der geringen Löslichkeit von Magnesiumborat Borax ausgeschlossen; erst an der Grenze cb tritt Sättigung an Borax ein. Der gelöste Borax unterhalb BC schließt als Biborat Colemanit nicht aus, und ermöglicht natürlich die Bildung von Boronatrocalcit. Letzterer beherrscht das ganze Gebiet, wo Sättigung von Borax vorliegt, und wird nur von 51° an durch sein niedriges Tetrahydrat verdrängt. Bei 25° scheint der Boronatroncalcit auch das ganze Gebiet bis BC zu beherrschen und wird nur in urmittelbarer Nähe dieser Grenze von Pandermit verdrängt. Wohl erst bei höherer Temperatur schiebt sich dann der Colemanit zwischen beide und drängt bei ansteigender Temperatur



Boronatrocalcit fast bis zu der durch $c\ b$ gehenden Borax
grenze zurück.

Rechts von BD ist wegen der Neutralität der dort vorhandenen Lösungen Colemanit ausgeschlossen. Nur Pandermit und Boronatrocalcit kommen in Frage; letzterer tritt dann dadurch in den Hintergrund, daß er durch Chlorcalcium, bei genügender Konzentration, sich in Calciumborat, hier in die borsäureärmste Form als die stabilste, in Pandermit verwandelt. Jedoch ist wahrscheinlich Boronatrocalcit nicht ganz ausgeschlossen, da er sich in gesättigter Chlornatriumlösung aus Calciumborat unter Bildung von Chlorcalcium bis zu einer gewissen Konzentration bilden kann.

Im Gebiet ABC spielen die Calciumborate keine wesentliche Rolle, vgl. Fig. 2; sie werden durch die vereinigte Wirkung von Magnesium

und Sulfaten in magnesiumhaltige Borate und calciumhaltige Sulfate verwandelt und mögen höchstens an den Grenzen $B\,D$ und $B\,C$ existenzfähig sein.

Es handelt sich also in diesem Gebiete um Kaliborit, Pinnoit und Ascharit, sowie um den wasserfreien Boracit und sulfathaltigen Sulfoborit.

Boracit liegt bei A in den magnesiareichsten Lösungen; ihm gliedert sich Pinnoit an, der paragenetisch mit Boracit vorkommt. Dann folgt in den kaliumreichsten Lösungen bei B Kaliborit, der mit Pinnoit verwachsen auftritt, während Ascharit in den magnesium- und kaliumarmen Lösungen bei C erscheint. Der neben Boracit im Carnallit vorkommende Sulfoborit ist durch das schraffierte Feld angegeben.

Es ergibt sich also für die Paragenese der Borate untereinander das Schema Fig. 2, das sich für Temperaturen oberhalb 25° nur insofern verändern würde, als sich Colemanit vielleicht erst oberhalb 25° einschiebt, während Boronatrocalcit von dessen Tetrahydrat, Borax von dessen Pentahydrat noch vor 83° ersetzt wird.

In Form einer Tabelle stellt sich die Paragenesis folgendermaßen dar:

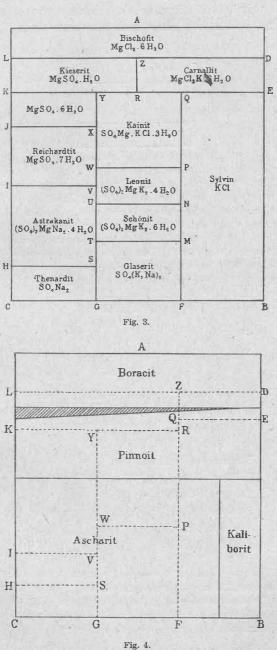
	Boronatrocalcit	Pandermit	Ascharit	Pinnoit	Boracit
Sulfoborit				+	+
Pinnoit	Tres of the second	+	+	(+)	+
Kaliborit		+	+ = 1	+	graduation and
Pandermit		(+)	+		*
Colemanit	+	+ -			
Borax	+				

Das +-Zeichen bedeutet, daß die Paragenese im ganzen Temperaturbereich möglich ist, das --Zeichen, daß die Paragenese zwischen 25 und 83° ausgeschlossen ist.

Von diesen möglichen Paragenesen ist die von Sulfoborit und Boracit, von Pinnoit mit Boracit und Kaliborit, von Pandermit und Colemanit beobachtet.

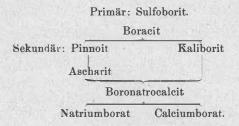
Zur Darstellung der Paragenesen mit den Chloriden und Sulfaten von Natrium, Kalium und Magnesium wäre Fig. 1 mit Fig. 2 zu kombinieren. Im Stück ABC sind die Verhältnisse etwas verwickelter, da hier die Temperatur eine größere Rolle spielt. Für 25° müßte Fig. 3 mit Fig. 2 kombiniert werden, für die Temp. von 83°, wo Schönit, Reichardit, Magnesiumsulfathexahydrat, Astrakanit, Leonit und Kainit gegen das 25°-Schema weggefallen sind, ergibt das Schema der Fig. 4 die Darstellung der Beobachtungen. Der Sulfoboritkeil liegt hier im Kieseritfeld und setzt sich im Carnallit fort, während Ascharit sich so weit nach rechts ausdehnt, daß er auch Sylvin erreicht. Die Einzel-

heiten der Paragenese sind in den speziellen Abschnitten der Mineralien noch mitgeteilt.



Bezüglich der natürlichen Bildung der Borate tritt erst im Carnallitgebiet Sättigung an Borsäure ein unter Ausscheidung von Sulfo-

borit und Borazit, während (borsäurefreie) Calciumsalze sich schon unter den ersten Ausscheidungen finden. Es ist wahrscheinlich, daß nur jene beiden Borate primär entstehen, so daß sich als vom chemischen Standpunkt mögliche Genese der neptunischen Borate ergibt:



Für die künstliche Darstellung der Borate sind gewisse Verzögerungserscheinungen sehr erschwerend, die einen angenäherten Zahlenausdruck in dem sogen. von van't Hoff empirisch aufgestellten Begriff der "mittleren Valenz" finden. Die Bildungsverzögerung steigt an in der Reihenfolge: CIM, SO₄M₂, BO₃M₃, SiO₄M₄; die Mittelvalenz wird entsprechend gebildet durch einen Bruch, dessen Zähler die Summe der Metallatome nach ihrer Wertigkeit und der als ein-, zwei- drei- und vierwertig gezählten Säurereste Cl, SO₄, BO₃, SiO₄ enthält, während im Nenner die Summen der gezählten Atome bzw. Reste stehen; z.B.:

$$BO_3M_3 = \frac{3+3}{1+3} = 1.5$$
.

Wasser wird als 4 gezählt.

Die Werte der mittleren Valenz für die Borate sind:

Borax Na ₂ B ₄ O ₇ ·10H ₂ O	=1.5
Boronatrocalcit NaCaB ₅ O ₉ · 8H ₂ O	= 1.61
Oktaedrischer Borax Na ₂ B ₄ O ₇ ·5H	$I_2O = 1 \cdot 62$
Pinnoit MgB ₂ O ₄ ·3H ₂ O	= 1.67
Sulfoborit $Mg_6B_4O_{10}(SO_4)_2 \cdot 9H_2O$	= 1.67
Boronatrocalcit-Tetrahydrat	= 1.79
Kaliborit KMgB ₁₁ O ₁₉ ·9H ₂ O	= 1.8
Colemanit $Ca_2B_6O_{11} \cdot 5H_2O$	= 1.83
Pandermit Ca ₈ B ₂₀ O ₃₈ ·15H ₂ O	=_1.86
Ascharit MgBO ₃ H	= 2.00
Boracit Mg7Cl2B16O30	$= 2 \cdot 56$

Körper mit der Mittelvalenz 1 zeigen praktisch keine Verzögerung; Körper mit 1·33 neigen zur Bildung übersättigter Lösung, deren Übersättigung durch Impfen leicht aufgehoben werden kann, was bei Borax mit 1·5 schon nicht mehr der Fall ist. Beim Ascharit mit 2 zeigt sich die Verzögerung auch schon chemisch in auffälliger Widerstandsfähigkeit gegen Säuren.

Über die Bildungsweise der wasserhaltigen Borate kann allgemein gesagt werden: Die fraglichen Mineralien haben sich in eindunstendem Meereswasser oder in einem in ausgesprochen ariden Klima eindunstendem Pinnoit.

Thermalwasser gebildet; ihre Existenz hängt also, soweit nicht die erstgenannte Bildungsweise vorliegt, mit vulkanischen Vorgängen zusammen. Und in der Tat finden sich in der Nähe der amerikanischen wie asiatischen Boratlager stets vulkanische Gesteine, wenn nicht sogar noch tätige Vulkane. Wenn auch besondere Untersuchungen über die Herkunft der Borsäure noch zu fehlen scheinen, so wurde der angedeutete Zusammenhang am klarsten ausgesprochen von F. Reichert (Los Yacimientos de Boratos, Ann. Ministerio de Agricultura Repub. Argentina Buenos Aires, 1907), Juan F. Barnabe (Ebenda Los Yacim. Minerales de la Puna de Atacama, 1915, X, Nr. 5) und G. d'Achiardi (Considerazioni Critiche sulla Origine dell' Acido Borico nei Soffioni della Toscana. Atti della società tosc. di scienze naturali, Mem. 23, 1907).

Erste Gruppe.

Salze der Säure BO-OH.

1. Pinnoit. MgB204·3H20.

Tetragonal bipyramidal a:c=1:0.7609. Beobachtete Formen a $\{100\}$. d $\{011\}$. o $\{111\}$. z $\pi\{132\}$.

```
\begin{array}{lll} a:d=(010):(011)=52\,{}^{0}\,44'\\ d:d=(011):(101)=74\,\,22\\ o:d=(111):(011)=31\,\,12\\ o:o=(111):(1\overline{1}1)=62\,\,24 \end{array} \qquad \begin{array}{lll} a:z=(010):(132)=43\,{}^{0}\,\,9'\\ a:z=(100):(132)=75\,\,56\\ o:z=(111):(132)=20\,\,7\\ o:z=(\overline{1}11):(132)=46\,\,36\\ d:z=(011):(132)=18\,\,7 \end{array}
```

Habitus der Kristalle. Kurzprismatisch nach a; unter den Endfächen herrscht o vor, d fehlt selten, z ist klein. An mikroskopisch kleinen Individuen ist selten die langprismatische Kombination von a und o allein zu beobachten. Zwillinge wurden nicht beobachtet. Luedecke (Ztschr. f. Naturwissensch. Halle, 1885, 58, 645).

Die derben Pinnoitknollen haben ziemlich ebenen, schwach schimmernden Bruch und ein oft etwas verstecktes Fasergefüge. Am deutlichsten tritt diese Faserstruktur in dünnen, plattenförmigen Massen auf, die sich in den Boracit hineinerstrecken und beim

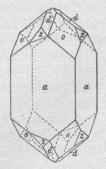


Fig. 5 Pinnoit.

Abwaschen desselben ein Maschwerk darstellen. Unter der Lupe er-

138 Pinnoit.

scheint er feinkörnig bis dicht. Nach Boeke (C.-Bl. 1910, 553) beträgt die Korngröße im Mittel 100 μ . Die Pinnoitknollen sind oberflächlich mit länglichen Wülsten bedeckt, in deren Zwischenräumen sich die oben beschriebenen sehr kleinen, aber glänzenden Kristalle befinden.

Dichte 2.27. STAUTE (Ber. d. d. chem. Ges. 1884, 17, 1584), 2.37 LUEDECKE, 2.292 BOEKE. Letzterer bestimmte auch mit Wasser von 90° verriebenes und aufgeschlämmtes Pulver zu 2.28. Spaltbarkeit scheint nicht beobachtet zu sein.

Härte 3-4.

Optisches. Farbe schwefel- bis strohgelb, zuweilen pistaziengrün. Lebhafter Glasglanz; Lichtbrechung nach Boeke (C.-Bl. 1910, 531): $\omega=1.565$; $\varepsilon=1.575$; $\varepsilon-\omega=0.010$. Fehlergrenze ±0.002 . Wie bei Kaliborit ändern sich beim Erwärmen bis zur Zersetzung die optischen Eigenschaften nicht merklich. Feine, doppeltbrechende Nadeln von 26 μ an einem künstlich von van't Hoff dargestellten Präparate zeigen eine Interferenzfarbe nicht über Grau I. Ordnung. Parallele Auslöschung, Längsrichtung der Nadeln ist ε .

Chemisches Verhalten. Beim Erhitzen zerknistern die dichten gelben Massen anscheinend etwas mehr als gelblichgraue kristalline Aggregate, werden weiß und schmelzen unter Grünfärbung der Flamme ziemlich schwer zu einer dichten weißen Masse mit matter Oberfläche. In warmen Mineralsäuren leicht löslich. Mit Wasser gekocht, erhält man ein alkalisch reagierendes Filtrat, aus dem sich ein flockiger Niederschlag ausscheidet, der sich beim Erkalten wieder auflöst. Eingedampft, hinterläßt das Filtrat eine breiartige (aus Magnesiumhydroxydbestehende?) Masse, während sich an den Gefäßwänden Blättchen von Borsäure abscheiden.

Entstehung und künstliche Darstellung. Aller Wahrscheinlichkeit nach gehört Pinnoit zu den Umwandlungsprodukten des Staßfurtits (= erdigen Boracits). Precht in E. Erdmann, Kalibergbau Deutschlands 1907, 15. Künstlich dargestellt wurde Pinnoit von van't Hoff und G. Bruni (Sitz.-Ber. Akad. Berlin, 1902, 805—807). Direktes Zusammenbringen von Magnesiumhydroxyd mit Borsäure führt, auch bei Mg-Überschuß zu dem sauren Salze MgO·3B2O3·7H2O. Da Boracit in der Carnallitregion auftritt, wurde versucht, dieses Mineral aus Lösungen darzustellen, die an Carnallit gesättigt waren; hierbei entstand jedoch nicht Boracit, sondern Pinnoit. Die einfachste Darstellungsweise des Pinnoits ist dann folgende: 100 g Borax in 450 g Wasser werden mit 53 g Magnesiumchloridhexahydrat in 50 g Wasser warm zusammengebracht und dann auf dem Wasserbad, nach Zusatz von 70 g Magnesiumchloridhexahydrat, 60 g Wasser abgedampft.

Dann wird mit etwas Pinnoit geimpft und auf dem Wasserbad im abgeschlossenen Gefäß bei 100° erwärmt. Nach fünf Tagen ist die Bil-

Pinnoit, 139

dung des in gut ausgebildeten Nadelbüscheln erscheinenden Pinnoits beendigt.

Paragenetisch kann Pinnoit mit Loeweit, Langbeinit, Tachhydrit und Sylvin zusammen auftreten; van't Hoff (Ozean. Salzlager, 2. Heft, 72).

Pinnoit wurde zuerst 1884 von H. Staute in den höheren Schichten der Kainitregion der Staßfurter Salzlager gefunden, und nach Oberbergrat Pinno in Halle a. S. benannt.

Gewöhnlich ist er mit weißem erdigen Boracit verwachsen, seltener frei davon, dann aber stets innig mit Kainit durchsetzt. Nach L. Loewe (Ztschr. prakt. Geol. 1903, 11, 354) ist er durch Umwandlung von Boracit entstanden, zumal an Stellen, wo dieser am längsten der Einwirkung der Salzlauge ausgesetzt war. Den Staßfurtitknollen wurde teils durch die ganze Masse hindurch, teils, soweit sie durch Sprünge leichter zugänglich waren, allmählich der ganze Magnesium-chloridgehalt entzogen. Dabei wurde mehr Borsäure als Magnesium weggeführt und der Verlust durch Wasseraufnahme ersetzt.

Analysen:

Theorie für	B_2O_3	MgO	$\mathrm{H_{2}O}$	Fe	Cl	
MgB ₂ O ₄ ·3H ₂ O:	42.69	24.39	32.92	12.	-	
I.	42.50	24.45	32.85	0.15	0.18	100.13
II.	42.68	24.19	32.50	0.23	0.40 .	100.00
III.	42.85	24.07	32.50	0.21	0.37	100.00
IV.	(42.1)	24.90	33.0	-		100.00
V.	42.1	25.20	32.70	2		100.00

I. Durchschnittswerte zahlreicher Analysen von Staute, bei denen die Borsäure durch Vertreibung mit Fluorwasserstoff bestimmt wurde; Material ausgesucht reine Stücke.

II. und III. Analysen von A. Strohmeyer (bei Staute veröffentlicht); II. von dichten gelben Stücken, III. von graugelben, kristallinisch körnigen Aggregaten. Borsäuregehalt aus dem Verlust bestimmt.

IV. und V. Analysen des künstlich dargestellten Pinnoits von van't Hoff und Bruni. Analyse des mit Wasser gekochten, bei 100° getrockneten Minerals, von Staute:

B_2O_3	MgO	H ₂ O
32-29	27.71	33.00
41.45	26.25	32.30

2. Lagonit. Fe(BO2)3 · 1 1/2 H2O.

Von Beudant (Traité de Minéralogie 1832, 2, 250) wurde zuerst auf eine erdige gelbe Substanz von den toscanischen Soffionen unf merksam gemacht, die er zuerst für Eisenocker hielt, dann aber ihren Borsäuregehalt erkannte. J. N. Huot (Minéralogie, Paris 1841, 290) schlug für dieses Mineral den Namen Lagonit vor. Analysiert wurde die Substanz von Bechi (Am. Journ. Sci. 1854, 19, 121) und er kam zur Annahme der Formel $2\,\mathrm{FeB_3O_6} + 3\,\mathrm{H_3O}$.

Weiteres wurde dann über dieses Eisenborat, das als Inkrustationen von ockergelber Farbe erscheint, nicht mehr bekannt, bis G. D'ACHIARDI die im Museum in Pisa befindlichen, von Bechi, seinem Vater und ihm selbst gesammelten Stücke einer erneuten Untersuchung unterwarf (Annali della Universitàn Toscana, Pisa 1900, 23, 31).

Er stellte durch Flammenfärbung und die Curcumareaktion den Borsäuregehalt fest. Beim Kochen mit Wasser löste sich die Substanz teilweise, ein großer Teil aber vom Aussehen des Limonits blieb ungelöst zurück. Die Lösung enthielt reichlich Borsäure, aber kaum eine Spur Eisen. Andererseits wäre bei der oft festgestellten relativen Schwerlöslichkeit der Metallborate auch in dem Rückstande ein Gehalt an Borsäure zu erwarten gewesen, was aber nicht der Fall war. Beim Übergießen mit einer Lösung von Ferrocyankalium trat keine Blaufärbung auf, was der Fall beim Vorliegen eines Ferriborates hätte sein müssen, sondern nur eine für Limonit charakteristische, schmutzig grünlich-braune Färbung. Beudant hatte zwar mit der Lösung in Salpetersäure die Berlinerblaureaktion bekommen, doch ist diese im vorliegenden Falle für die Existenz eines Ferriborats nicht charakteristisch, da die Säure auch aus einem Gemisch von Limonit und Borsäure eine fällbare Lösung erzeugen würde. Aus diesem Verhalten und dem uneinheitlichen Aussehen bei der Betrachtung unter dem Mikroskop kleine, oft wie beim Larderellit zu rundlichen Gruppen zusammengehäufte Körnchen, mit Limonitteilchen vermengt — kommt p'Achiardi zu dem Ergebnis: die Existenz eines Ferriborats ist zwar von vorneherein nicht absolut zu verneinen, jedoch sind die Stücke im Museum von Pisa, an denen aller Wahrscheinlichkeit nach auch Becht seine Untersuchungen gemacht hat, nichts anderes als Gemenge von Borsäure mit Limonit, eventuell mit Larderellit und Borax, neben kleinen Mengen von Sulfaten und Schwefel. Wahrscheinlich existiert demnach das Mineral Lagonit in den toscanischen Soffionen nicht.

¹ Die Soffionen Toscanas befinden sich auf einem nordsüdlich gelegenen Landstriche zwischen Pomeranca im Norden und Massa maritima im Süden. Vgl. G. v. Rath (Z. d. Geol. Ges. 1865, 17, 303).

Analyse von Bechi:

B_2O_3	48.0	49.56 Theoretisch
Fe ₂ O ₃	36 • 26	37.72
H_2O	14.02	12.71
SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , MgO, CaO	1.77	

Zweite Gruppe.

Salze zusammengesetzter Borsäuren.

1. Ascharit. $3 \text{Mg}_2 \text{B}_2 \text{O}_5 \cdot 2 \text{H}_2 \text{O}$.

Ascharit ist nicht in kristallisiertem Zustande bekannt. Er wurde von W. Feit (Chem.-Ztung. 1891, 25, 327) als weiße, von Kainit und Steinsalz umschlossene Knollen (bis zu 2 kg Gewicht) im Staßfurtit von Schmidtmannshall gefunden. Im Gegensatz zu dem in Wasser zu einem feinen Schlamm zerfallenden Staßfurtit bilden diese Knollen im Wasser nur größere oder kleinere Bruchstücke, die sich allerdings mit der Hand auch zu einem äußerst feinen Pulver zerreiben lassen, und dieses Verhalten führte zur Entdeckung dieses chlorfreien Magnesiumborates. C. Ochsenius kannte 1903 kein weiteres Vorkommen von Ascharit (Ztschr. prakt. Geol. 1903, 11, 355). Erst von Precht wurde er später in Neu-Staßfurt neben Kainit, Leonit und Polyhalit wiedergefunden; Mitteilung von van't Hoff (Sitz.-Ber. Berl. Akad. 1907, 658).

Die Farbe der Knollen ist reinweiß. H. E. Boeke (C.-Bl. 1910, 534) beschreibt das Mineral von Neu-Staßfurt als grauweiß, von erdigem Ansehen und äußerst feinkörnig. In Canadabalsam verriebenes Pulver von mit Wasser aufgeweichtem und dann getrocknetem Ascharit läßt sich auch mit starker Vergrößerung unter dem Mikroskop nicht oder kaum in einzelne Körner auflösen. Doppelbrechung deutlich, Lichtbrechung in weißem Licht größer als von nicht entwässertem Canadabalsam ($n_{\rm D}=1.5270$), kleiner als von Nitrobenzol ($n_{\rm D}=1.5525$), sehr nahe bei derjenigen von Kreosot ($n_{\rm D}=1.5382$). Mittlerer Brechungsindex daher = 1.54.

In Wasser verriebenes, aufgeschlämmtes und wiederholt gewaschenes Ascharitpulver ergab nach dem Trocknen bei 90° ein spez. Gew. von 2.69, Boeke; in guter Übereinstimmung damit der Wert 2.7 von van't Hoff. Feit hatte ursprünglich an unreinem Material 1.85 bis 1.95, später (in E. Erdmann, Deutschl. Kalibergbau 31) 2.45 bestimmt.

Nach Feit in Wasser in sehr geringer Menge ohne Zersetzung zu schwach alkalisch reagierender Lösung löslich. Verdünnte Mineral-

142 Ascharit.

säuren lösen Ascharit weit schwieriger als Staßfurtit (Boracit) in der Wärme. van't Hoff bezeichnet die Schwerlöslichkeit in verdünnter Salzsäure als charakteristisch. Vor dem Lötrohr zu einer weißen Masse ohne Grünfärbung der Flamme schmelzbar.

Nach Feit und Boeke ist der nur in den Kainithüten der Salzlager vorkommende Ascharit ein Umbildungsprodukt des Boracits, der wahrscheinlich das einzige primäre Mg-Borat ist, indem durch eine Salzlösung das Magnesiumchlorid des Boracits weggeführt wurde. Dabei wurde auch mehr Borsäure als Magnesia gelöst, möglicherweise mit Pinnoit als Zwischenprodukt. Auch nach L. Loewe (Ztschr. prakt. Geol. 1903, 11, 355) sekundär. Der Name Ascharit wurde von Feit nach dem ersten Fundorte Aschersleben, lateinisch Ascharia, gegeben.

Die künstliche Darstellung des Ascharits gelang van't Hoff nicht bis zu einem mit dem natürlichen Mineral absolut identischen, jedoch sehr angenähert gleich zusammengesetzten Produkt. Pinnoit verwandelt sich beim Erhitzen mit gesättigter Chlornatriumlösung unter Abgabe der Hälfte seiner Borsäure in mit Ascharit verwaudte Verbindungen. Die Schwierigkeit seiner Darstellung ist ein typisches Beispiel der von van't Hoff empirisch gefundenen Regel, daß die Verzögerung, welche der künstlichen Mineralbildung im Wege steht, von den Salzen der Salzsäure über die der Schwefelsäure zu denen der Borsäure ansteigt, und ebenso bei den Basen von Kali über Natron und Kalk zu Magnesia. Während also das Zusammenvorkommen des Ascharits mit Leonit, der bei 61° nicht mehr beständig ist, normale Temperatur als Bildungstemperatur wahrscheinlich macht, so gelangen die Versuche zur künstlichen Darstellung aus Pinnoit doch am besten bei achttägigem Einschließen im Rohr bei 150°.

Paragenetisch kann Ascharit neben Thenardit, Vanthoffit, Loeweit, Langbeinit und Glaserit auftreten. van't Hoff.

Die chemische Zusammensetzung wurde von Feit zu $3\,\mathrm{Mg_2B_2O_5} + 2\,\mathrm{H_2O}$ ermittelt. van't Hoff findet etwas mehr Wasser und schreibt die Formel $\mathrm{BO_3MgH}$. Beim Trocknen geht nach Feit zuerst bei 130^{o} bis 140^{o} ein Mol. Wasser weg, bei höherer Temperatur wird das Mineral dann wasserfrei, ohne Borsäure zu verlieren.

Feit führte zwei Gesamtanalysen 1. und 2: und zwei Analysen des Rückstandes nach dem Waschen mit heißem Wasser und Trocknen bei 100°, Nr. 3 und 4, und eine nach Waschen mit kaltem Wasser und Trocknen bei gewöhnlicher Temperatur, Nr. 5, aus. Eine weitere Analyse von Feit findet sich ohne weitere Quellenangabe bei van't Hoff, Nr. 6. van't Hoff selbst analysierte eine Probe von Precht und von Feit, Nr. 7 und 8. 9. Theorie für Mg₂B₂O₅ + 2H₂O (Feit). 10. Theorie für MgH·BO₃ (van't Hoff). 11. Analyse eines künstlich dargestellten, Ascharit nahekommenden Produktes aus Pinnoit.

	In Wasser unlösliche Bestandteile			In	Wasser l	ösliche I	Bestandt	eile
	B ₂ O ₃	MgO	H ₂ O	KCl	MgSO ₄	MgCl ₂	NaCl	H ₂ O
1.	28.98	34.14	5.12	0.51	0.83	11.68	2.07	16.67
2.	25.55	31.87	4.78	2.33	3.76	6.26	7.66	17.79
1.	42.47	50.03	7.5	Unlö	sliche Be	standteil	le der v	origen
2.	41.08	51.24	7.68	Ar	alysen a	uf 100 %	o berecl	net.
3.	43.1	48.9	8.0	1 13 (13)				
4.	43.2	48.7	8.1					
5.	42.1	50.1	7.8					
6.	41.5	47.1	11.4					
7.	41.5	47	11.3	-				
8.	41.7	46.9	11.2					
9.	43.21	49.38	7.41					
10.	41.5	47.8	10.7			3030		
11.	38.5	48.7	12.8					

Nach Groth (Tab. Übersicht 1898, 80) ist Ascharit das normale Magnesiumsalz einer Diborsäure

$$_{\mathrm{HO}}^{\mathrm{HO}}$$
B -0 -B $_{\mathrm{OH}}^{\mathrm{OH}}$;

nach van't Hoff ein saures Orthoborat

$$B < \begin{matrix} O \\ O \\ OH \end{matrix}$$

2. Borax. Na₂B₄O₇·10H₂O.

Monoklin prismatisch: a:b:e=1.0995:1:1.1260. $\beta=106^{\circ}35'$. Beobachtete Formen: a {100}, b {010}, c {001}, m {110}, n {750}, s {021}, e { $\overline{1}01$ }, x { $\overline{1}11$ }, o { $\overline{1}12$ }.

Das hier angenommene Achsenverhältnis ist das von V. Gold-SCHMIDT angegebene, die Winkel sind darauf berechnet (Atlas der Kristallformen, 1913, 1, 214).

Konstanten für die Berechnung nach Messung am zweikreisigen Goniometer:

po = 1.0241; qo = 1.0792; $\mu = 73^{\circ} 25'$.

Die von den verschiedenen Autoren in den Mineralbüchern als beobachtet angegebenen Flächen sind folgende:

Haüy, 1801-1823: a, b, c, m, o, x. PHILLIPS, 1823: a, b, c, m, s, o, x.

Mohs, Haidinger, Zippe 1824—1839: a, b, c, m, o, x.

NAUMANN 1828-1830: a, b, c, m, s, o, x.

Lévy 1837: a, c, m, s, o, z.

DANA 1837—1850: a, b, c, m, o, x.

PRESL 1837: a, b, c, m, s, o, x.

MILLER 1852: a, b, c, m, n, s. e, o, x.

Dufrenov 1856: a, c, m, s, o, x.

SENARMONT 1854: a, b, c, m, o.

SHEPARD 1857: a, b, c, m, s, o, x.

TSCHERMAK 1868: a. b, c, m, n, s, e, o, α .

SCHRAUF 1873: a, b, c, m, n, s, e, o, x.

DANA 1873: a, b, c, m, s, o, x.

DES CLOIZEAUX 1874: a, b, c, m, n, s, e, o, x.

QUENSTEDT 1877: a, b, c, m, s, o, x.

Rammelsberg 1881: a, b, c, m, s, o, z.

MALLET 1887: a, b, c, m, s, o, x.

Dana 1892: a, b, c, m, n, s, e, o, x.

Goldschmidt 1897: a, b, c, m, n, s, e, o, x.

GROTH 1908: a, b, c, m, s, o, x.

Habitus. Fig. 6, 7 zeigen Boraxkristalle aus Tibet (Naumann, Min. 1828 und Levy, Descr. 1837, umgezeichnet), 8 einen solchen aus Kali-

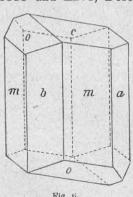


Fig. 6.

fornien (gezeichnet nach Dana, Syst. 1892). Die Kristalle sind stets prismatisch nach der Zone [001]; das Prisma m vorherrschend, a meist ebenso breit entwickelt, b in der Regel schmäler; n selten und untergeordnet. Von den Endflächen dominiert meist c, selten fehlt es ganz, wie in Fig. 9; z ist meist gut ausgebildet, o in der Regel kleiner, oft fehlend, s meist schmal. m, o und z sind oft parallel der Kante m:c gestreift.

Zwillinge nach α {100}. Fig. 10.

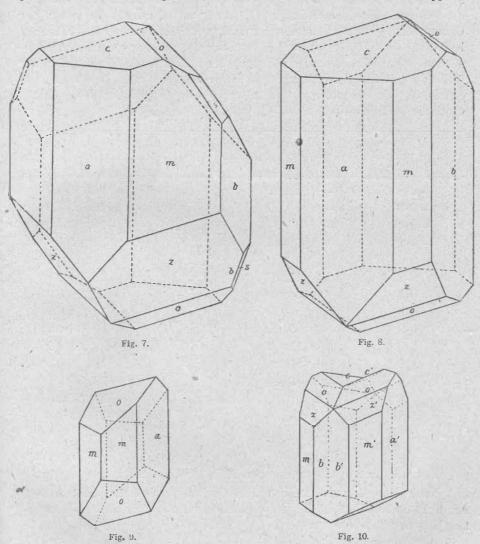
Dichte 1.69-1.76, nach älteren Bestimmungen (Groth, Chemische Kristallogr. 1908, II.

732) 1.6937 bei 17°, 1.7284 bei der Temperatur der flüssigen Luft. Mittlerer Ausdehnungskoeffizient $\alpha = 0.0001000$ J. Dewar (Chem. News 1902, **85**, 277/79 u. 289/90).

Bruch muschelig; deutlich spaltbar nach $u\{100\}$, unvollkommen nach $m\{110\}$.

Härte 2-2.5.

Glas- bis Harzglanz, auch erdig. Farbe weiß, mit Übergängen in graulich, bläulich und grünlich. Strich weiß; durchscheinend bis opak.



Optisches Verhalten: Dispersion $\varrho > v$. Doppelbrechung negativ; die Ebene der optischen Achsen ist senkrecht zu $\{010\}$; die erste Mittellinie ist die b-Achse; die zweite Mittellinie (und damit die Achsenebene) bildet mit der c-Achse im spitzen Winkel β nach TSCHERMAK (Sitz.-Ber. Akad. Wien, 1868, 57 (II), 641); 55° 53′ für Rot, 55° 35′ für

Gelb, 54° 45′ für Grün. Duffet (Bull. Soc. Franç. Minér. 1887, 10, 218) gibt denselben Winkel an zu 54° 0′ für Gelb.

Duffet gibt ferner die Abhängigkeit der Lage der Ebene der optischen Achsen und der Größe des Achsenwinkels von der Wellenlänge an; in der folgenden Tabelle bedeutet die erste Kolumne die Variation der Wellenlängen, ausgedrückt in bezug auf Na-Licht in einer der Coochyschen Formel ähnlichen Form, wobei λ Tausendstel-Millimeter bedeuten; φ stellt die (inneren) Winkel der Ebenen der optischen Achsenebenen dar, bezogen auf die Lage dieser Ebene für Na-Licht gleich Null (ihre absolute Neigung gegen die c-Achse beträgt, wie oben mitgeteilt, $54^{\circ}0$); $\Delta \varphi$ sind die Differenzen dieser Winkel und V der halbe wirkliche Achsenwinkel.

$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$				
$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	the second secon	φ	Δφ	v
	$ \begin{array}{c} -0.6 \\ -0.4 \\ -0.2 \\ 0 \\ 0.2 \\ 0.4 \\ 0.6 \\ 0.8 \\ 1.0 \\ 1.2 \\ 1.4 \\ 1.6 \\ 1.8 \\ \end{array} $	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	20 40 19 10 18 40 17 50 16 40 15 50 15 0 15 40 16 0 15 40 16 40 15 20	19 55 40 19 50 40 19 45 40 19 40 30 19 35 10 19 29 10 19 23 0 19 16 50 19 10 40 19 4 0 18 57 0 18 50 20 18 43 40

Für die ganze Dispersion der Achsenebenen folgt also 4°0′10″.

Nach Des Cloizeaux [Nouv. Recherches 123 (Mém. Sav. étrang. Acad. Paris 1867, 18, 633] ist der Achsenwinkel für Rot in Abhängigkeit mit der Temperatur:

bei 17°:59°30′ 36·5 :60 32 56·5 :60 56

Dabei dreht sich die Ebene der optischen Achsen zwischen $21^{\,0}$ und $86^{\,0}$ um $3^{\,0}\,26'$.

Die Brechungsindizes sind nach Dufet:

Li	C	Na	Tl	F
$\alpha = 1.4441$	1.4445	1.4467	1.4491	1.4517
$\beta = 1.4665$	1.4669	1.4694	1.4719	1.4750
$\gamma = 1.4695$	1.4699	1.4724	1.4748	1.4778

Daraus 2 $V=40^{\rm o}\,1'$ für äußerstes Rot, 39°21' Na und 37°13' äußerstes

Violett.
$$2E = 59^{\circ}18'$$
 für Na.

DES CLOIZEAUX fand damit in guter Übereinstimmung:

$$\alpha = 1.447$$
, $\beta = 1.470$, $\gamma = 1.473$ für Na.

TSCHERMAK gibt folgende Brechungsindizes an:

Li	Rotes Glas	Na	Grünes Glas	Blaues Glas
$\alpha = 1.4442$	1.4458	1.4468	1.4493	1.4535
$\beta = 1.4657$	1.4673	1.4686	1.4714	1.4756
$\gamma = 1.4686$	1.4702	1.4715	1.4743	1.4785
$2V = 39^{\circ}52'$		39036′	39022'	39022′
$2E = 59 \cdot 53$		59 23	58 18	A: () —

KOHLRAUSCH (WIEDEMANNS Ann. d. Phys. 1878, 4, 30) bestimmte bei 23° gleichfalls die Brechungsindizes von Borax in Na-Licht zu:

$$\alpha = 1.4463, \quad \beta = 1.4682, \quad \gamma = 1.4712.$$

Absorption der Schwingungen parallel $\mathfrak{b} > \mathfrak{a} < \mathfrak{b}$ Schrauf (Sitz.-Ber. Wien. Akad. 1860, 39, 905).

Spezifisches Brechungsvermögen berechnet aus dem der Lösung: 0·1663. E. Forster (Ann. d. Phys. Beibl. 1881, 5, 656).

Für Röntgenstrahlen ist Borax ziemlich durchlässig, etwa wie Korund, jedenfalls weit weniger als Borsäure. C. DOELTER (N. Jahrb. 1896, II, 92).

Nach Ch. Baskerville phosphoresziert im ultravioletten Licht nur Borax vom Mono Lake, während Kristalle anderer Fundorte keine Phosphoreszenz zeigen; die Ursache wird in einer unbekannten Beimengung gesucht (Chem. News. 1906, 95. 255).

Borax hat eine magnetische Achse, die mit der kleinsten Elastizitätsachse zusammenfällt und von den Magnetpolen angezogen wird. Schrauf.

Geschmolzener Borax leitet Elektrizität, bei der Elektrolyse bildet sich an der Anode Sauerstoff, an der Kathode ein mit gelber Flamme verbrennendes Gas und bei Gegenwart von Platin Borplatin. P. BURKHARD (Jenaer Ztschr. 5, 393; Ztschr. f. Chem. [2] 6, 212).

Diamagnetisch nach Meslin (C. R. 1905, 140, 782).

Über den Einfluß der Erwärmung auf die optischen Eigenschaften siehe oben Des Cloizeaux.

Spezifische Wärme:

Für geschmolzenen Borax zwischen 17° bis $47^{\circ} = 0.229$.

Für Na₂B₄O₇ + 10H₂O zwischen 19 bis 50 = 0.385. Kopp.

Für geschmolzenen Borax zwischen 16 bis 98 = 0.2382. Regnault.

KOPP (LIEBIGS Ann. Suppl. 3, 1864, 289; REGNAULT (Ann. Chim. Phys. (3) 1841, 1, 167).

Lösungswärme: 25.86 Kal. Thomsen.

Bei raschem Erwärmen zerspringen die Kristalle.

Chemisches Verhalten: Vor dem Lötrohr schmilzt er unter Schäumen und Aufblähen zu einer porösen Masse, dem calcinierten Borax, dann zu einem klaren Glase, der "Boraxperle", die durch ihr Lösungsvermögen verschiedener Metalloxyde zu charakteristisch gefärbten Gläsern ausgezeichnet und bekannt ist. Beim Schmelzen mit Fluorit und Kaliumbisulfat erscheint die für Borverbindungen charakteristische grüne Flammenfärbung.

An trockener Luft verwitternd und trübe werdend. Bei 80° gehen 8 Mol. Wasser weg, vollständige Entwässerung findet erst über 200° statt. Das Boraxglas (Perle) schmilzt bei 878°. RIDDLE und MEYER (Ber. d. d. chem. Ges. 1873, 26, 2443; Ztschr. anorg. Chem. 1894, 5, 489). Im heißesten Teil der Bunsenflamme verflüchtigt es sich 16.54 mal so schnell als die gleiche Menge Chlornatrium. Norton u. Roth (Journ. Americ. Chem. Soc. 1897, 19, 155; vgl. auch Waldbott, ebenda 1894, 16, 268). Dichte des Boraxglases 2.367.

Auf einer Temperatur gehalten, bei der es einen dicken Sirup bildet, entglast das Boraxglas zu einem Haufwerk doppeltbrechender nicht hygroskopischer Nadeln von höherem Schmelzpunkt. Burgess und Holt (Proc. Roy. Soc. 1904, 74, 285).

Geschmack (des Boraxglases) etwas alkalisch, zusammenziehend; an der Luft wird das Glas feucht.

Beim Zusammenreiben mit Chlorammonium entwickelt Borax Ammoniak. Karšten (Philosophie der Chemie, Berlin 1843, 59).

Löslich in Wasser; 100 Teile Wasser lösen bei 0° 1.4, bei 100° 55.3 Teile wasserfreien Borax. Mulder (Scheikund. Verhandl., Rotterdam 1864, 144).

D. W. Horn und van Wagener (Americ. Chem. Journ. 1903, 830, 347) bestimmten den Gehalt von Boraxlösungen nach dem Auskristallisieren bei bestimmten Temperaturen und fanden:

Temperatur:	50	10°	21.5	30 º	37.5.	45°	50°	54 •	550
Teile Borax in 100 Tl. Lsg:	1.4	1.6	2.8	3.9	5.7	8.1	10.6	13.3	14.1

Temperatur:	56°	57°	60°	61°	620	65°	70°	80 °	90 0	100°
Teile Borax in 100 Tl. Lsg.:		16.0	20.3	20.4	20.7	21.9	24.4	31.5	41-0	52.5

Nach Poggiale (Ann. Chim. Phys. 1843, [3], 8, 467) lösen 100 Teile Wasser bei:

Temperatur:	00	10°	20°	300	40°	50°	600	70°
Teile Na ₂ B ₄ O ₇ :	1.49	2.42	4.05	6.00	8.79	12.93	18.09	24.22
Teile $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$:	2.83	4.65	7.88	11.90	17.90	27.41	40.43	57.85

Temperatur:	800	900	1000
Teile Na ₂ B ₄ O ₇ :	31-17	40.14	55.16
Teile $Na_2B_4O_7 + 10H_2O$:	76.19	116.66	201 · 43

Die gesättigte Lösung zeigt den Siedepunkt 105°. Griffith. Siedepunkte von wäßrigen Lösungen mit einem Gehalt von g Na₂B₄O₇:

Gerlach (Ztschr. analyt. Chem. 1887, 26, 452). Dichte der bei 17° gesättigten Lösung = 1.0208. Stolba (Journ. prakt. Chemie 97, 503). Die wäßrige Lösung reagiert alkalisch.

Aus heißen Lösungen kristallisiert beim Abkühlen Borax als Pentahydrat, als sogenannter "oktaedrischer" Borax aus; tatsächlich kristallisiert das Pentahydrat trigonal. Die Bestimmung der Umwandlungstemperatur des Deka- in das Pentahydrat läßt sich infolge der Boraten eigentümlichen Verzögerungserscheinungen thermometrisch nicht mit der Schärfe bestimmen, wie es bei anderen Salzen der Fall ist; TH. W. RICHARDS und J. B. Churchill (Ztschr. physikal. Chemie 1899, 28, 313). Aus Löslichkeitsbestimmungen fanden sie Horn und Van Wagener (Amer. Chem. Journ. 1903, 30, 344) durch den Knick der Löslichkeitskurve zu 61°. Auf einem anderen indirekten Wege bestimmte sie D. W. Horn (Amer. Chem. Journ. 1907, 37, 619) zu 47-48°. VAN'T HOFF und W. C. BLASDALE fanden auf dilatometrischem Wege 60° (Sitz-Ber. Akad. Berlin 1905, 1086). Da die Temperatur der Pentahydratbildung insofern mineralogisch von Bedeutung ist, als in italienischen Lagunen das Pentahydrat von Becht natürlich gefunden wurde, so wurde bei Gegenwart von Chlornatrium (d. h. den natürlichen Bedingungen) die tiefste Temperatur bestimmt, bei der sich das Pentahydrat in den natürlichen Ausscheidungen bilden kann, und die höchste, bei der unter diesen Umständen noch Tinkal auftritt. Die erste ergab sich zu 35.5°, letztere zu ungefähr 39°. Demnach ist das Natriumborat-Pentahydrat eines der wenigen Salzmineralien, dessen Bildungstemperatur oberhalb 25° liegt.

Van't Hoff (Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1905, 1086) bestimmte die Löslichkeit von Borax in den gesättigten Lösungen folgender Salze bei gleichzeitiger Sättigung an Chlornatrium bei $25\,^{\circ}$:

Sättigung an Borax, Chlor-	In	Molekülen au	f 1000 Mol. H	I ₂ O.
natrium und	2 ClNa	2 ClK	Na ₂ SO ₄	Na ₂ B ₄ •7
	54			1.01
Chlorkalium	45.4	19.6		1.39
Natriumsulfat	49.7		12.5	1.07
Chlorkalium und Glaserit.	44.8	. 18•4	4.5	1.46
Natriumsulfat und Glaserit	43.5	9.2	14.6	1.18

Die Löslichkeit des Borax ist also in all diesen Fällen nur gering. Dieselben Löslichkeitsbestimmungen wurden bei 83° wiederholt. Dabei ist zu beachten, daß bei dieser Temperatur das Natriumborat als Pentahydrat erscheint. Die entsprechenden Zahlen sind folgende:

Sättigung an Pentahydrat,	In	Molekülen au	f 1000 Mol. H	0.
Chlornatrium und	2 ClNa	2 ClK	Na ₂ SO ₄	$Na_2B_4O_7$
	50.5			8.9
Chlorkalium	33.1	39.5		19.1
Natriumsulfat	52	- 170	8.8	10.1
Chlorkalium und Glaserit	29.1	40.5	4.6	19.7
Natriumsulfat und Glaserit	30.7	20.9	10.9	13.5

Für das natürliche Vorkommen ergibt sich daraus, daß Borax, unabhängig von der Temperatur, begleitet sein kann von Chlornatrium, Chlorkalium, Natriumsulfat und Glaserit.

In starkem Alkohol ist Borax unlöslich, löst sich aber nach A. Stromeyer (Liebigs Ann. 1856, 100, 87) in alkoholischem Natriumacetat. Nach A. Vogel ist 1 Teil Borax in 14.7 Teilen Glyzerin vom spez. Gew. 1.225 löslich. Glyzerin und andere mehrwertige Alkohole zersetzen Borax katalytisch unter Bildung von Metaborat und Borsäure. L. F. Kerbler (Journ. Frankl. Inst. 138, 236; Ref. Ztschr. anorg. Chem. 1894, 7, 429).

Molekularfraktion nach Gladstone und W. Hibbert (Journ. Chem. Soc. 1895, 67, 831).

Elektrische Leitfähigkeit der Lösungen nach P. Walden (Ztschr. physik. Chemie 1887, 1, 548):

 ν bedeutet die Verdünnung in Litern bezogen auf ein Grammäquivalent des Salzes $Na_2B_4O_7\cdot 10\,H_2O_7$

 μ den Mittelwert aus zwei unabhängig bestimmten Werten für das molekulare Leitvermögen in Quecksilbereinheiten (vgl. Journ. prakt. Chem. 33, 753f.).

 Δ gibt die Differenz zwischen μ bei 32 l und 1024 l.

 $10^{\frac{2}{l}}\frac{\varDelta l}{l}$ ist der Zunahmequotient der Leitfähigkeiten von Verdünnung

zu Verdünnung; Differenz der μ zweier aufeinander folgender Verdünnungen, dividiert durch μ der konzentrierten Lösung, zur Bequemlichkeit mit 10^2 multipliziert.

Bei Untersuchungen über den Zustand des kristallisierten Borax in Lösung kommen L. Kahlenberg und O. Schreiner (Ztschr. physik. Chem. 1896, 20, 547) auf Grund eigener und der Waldenschen Versuche zu folgenden Schlüssen: 1. Eine Lösung von kristallisiertem Borax ist gleich einer Mischung aus äquivalenten Mengen von Borsäure und Natron.

2. In konzentrierten Boraxlösungen existieren Natriumionen und je 2 Atome Bor enthaltende Anionen. Letztere werden beim Verdünnen hydrolytisch gespalten, so daß in verdünnten Lösungen Na-Ionen und 1 Atom Bor enthaltende Anionen und kaum dissoziierte Borsäure enthalten ist. Zu im wesentlichen übereinstimmenden Resultaten gelangten auch Shields (Phil. Mag. 1893 [5] 35, 365 und Ztschr. phys. Chem. 1893, 12, 177); Shelton (Proc. Chem. Soc. 1902, 18, 169); Noyes und Whitney (Ztschr. phys. Chem. 1894, 15, 694).

Ferner wurde die Hydrolyse von Borax noch untersucht von J. Walker (Ztschr. phys. Chem. 1900, 32, 137) und J. Lunderg (Ebenda 1909, 69, 442), welch letzterer zu dem Schluß kommt, daß die Konzentration der Hydroxylionen von derjenigen des gelösten Borax unabhängig ist. In einer 0·1 normalen Lösung ist 0·019°/, der Salzmenge hydrolysiert.

Brügelmann (Groths Ztschr. 1884, 8, 524) gibt an, Mischkristalle von Natriumchlorat und Borax erhalten zu haben mit 89·19 NaClO₃, • 4·7 Na₂B₄O₇ und 6·11H₂O. In einer Kritik zu jener Arbeit zeigt O. Lehmann (Ebenda 8, 526), daß die beiden fraglichen Salze nebeneinander aus gemischten Lösungen auskristallisieren.

H. BAUMBAUER (POGG. Ann. 1874, 153, 75) untersucht, ob der geometrischen Winkelähnlichkeit des Borax mit dem Diopsid auch eine durch Ätzfiguren beweisbare Strukturähnlichkeit zukomme, kommt aber zu einer negativen Beantwortung jener Frage.

Geschichtliches. Als direkter Beweis für die Kenntnis und Verwendung von Borax im Altertum kann eine Notiz Fr. Freises (Geschichte der Bergbau- und Hüttentechnik, Berlin 1908, 104) herangezogen werden, der zufolge in Delos ein Goldschmelztiegel mit nachweisbaren Resten von Borax gefunden wurde. Da in Vorderasien sich borsäurehaltige Mineralien finden, ist ein solches Vorkommen immerhin möglich. Nach J. Ruska (Das Steinbuch des Aristoteles, Heidelberg 1912, Verl. C. Winter) wird in dem sog. Steinbuch von Aristoteles das zum Waschen und Reinigen

dienende Nitron als eine Abart des Borax bezeichnet; außerdem kennt das Buch den eigentlichen Borax, der aus gewissen Salzseen stammt und sehr geeignet zum Löten und Schmelzen ist. Wenngleich demnach die Kenntnis des Borax als einer eigentümlichen Substanz im Altertum wahrscheinlich ist, so wird man im allgemeinen in der alchemistischen Literatur unter dem Worte Borax nicht immer das borsaure Natrium zu verstehen haben, sondern Alkalien verschiedener Art. Das Wort Borax, griechich $\beta o \rho \dot{\alpha} \chi \eta$ oder $\beta \delta \rho \alpha \chi o \nu$ geht zurück auf das arabische Wort Borak oder Baurak, das weiß bedeuten soll, und dem Alkali, Nitron, gleichgesetzt wird. Auch Albaurach, Bauracia = Boraxarten und Barabas sind in der älteren Alchemie gebrauchte Namen. Nach H. Kopp (Geschichte der Chemie 1845, III, 339 ff.) setzt Geber Borax oft zu schmelzenden Substanzen, ohne aber über die Natur dieser Substanz genaueren Aufschluß zu geben, und bei Avicenna bedeutet Baurach sicherlich fixes Alkali.

Auch der Name Tinkal, arabisch Tinkar bedeutet nach Lippmann nur Alkali. Tatsache ist jedoch, daß bei den mittelalterlichen Alchemisten Borax immer im Zusammenhang mit Löten und Schmelzen genannt wird.² Doch galt noch im 17. und zum Teil im 18. Jahrhundert Borax als ein Kunstprodukt der Venetianer, die allein ihn in rohem Zustande kannten, sich mit Raffinieren abgaben und Europa mit diesem Stoffe versorgten. Als eine Verbindung von Borsäure — damals als solche noch unbekannt und wegen angeblicher arzneilicher, beruhigender Wirkung "Sedativsalz" genannt — wurde er zuerst noch ziemlich unklar von Homberg (Pariser Memoiren 1702), klar in zwei 1747 und 1748 der Pariser Akademie vorgelegten Abhandlungen von Baron erkannt. Erst 1808 wurden von Gay-Lussac und Thénard das Bor aus dem "Sedativsalz" dargestellt und damit erst die eigentliche Natur auch von Borax klargestellt (Kopp).

Vorkommen.

Europa. In den Soffionen Toscanas wurde von Becht das Pentahydrat beobachtet. G. d'Achiardi (Acido borico e borati dei soffioni e lagoni boriferi della Toscana, Pisa 1900. 33) konnte an den im Museum in Pisa aufbewahrten Original-proben Bechts das Natriumborat als solches nicht wiederfinden; er sagt nur, daß sich Natrium zwar in den borsäurehaltigen Stücken findet, jedoch nur in so ge-

¹ Das "Steinbuch" wird mit Unrecht dem Aristoteles zugeschrieben, und stammt vermutlich aus der Mitte des IX. Jahrhunderts, allerdings mit Benutzung antiker Überlieferung; Ruska, Seite 45. Vgl. auch E. von Lippmann, Entstehung u. Ausbreitung der Alchemie. Berlin 1919.

³ Da ganz allgemein Lötmittel als "Crysocolla" bezeichnet werden, so kann auch die Substanz Borax gelegentlich unter diesem Namen einmal gemeint gewesen sein. Doch ist es sicherlich unrichtig, anzunehmen. daß Aericola den Borax schlechthin als "Crysocolla" bezeichnet, wie aus einer Notiz in Danas Syst. hervorzugehen scheint.

ringer Menge, daß sogar bei spektroskopischer Prüfung die Natriumlinie nur kurze Zeit aufblitzt.

Becht selbst hat das Pentahydrat nicht kristallisiert beobachtet, sondern gibt nur die Analyse einer Inkrustation, die das Vorhandensein des Pentahydrates vermuten läßt.

Als Eruptionsprodukt wiesen W. S. Wernadsky und S. P. Popoff (Ztschr. prakt. Geol. 1902, 10, 79) Natriumborat als Auswurfsprodukt der Vulkane, der sog. "Salsen", der Halbinsel Kertsch und Taman nach. Borax findet sich dort neben Chlornatrium und Soda als Ausblühungen auf dem ausgetrockneten Schlamm und in den Wässern von Kratersümpfen und Tümpeln.

Als nicht näher bekanntes Vorkommen wird auch Borax von "Siebenbürgen" bei Dammer und Tietze (Nutzbare Mineralien I, 337) genannt. In Damas Syst. wird Halberstadt in Transsylvanien als Fundort bezeichnet.

Asien. Tibet. Eine Übersicht der bis zum Jahre 1878 bekannt gewordenen Boraxvorkommnisse Tibets gibt H. v. Schlagintweit in den Sitz.-Ber. Akad. München (Math.-phys. Klasse 1878, 505). Über die Namensbezeichnungen des asiatischen Borax schreibt Schlagintweit: In Tibet wird für Borax Thsa-le gebraucht, in den Kathmándu-Bazars wurde er Chaláraya benannt. Im chinesischen Handel heißt Borax Pong-cha; im Hindostáni ist die gewöhnliche Bezeichnung Sohágā (sanskrit.); auch Tínkar und Tánkar (persisch), sowie Bórak (arabisch), Tinkal und Borax hört man in Indien. "Tinkal" wird gelegentlich zum Unterschied von dem gereinigten Borax für die noch nicht gereinigte Masse gebraucht.

Osttibet liefert die Hauptmenge des tibetanischen Tinkals. Zum Teil wird er dort künstlich hergestellt, indem das borsäurehaltige Wasser heißer Quellen mit den vorzüglich aus Soda bestehenden Bodenausblühungen versetzt wird. Erste Mitteilung darüber von W. Blanc aus Läkenáu (Trans. Roy. Soc. 1787, 297).

Als Fundorte natürlichen Tinkals in Osttibet werden nach einem Bericht der Missionsanstalt in Pátua (Phil. Transactions 1787, 301) angegeben: das Mármegebiet, 25 Tagmärsche westlich von Lása; das Tápsetal ebenfalls bei Lása; endlich Chóga, ohne nähere Lagenangabe. Nach einer Mitteilung von Saunders in einem Werke von Turner (London 1800) soll nördlich von Tashilhúnpo ein See von ca. 20 engl. Meilen Umfang liegen, an dessen Ufern Borax gesammelt wird. Nach Schlagintweit liegt dieser von ihm Ma-piu-ma Thsa-le benannte See östlicher und bedeutend weiter abwärts im Dihóngstromgebiet als die erstgenannten Fundorte.

Ein bedeutender Boraxsee Osttibets ist der Bul Tso, etwa 40 km nordöstlich vom Téngri-Nor in 4430 m Höhe gelegen (Bul, tibetanisch = Soda). Ganzenmüller (Tibet, Stuttgart 1878). Ferner der südlich Lása gelegene Yamdoksee in 4210 m Meereshöhe.

In Westtibet findet sich Borax im Púgatal in Rúpschu, einer Provinz Ladaks (Lage: 33° 12′ nördl. Breite, 78° 25′ östl. Länge Greenw.). Bis 72½° heiße Thermen bilden eine die Talsohle ausfüllende Decke von etwa 3 km Länge und 400 m Breite, die bei einer Dicke von ca. 1 m aus Borax mit Beimengungen von Schwefel, Borsäure, wenig Chlornatrium, Salmiak, Magnesiumsulfat und Alaun enthält. Um die Thermen selbst bilden sich meterhohe Kegel aus Quelltuff, eisenhaltigem Ton und Borax; die Quellen enthalten Schwefelwasserstoff. In der Gegend finden sich Diorite und kristallinische Schiefer; häufig finden sich Ablagerungen von Gips und Schwefel.

Ebenfalls als Boraxseen bekannt sind der südlich des Pugatales gelegene Tsomoririsee unweit Nortu in Spiti (Prov. Ladak), 4555 m.

Indien. Borax ist im Wasser des Sambhar Lake, westlich Yaipur in Rajputana, sowie in den "Reh" genannten Salzausblühungen von Aligarh, Nordwest-Prov. enthalten (Rec. Geol. Surv. India 1891, 24, 68).

Ceylon. Als Fundort von Borax, ohne nähere Angaben wird Ceylon genannt in Blum, Lithurgik 1840, 370; Breithaupt, Handb. 1841; F. L. Hausmann, Handb. 1847, III, 1431; Dammer-Tietze, Nutzbare Min. 1913, I, 337.

Persien. Nach H. WINKLEHNER (Österr. Ztschr. Berg- u. Hüttenwesen, 1899, 47, 627; Ref. Groths Ztschr. 35, 286) finden sich in der Sirdiansteppe zwischen Schär-Babek und Dah-Schuturan in der Provinz Kermak 1—1·5 m unter der Oberfläche Nester und Knollen mit 2º/0 Borax neben Kalknatronborat (Ulexit.).

Nordamerika. Californien und Nevada. Die Hauptlagerstätten von Borax finden sich in Californien und den angrenzenden Gebieten von Nevada. Das erste Vorkommen wurde entdeckt im kleinen Boraxsee, der im Süden (etwa 5 Meilen) des nördlich von San-Francisco gelegenen Cleare Lake gelegen ist. A. S. EAKLE (Minerals of California 1914, 170).

BURKART (N. Jahrb. 1874, 716) erwähnt das Vorkommen vulkanischer Gesteine (Obsidian und Bimstein), sowie von Spuren heißer Quellen und Solfataren in der Umgebung des Cleare-Lake, das Vorhandensein einer mächtigen Erdspalte andeutend.

"In den ausgetrockneten Becken, wie im Clear-Lake und anderen Seen, bedeckt eine 8—60 cm mächtige Schicht von Borax, vermischt mit Kochsalz, Glaubersalz, Soda und mineralischen Bestandteilen den Boden. Man hat beobachtet, daß nach Abräumen dieser Boraxschicht die Salze sich als Ausblühungen wieder bilden, wobei im ersten halben Jahre besonders reichlich Borax nachschießt, während in den folgenden drei Jahren die anderen Salze sich reichlicher ergänzen, so daß der Prozentgehalt der neuen Salzschicht an Borax wieder sinkt. Nach Hakes Untersuchungen von Proben, die nach 6 Monaten, 2, 3 und 4 Jahren von dieser neugebildeten Salzschicht entnommen wurden, ist das gegenseitige Verhältnis in dem Salzgemisch folgendes:

Bestandteile	Nach sechs Monaten	Nach zwei Jahren	Nach drei Jahren	Nach vier Jahren
Sand	58•0	55.4	52.4	53.3
Soda	5.2	5.0	8.1	. 8.0
Glaubersalz	11-7	6.7	16 · 6	16.0
Kochsalz	10.9	20.0	11.1	11.8
Borax	14.2	12.9	11.8	10.9

In drei bis vier Jahren ist die Schicht immer wieder so mächtig geworden, daß sie wieder abgetragen werden kann" (Die nutzbaren Mineralien von B. Dammer und O. Tietze. Stuttgart 1913, I, 338 ff.).

Boraxvorkommen im Clear Lake auch erwähnt bei J. Le Conte und W. B. Rising (Über die Erzgangbildung der Sulphurbank in Californien (Amer. Journ. Sci. [3] 24, 23). Vgl. auch H. G. Hanks (III. Annual Rep. of the State Mineralogiste of California Sacramento 1883).

Die gegenwärtig wichtigsten Boraxlager finden sich im Norden des San Bernardino County, besonders am Scarles Borax Lake in einer pfannenartigen Niederung von 10 Meilen Länge und 5 Meilen Breite. In diesem Lager finden sich Schichten von Natriumsulfaten und Carbonaten, die auch ausgebeutet werden. Der Borax kristallisiert durch die Verdampfung des Wassers aus. Eakle. Ausführliche Beschreibung von de Groot (Report. Stat. Min. of Cal. 1890, 534) und

Hanks (Amer. Journ. Sci. 1889, 37, 63). Dieser Alkalisee, eigentlich Alkalimarsch, liegt nahe der Inyo Countylinie 72 Meilen von dem Ausfuhrhafen dieses Distrikts Mojave entfernt.

Der eigentliche Borax Lake ist ein ungefähr anderthalb Meilen langes und eine Meile breites Becken, das von einem größeren Becken durch einen schmalen Rücken getrennt ist; dieses ungefähr zehn Meilen lang und fünf breit, ist unter dem Namen "Dry Lake", "Alkali Flat", "Salt Bed" und "Borax Marsh" bekannt. Der meiste Borax wird aus dem kleineren Becken erhalten; durch Bohrungen wurde der Borax bis in eine Tiefe von 450 Fuß festgestellt. Unter dem rohen Borax der Oberfläche (2—3 Zoll) liegt eine Schicht sehr harter Salze; nach dem Ausbeuten der oberen Schicht bildet sich dieselbe in etwa vier Jahren durch Effloreszenz wieder, indem die Lösung durch Kapillarität und durch Verdunstung die obere "knochenähnliche" Schicht wieder ergänzt. Mit dem Borax zusammen treten hier folgende Mineralien auf: Schwefel, Gold, Silberhornerz, Embolit, Steinsalz, Anhydrit, Thenardit, Cölestin, Glauberit, Gips, Calcit, Dolomit, Trona, Gay-Lussit, Soda, Hanksit, Colemanit, Salpeter, Sulfohalit, Northupit und Pirssonit. J. H. Pratt (Groths Ztschr. 1897, 27, 416).

Nördlich der Searles Marsh finden sich weitere reiene Lager im Inyo County, besonders um das Death Valley, Totental, zwischen den Faneral Mts. und Panamint Rangs. Ebenso finden sich Lager in der südlich davon gelegenen Mohave und der östlich gelegenen Amargosawüste, z.B. in den Minen von Furnace Creek und Resting Springs. Die Mohavewüste liegt nördlich der Sierra Madre in den Counties Los Angeles, Kern, San Bernardino und Inyo. Die in der Amargosawüste befindlichen Lager gehören schon dem Staate Nevada an, besonders den Counties Esmaralda und Nye.

Bei all diesen Vorkommen und anderen in Dammer und Tietze genannten Örtlichkeiten Californiens und Nevadas handelt es sich um abflußlose Gebiete von außerordentlicher Trockenheit. Vgl. Übersichtskärtchen aus Dammer-Tietze.

In Oregon sind südlich vom Lake Alford im Harney County ausgedehnte Boraxlager von einigen Zoll Mächtigkeit mit einem Gehalt von 5—20% Borsäure. Als Begleiter finden sich hier Soda, Glaubersalz und Steinsalz. J. Struthers (Mineral Resources U. St. 1901 u. 1902). Dammer u. Tietze.

In Texas findet sich nach G. B. Richardson (Univ. Texas Min. Surv. Bull Nr. 9, 117; Ref. N. Jahrb. 1906, II, 178) Borax als Verdunstungskruste einiger Seen südlich von El Capitan Peak.

Eine Zusammenstellung der technisch wichtigen Borafvorkommen Nordamerikas findet sich in Mineral Resources of the United States 1911. Washington, 857 von Charles G. Yale und H. S. Gale; dort auch Übersichtskarfe.

Analysen:

	\cdot Na ₂ O \cdot 2 B ₂ O ₃ \cdot 10 H ₂ O	I	II	III	IV
B_2O_3	36.64			36.74-37.76	36 · 38
Na ₂ O	16.25	16.31	16.29		
H ₂ O	47.11	47.10			

- I. BERZELIUS (GILBERTS Ann. 1811, 37, 416).
- II. SCHWEIZER (GMELIN KRAUT, Hdb. anorg. Chem. II, 1, 420).
- III. STROMEYER (LIEBIGS Ann. 1856, 100, 87).
- IV. Marignac (Ztschr. analyt. Chem. 1862, 1, 405).

Analysen	technischer	Boraxsorten:
----------	-------------	--------------

I		I	I	6 1	III
Natriumbiborat Wasser	51·85 45·44	B ₂ O ₃ Na ₂ O	36·89 16·48	B ₂ O ₃ Na ₂ O	43.56
Unlösliches	1.42	SiO ₉	0.05	H ₂ O	37.19
Natriumsulfat	0.06	SO_3	0.22	S)=10	100.00
Chlornatrium	0.08	Cl	0.17	15	
Natriumphosphat	1.15	Fe ₂ O ₃	0.01		
	100.00	Al ₂ O ₃	0.001		2 1
		MnO	Spur		
		CaO	0.24		
	T.	MgO	0.19		
	IS N	K ₂ O	0.01		
	- 3.1	CO ₂	Spur	li Surer -	
		H ₂ O	44.65	THE STATE OF	
		Sand	0.78	17	
			99.69		

I. Aus dem Wasser des Boraxsees (Californien) dargestellter Borax, Analyse von M. Philipps (Chem. News 1870, 22, 82).

II. H. Vohl, Analyse eines ostindischen Tinkals (Dinglers Pol. Journ. 1866, 199, 498).

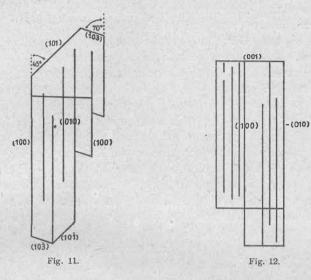
III. Bechi, Analyse von Borax von Inkrustationen toscanischer Lagunen. Die Zusammensetzung entspricht angenähert der Formel Na₂O·2B₂O₃, 6H₂O, vielleicht liegt ein Gemenge des Deka- und Pentahydrates vor (Americ. Journ. Sci. [2] 1854, 17, 128. Danas Syst., 6. Aufl., 887).

3. Boronatrocalcit. NaCaB, Oo.

Monoklin? Genaue Messungen sind über dieses Mineral nicht bekannt. Die einzigen einigermaßen exakten Angaben rühren von BUTTGENBACH (Ann. Soc. Géol. de Belgique 1900—1901, 28, Mém. 99) her, der von dem Vorkommen von "Salinas grandes" in Argentinien folgende Angaben an mikroskopischen Blättchen von 0·1—0·01 mm Größe macht:

Die nach einer Richtung verlängerten Blättchen sind manchmal unter Winkeln von 70 und 45° gegen die Längsrichtung begrenzt, und zwar an dem einen Ende im entgegengesetzten Sinne wie am anderen. Faßt man diese Begrenzungslinien als senkrecht zur Ebene der Blättchen liegende Flächen auf, so ergibt sich eine als vorherrschend von {010} bestehende, von Flächen der Zone [010] begrenzte monokline Kombination, mit den Formen {010}, {100}, {101}, {103}, (Fig. 11). Diese Ausbildung hat offenbar den Autor zur Annahme des monoklinen Systems geführt, während die folgende Angabe des Vorhandenseins dreier aufeinander senkrechter Spaltbarkeiten, von denen die eine quer, die beiden anderen parallel zur Längsausdehnung gehen, rhombische Symmetrie erfordern müßte (Fig. 11 u. 12).

Boronatrocalcit findet sich in Knollen mikroskopisch kleiner zusammengehäufter Nädelchen und Blättchen von schneeweißer Farbe und schönem Seidenglanz. Die einzelnen Nädelchen sind weich und biegsam



Dichte = 1.8.

Die Auslöschungsrichtung gibt Des Cloizeaux (Man. Min. 1874, 2, 10) als parallel oder wenig schief zur Längsausdehnung, Buttgenbach als stets parallel an. Den Charakter der Doppelbrechung findet Buttgenbach für die Längsrichtung jeder Nadel positiv, und gründet darauf eine Unterscheidung von Borocalcit, dessen Nadeln bald positiv, bald negativ sein sollen.

Eine Nachprüfung an einem Stück peruanischen Boronatrocalcits der petrographischen Sammlung der Universität München bestätigte dieses Verhalten nicht; es fanden sich positive und negative Hauptzonen nebeneinander. Aus der Darstellung Buttgenbachs geht auch nicht hervor, ob und wie er sich von der Existenz natronfreier Vergleichsstücke überzeugt hat.

Chemisches Verhalten. Vor dem Lötrohr unter Abgabe von Wasser und Aufblähen zu klarem Glase schmelzend. Flammenfärbung tiefgelb, durch Befeuchten mit Schwefelsäure wird vorübergehend die grüne Borsäureflamme hervorgerufen. Sehr wenig in kaltem, etwas in heißem Wasser löslich. Die Lösung reagiert alkalisch; beim Einengen eines wäßrigen Auszugs erhielt Lecanu (Journ. Pharm. 1853, [3]. 24, 22) ein Calciumborat, dem er die Zusammensetzung CaO(B₂O₃)₂·4H₂O zuschrieb. Aus der heißen gesättigten Lösung kristallisiert nach K. Kraut (Arch. Pharm. 1862, 112, 35) ein Calciumborat der Zusammensetzung 2CaO·3B₂O₃·6H₂O aus. Desgleichen erbrachte Kraut den Nachweis, daß beim Waschen mit Wasser Natron an die Waschflüssigkeit abgegeben wird, ohne daß jedoch ein natronfreier Rückstand erhalten werden könnte. Dieser Umstand ist bei Analysen sicherlich

nicht immer genügend berücksichtigt worden, wenn zur Trennung von beigemengten leicht löslichen Beimengungen, z. B. Alkalichloriden, mit kaltem Wasser gewaschen wurde.

Die Einwirkung von Wasser auf Boronatrocalcit wurde in neuerer Zeit von Van't Hoff (Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1906, 689) wieder untersucht. Wasser von 100° (im Verhältnis 40:1) verwandelt Boronatrocalcit innerhalb 48 Stunden quantitativ in Pandermit. Merkwürdig ist hierbei die Tatsache, daß diese Umwandlung in Porzellangefäßen viel leichter als in Glas vor sich geht. Arbeitet man in letzterem, so muß man bei 110° und zur Erleichterung der Reaktion in einer mit Chlornatrium und -kalium gesättigten Lösung arbeiten.

Bei niedrigerer Temperatur tritt die Neigung zur Bildung borsäurereicherer Borate in den Vordergrund; so erhält man bei 90° nach Einimpfung das Dicalciumtriboratheptahydrat (CaO)₂(B₂O₃)₃·7 H₂O,¹ bei 60° das Nonohydrat (CaO)₂(B₂O₃)₃·9 H₂O. Da sich bei Anwesenheit von Chlornatrium und Einimpten das Heptahydrat Colemanit bildet, so kann auch dieses Mineral durch die Einwirkung von Wasser auf Boronatro-

calcit erhalten werden (vgl. S. 179).

Bei der Untersuchung des Existenzgebietes von Boronatrocalcit stellte van't Hoff die Nichtexistenz dieses Minerals über 70° bei Gegenwart von Chlornatrium fest, da Boronatrocalcit oberhalb dieser Temperatur in trigonalen Borax und ein je nach dem Einimpfen verschieden zusammengesetztes Calciumborat zerfällt (Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1906, 566). Bei dem Versuche Franklandit (vgl. diesen S. 184) aus Boronatrocalcit und Borax künstlich darzustellen, bildete sich dieser nicht, sondern es entstand das Tetrahydrat des Boronatrocalcits NaCaB₅O₉·4H₂O. Wird mit diesem Hydrate geimpft, so erniedrigt sich die obere Beständigkeitstemperaturgrenze des Boronatrocalcits auf etwa 60° (Ebenda 1906, 301). Bei 25° ergibt die Untersuchung des Existenzgebietes die Möglichkeit des Zusammenvorkommens von Boronatrocalcit mit seinen Bildungskomponenten Borax und Calciumborat, sowie mit Chlornatrium, Natriumsulfat, Glaserit, Chlorkalium, Glauberit, Syngenit, Pentasulfat, Gips und Anhydrit.

Künstlich dargestellt wurde Boronatrocalcit zuerst von de Schulten (C. R. 1901, 132, 1576), indem er einen Überschuß kalt gesättigter Boraxlösung mit einer Chlorcalciumlösung versetzte; der entstandene, anfangs amorphe Niederschlag verwandelte sich innerhalb von 15—30 Tagen vollständig in feine Kristalle. Nach van't Hoff vollzieht sich die Bildung am einfachsten folgendermaßen: 110 g CaB₂O₄·6H₂O Calciummonoborat, 40 g Borsäure, 100 g Borax werden (zur Beschleunigung der Reaktion) mit 450 g Chlornatrium in $2\frac{1}{2}$ Liter Wasser zusammengebracht. Nach Einimpfen, am besten unter Schütteln, um das Zusammenbacken zu verhüten, hat sich nach Verlauf einiger Tage die

¹ Später als Meyerhofferit natürlich gefunden.

Bildung des Boronatrocalcits vollzogen, der nach dem Filtrieren, Waschen mit Wasser, dann mit 75% jegem, dann gewöhnlichem Alkohol und nach dem Trocknen ein analysenreines Produkt darstellt.

Nach dem deutschen Chemiker Ulex, der die ersten Analysen des Minerales ausführte, wurde das Mineral auch Ulexit genannt, welcher Name auch jetzt noch vielfach gebräuchlich ist. Auch nach dem anderen älteren Bearbeiter Hayes wurde ein Name gebildet, Hayes in (auch Hayesit, Hayesinit gebräuchlich), der zuerst von Dana für den vermeintlich natronfreien Borocalcit vorgeschlagen, für die beiden Verbindungen Boronatro- und Borocalcit gebraucht wird. In Südamerika heißen die Knollen vulgär auch "Tiza"; auch Tinkalcit und Boraxkalk werden gebraucht.

So eindeutig das mineralogische Vorkommen des Boronatrocalcits in Form jener aus einem Haufwerk schneeweißer seidenglänzender Kriställchen bestehender Knollen ist, so wechselnd ist die Zusammensetzung jener Knollen, wie die zahlreichen Analysen aus älterer wie neuerer Zeit beweisen. Die Ursache liegt in dem Umstand des Zusammenvorkommens mit anderen aus der eingedunsteten Meereslauge stammenden Salzen, vorzüglich Chloralkalien, Soda, Glauberit, Gips, Magnesiaboraten, neben Sand und Ton. Dies und die Schwierigkeiten der Borsäurebestimmung ließen die Zusammensetzung des reinen Minerales lange Zeit zweifelhaft sein. Anfangs wurde sogar bezweifelt, ob der Natrongehalt wirklich dem Mineral angehöre oder nur durch die Beimengungen verursacht sei. Hayes (Sill. Amer. Journ. (2) 1854, 28, 95); G. LUNGE (Ann. Chim. Phys. 1866, 138, 51); K. KRAUT (Arch. Pharm. 1862, 112, 31); A. RAIMONDI (Minéraux du Perou, Paris 1878, 252) hat dann hingegen festgestellt, daß wenigstens in Peru ein natronfreies Kalkborat nicht vorkommt.

Aus den besten der zahlreichen Analysen geht als Verhältniszahl von Na: Ca: B die Proportion 1:1:5 bis 6 hervor; von den zahlreichen für Boronatrocalcit aufgestellten Formeln seien nur die folgenden hervorgehoben:

K. Kraut: $(Na_2O \cdot 2B_2O_3)(CaO \cdot 3B_2O_3) + 15H_2O$.

RAMMELSBERG stellt zuletzt folgende Formel auf:

$$(Na_4B_6O_{11})(Ca_2B_6O_4)_2 + 28H_2O_4$$

mit:

und nimmt für die Analysen mit $26-27\,{}^0\!/_{\!0}$ Wasser ein Hydrat mit $21\,{\rm H}_2{\rm O}$ als zugrunde liegend an mit

In der Natur hat sich Boronatrocalcit wahrscheinlich ähnlich durch Einwirkung von Borsäure und Natron enthaltenden Gewässern auf Marmor gebildet. W. Foshag (The Americ. Mineralogist, 1918, 3, 35.) (Vgl. N. Jahrb. 1884, II, 158; Handb. d. Min.-Chem. 1875, 217; Ergänzungsheft dazu 1886 (I), 51 und 1895 (II), 90.)

L. Darapsky kommt auf Grund der Analysen Raimondis zu der Formel:

$$(Na_2O \cdot 2 B_2O_3)(CaO \cdot 3 B_2O_3)_2 + 16 H_2O = NaCaB_5O_9 + 8 H_2O$$

(Chem.-Ztg. 1887 (Nr. 45), 676), die sich von der Krauts nur um 1 Mol.: H, O unterscheidet.

H. GILBERT (Ztschr. angew. Chem. 1893, 532) entscheidet sich für die gleiche Formel.

Die endgültige Entscheidung wurde durch die künstliche Darstellung des Boronatrocalcits von de Schulten herbeigeführt; die Analyse des künstlichen Produkts stimmt am besten mit der Formel

NaCaB₅O₉·8H₂O

überein.

Gefunden: 43·10 B₂O₅ 13·79 CaO 7·65 Na₂O 35·46 H₃O Theorie: 42·68 14·06 7·62 35·38

Eine gewisse Veränderlichkeit im Wassergehalt des natürlichen Minerals ist nicht ganz von der Hand zu weisen, wie ja auch RAMMELS-BERG schon zwei Hydrate angenommen hat und van't Hoff den exakten Nachweis eines Tetrahydrates neben dem gewöhnlichen Oktohydrat, bezogen auf die einfachste Formel, erbracht hat.

Vorkommen. Persien. In der Sirdjansteppe zwischen Schär-Babek und Dah-Schutaran in der Provinz Kermak finden sich 1—1.5 m unter der Oberfläche Nester und Knollen von Boronatrocalcit. H. Winklehner (Österr. Ztschr. f. Bergu. Hüttenwesen 1899, 47, 627. Ref. Groths Zeitschr. 1902, 35, 286).

Afrika. Einen angeblich von der "Westküste Afrikas" stammenden Boronatrocalcit analysierte Kletzinsky. Analyse Nr. 8.

Nordamerika. Nach H. Haw im Gips von Neuschottland bei Windsor; in dünnen Adern zusammen mit Glaubersalz oder in warzenförmigen weißen Massen mit feinfaserigen und seidenglänzenden Bruchflächen.

Nach Dammer-Tietze (Die nutzbaren Mineralien, Stuttgart 1913, 1, 346) findet sich Boronatrocalcit auch im nordamerikanischen Boraxdistrikt, namentlich in der Columbusmarsch in Nevada in den sogen. "Contonballs" in Ton und Sand eingelagerten Knollen von Tannenzapfen- bis Melonengröße; daneben soll er auch als feines Pulver vorkommen (vgl. auch G. Yale und S. Gale in Mineral Resources of U. St. 1911, 858).

WITHFIELD analysierte ein Vorkommen von der Rhodesmarsch, Esmaralda Co in Nevada.

B. Silliman (Americ. Journ. Sci. 1833, 6, 130) nennt ebenfalls Nevada und Arizona als Fundorte, ferner den "Cane Spring District" im Bernardino Co., Californien.

Südamerika. Peru. In der Nähe des heute noch tätigen Vulkanes Ubinas liegen im Departement Arequipa bei dem Orte Salinas sehr große, reiche Felder mit Boronatrocalcit, dort "Borax" genaunt, die als die einzigen in Peru abgebaut werden. Außer diesen findet sich Boronatrocalcit noch bei Moquegua, Tacna, Camaná und Parinacochas. B. Simmersbach (Das Bergbauwesen Perus; Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde. Wiesbaden 1918, 71, 67).

Chile. Nach Raimond wurde das Mineral zum erstenmal um 1836 in der Provinz Tarapacá in einer 40—50 km östlich von Iquique gelegenen Nueva Noria genannten Landschaft gefunden. Es findet sich in den bekannten Knollen von Haselnuß- bis Kartoffelgröße unter einer Salzkruste, welche Salpeterlager bedeckt. Häufig enthalten die Knollen als inneren Kern einen großen Glauberitkristall.

Als andere Fundorte in der Provinz Tarapacá nennt Raimondi die Landschaft von Mamiña, wo Mirabilit als Begleitmineral erscheint; ferner die in der Cordilliere

gelegene Pampa de Cancosa, nahe der bolivianischen Grenze.

Nordöstlich von Copiapó, etwa 64 km von Puquios, der letzten Bahnstation, befindet sich in einer Höhe von nahezu 4000 m gelegen, die Lagune von Maricunga. Nach Darapsky ist die Ausdehnung des borathaltigen Terrains 3000000 qm. Boronatrocalcit wechselt in horizontalen Schichten mit kristallinischem Salz und Salzmergel.

Nördlich davon liegt die Lagune del Pedernal und La Ola.

Die wichtigste Fundstelle ist die Lagune von Ascotan, 3750 m hoch in 21° 42′ 0′′ südl. Breite und 68° 14′ 10″ westl. Länge Greenwich gelegen. Die Lagune oder Pampa (= Ebene) von etwa elliptischer Form erstreckt sich von Süd nach Nord wie ein großes Schneefeld mit sanfter Abdachung nach Süd-Südwest. Das Borat findet sich am ganzen Rande der Lagune und an gewissen höher gelegenen Punkten nach dem Inneren zu; in den Senkungen ist nur gewöhnliches Salz. Nähere wissenschaftliche Untersuchungen über diese Lagunen fehlen noch.

Nach Dammer-Tietze werden (in der Estadistica minera de Chile) noch andere Örtlichkeiten als Fundorte von Boraten genannt, so die Gegend von Iquique, Pica, Tocopilla, Antofagasta, Copiapó u. a.; doch sind genauere Angaben nicht bekannt.

Argentinien. Die Hauptvorkommen des Boronatrocalcits liegen zwischen dem 66.—68. Längengrad und 22.—26. Breitengrad in der ariden Punta de Atacama im Territorio de los Andes. F. Reichert und J. T. Barnabe betrachten sie als vulkanischen Ursprungs, was nicht ausschließt, daß die gegenwärtigen Lagerungsverhältnisse auch sekundärer Natur sein können. Von beiden Autoren werden hauptsächlich folgende Örtlichkeiten genannt¹:

Am 68. Längengrad nahe der chilenischen Grenze liegen vorwiegend in N.-S.-Ausdehnung die ausgedehnten Salare de Arizaro und de Antofalla bei Antofagasta de la Sierra. Östlich davon das Salar de Rincón und de Pastos Grandes. Letzteres enthält ca. 1 m mächtige Bänke mit darin eingestreuten Boronatrocalcitknollen, den sogen. "Papas". Enthält viel Chlornatrium. Südlich davon das Salar del Hombre Muerto, in dessen östlichem Teile sehr reine Papas gefunden werden. Etwas östlicher als die genannten Fundstellen liegt im Norden das Salar des Olaroz, in dem bis 2 m mächtige Boratbänke auftreten; östlich davon bei Coranzuli wird ebenfalls Borat gefunden.

Südlich der letztgenannten Fundorte am 24. Breitengrad liegt das Salar de Cauchari und Salinas Grandes. Im ersteren werden die Boratbänke bis 2 m mächtig. In dem westlichen Teil der Salinas Grandes findet sich Borkalk in ca. 1 m mächtigen Bänken, im östlichen Teil finden sich vorzugsweise Papas. Im Salar de Antuco zwischen S. Cauchari und Pastos Grandes 1 m mächtige Bänke und Papas von unreinem Borkalk.

Noch weiter südlich finden sich: Salar de Centenario, de Ratones, das Borkalk in etwa 1 m mächtiger, stark mit Chlornatrium verunreinigter Bank enthält; Salar de Diablillos (in 4000 m Höhe), der Borkalk findet sich hier vorwiegend in 0.8—1.0 m mächtiger Decke, weniger in tiefer gelagerten Papas, wenig mit Chlornatrium gemengt.

¹ Eine Übersichtskarte der argentinischen Minerallagerstätten findet sich bei R. Stappenbeck (Ministerio de Agricultura de la Nacion, Buenos Aires 1918, Bolltin Nr. 19).

Analysen.

	$\mathrm{B_2O_3}$	CaO	Na ₂ O	H ₂ O	ClNa	ClK	SO ₄ Ca	SO ₃
1	41.50	12.90	4.50	34.80	0.70	18 100	4.10	
2	[49.5]	15.9	8.8	25.80	•	-	15.75 A	-
3	[45 • 66]	14.32	8.22	27.22	2.65	-	-	1.10
4	44.25	13.67	7.45	34.63	-	-	S	
1	[41.97]	13.95	8.36	34.39	11000	-	1000-01	1.29
5	44.10	14.20	7.21	34.49				1
6	46.30	14.05	5.17	32.61	1.89	The second		-
- (30.18	11.00	7.24	45.54	2.86	100		1.72
7	34.74	15.78	8.33	35.00	0.81	-	1	0.34
8	36.91	14.02	10.13	37.40			-	0.50
9	42.12	12.46	6.52	34.40	1.66	1.26	0.77	
10	34.71	14.45	11.95	34.00	-	-	-	1.10
11	42.48	14.39	7.72	35.51	- Park	ST -	1994	10000
1	44.38	12.69	5.58	36.85	-			
12	45.74	12.95	5.82	35.49		-	_	
13	52.73	17.03	4.26	25.98		311-	100	102
1	42.98	13.94	6.96	36.80	0.16	-		44.4
14	43.13	14.14	6.92	3575	Spur			
11	43.04	14.06	7.05	35.85	Spur			
15	44.71	14.03	8.22	33.04	~ -	-		10000
16	28.60	8.72	5.85	24.42	24.51		2.53	The same
17	32.37	10.21	5.92	28.64	16.38	16 100000	1.83	81 1
18	34.33	10.54	5.94	31.49	12.43	_	1.96	1
- (26.04	20.57	4.78	24.06	2.88			17.67
19	24.17	21.78	3.57	25.20	2.92	100		19.73
10	21.50	14.32	3.93	30.63	16.34			9.65
20	42.06	15.91	8.90	33.48			1/-10	- 00
1	35.45	11.47	7.31	20.37	16.99	Section 2	1.51	
21	37.19	12.12	7.10	18.99	16.99		0.52	70.00
1	22.55	17.44	2.33	27.33	7 · 19			12.60
22	19.60	15.4	?	13.80	31.60			9.40
23	10.93	6.77	The state of	37.66	17.50		16.70	3.40
(22.32	8.38	3.96	40.90	14.20			1.20
24	47.52	12.34	1.63	31.50	3.80		A CONTRACT	Spur
25	(42.31)	14.71	8.43	33.69	_	-		opur
26	45.24	15.04	8.83	30.79				
27	42.05	13.71	7.29	34.79		-		0.07
21	42.00	13.11	1-20	04 10				0.01
- (36.32	12.09	6.87	32.00	0.20	1 1 2 S	E 1920	
28	39.30	13.34	7.24.	26.53	1.98	10-34	-	-
	39 · 10	12.25	7.17	28.80	1.22		-	
29 a	30.64	9.34	8.70	30.92	6.01	-	0.53	-
29 b	39.80	12.02	9.10	32.92	5 · 13	-	.0.87	
29 c	31.05	9.24	7.67	28.01	17.35		1.98	-
29 d	32.25	10.04	7.88	26.25	10.03	-	0.63	100
29 e	37.01	11.60	7.63	22.68	17.83		1.38	-
29 f	36.90	12.10	9.03	33 - 20	5.08	Marie III	-	A SWEET
29 g	24.78	8.07	4.51	27.68	29.81	18	1.45	

Ferner werden noch als Fundorte von Berkalk genannt das Salar de Challacarrhua und de Pozuelo.

Borate finden sich nach Darapsky auch in den Thermalquellen der Incabrücke, fast in gleicher Breite mit Santiago.

Die von Rammelsberg analysierte und von Brakebusch gesammelte Probe (Analyse Nr. 21) ist ein weißer, an der Luft erhärtender Schlamm vom Ufer der Salinas

		THE STATE OF						
SiO ₂	Cl	MgO	$egin{aligned} \mathbf{Al_2O_3} \ \mathbf{Fe_2O_3} \end{aligned}$	K ₂ O	SO ₄ Na ₂	MgCl ₂	Ton u. Sand	Summe
			White is	Mu sult Al			1.50	
				Service West			1.00	100.00
		W. W. W.		0.51		THE WAY	0.32	100.00
			77.7	0.01		15		100-00
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1	0.04		The same of			100-17	
		0.01				1022	1 12 15	
						0.5		
				THE STATE OF		-	2.50	
		A NEW WAR	1	- FW 6		10 -2 -2	2.10	_
	1.33					MARKET AV		
	111	N N	The state of the s		0.81		-	-
0.60	1.34		Carried St.	The same of the same of	-	- 7	(**))	-
1-3		-				4 4		-
	- Table 1	0.50		Server at 1				
	-		-	-		it mouse	-	
	-					-	1 P	1
	100	100		The same of the sa	0.12			
	T-1		- Tel 10		Spur		- To	
	-		AND THE	TANK TANK	Spur		-	
-	-	-		THE RESERVE			-	E VALUE
	-		0.21	TO SO		2.18	2.98	
	K TEAN	0.36	0.27			1	4.02	
		0.59	0.12	M. ST.			2.60	To all the
0.15		0.03	0.26				2.96	1
0.00		0.05	0.19	NAME OF THE PARTY	THE SAME		2.36	
0.32	75		0.21				3 · 10	
- TIME		0.42	0.28				6.20	ALIES
	10,7300	0.42	0.28				6.40	
		0.40	0.30	100			10.69	
	17-01		and the				10.30	a R. L. Date
					2.30	I	2.20	
					2.00		1.04	
		100				50 20	0.21	
	11 300		Mary SELVE					100.00
	L	1 A	3 - 4					
1000	0.03	0.07	0.1	CO2 0.02	1 1	-	1.83	_
CO ₈ Ca			N. A.	*		MgB ₂ O ₄		
1.42		1110075 1000	0.40		1.39	1.40	7 00	
1.42	The state of		0.49		1.39	0.60	7.83	
Spur			Spur			0.95	8.20	
0.97 4.15	- C		0.57 1.34		1.20	0.99	7.77	
4.19			1.94			NEW TOTAL	A THE REAL PROPERTY.	130 May 10
			1.10			200		10 THE
Acres 100		0.42	2.41	S TO BUYE		de to Table		Doll Till
	DIES AVES	0.12	0.70	TO THE T		100	0	DESTRUCTION AND ADDRESS OF
The second	N. E. C.		1.15		Market St.			1 19 22 10 1
	CHILLIAN .	1.92	0.70		+	200	224	F-11.

de la Puna zwischen Cerillos und Cangrejillos aus 3100 m Meereshöhe, Prov. Jujuy, Argentinien.

2. Ulex, Liebigs Ann. 1849, 70, 51. "Tiza" aus dem südlichen Peru.

Walker, Jahresb. Chemische Technologie 1848, 304. Ref. in: F. Reichert, Los Yacimentos de Boratos del territorio des los Andes (Anales del. ministerio de agricultura, Buenos Aires, Argentinien 1907). Probe v. Peru.

- 3. Allan Dick, Phil. Mag. 1853 (4) 6, 50; Jahresber. Chemie 1853, 852. "Hayesin aus Peru".
- 4. RAMMELSBERG, Pogg. Ann. 1856, 97, 301.
- H. Haw, Am. Journ. Sci. [2] 1857 24, 230; Jahresber. Chemie 1857, 697.
 Probe von Windsor, Neuschottland. a) Lufttrockenes Material; b) ebenso, nach dem Auswaschen leicht löslicher Beimengungen mit kaltem Wasser.
- H. Helbig, bei W. Stein, Dinglers polyt. Journ. 1858, 147, 318; J. B. Chemie 1858, 737. Knollen aus "Südamerika". Das Wasser entweicht bei 100° zu 7·5°/₀, bis 200° noch 19·25°/₀, über 200° 5·86°/₀.
- 7. Salvetat, Rép. chim. appliquée I, 215; J.-B. Chemie 1858, 737. Knollen seidenglänzender Fasern aus der Prov. Tarapacá in Peru, aus der Nähe des Hafens von Iquique.
- KLETZINSKY, DINGLERS polyt. Journ. 1859, 153, 359; J.-B. Chemie 1859, 816.
 Knollen von der "Westküste Afrikas".
- 9. RAMMELSBERG, Handb. Min.-Chemie 1860, 252. Probe aus Peru.
- 10. Phipson, Dinglers polyt. Journ. 1861, 162, 237. Probe aus Peru.
- K. Kraut, Arch. Pharm. 1862, 112, 25; Jahresber. Chemie 1862, 760.
 Mittelzahlen des von ClNa-Beimengungen freigedachten Materiales.
- G. Lunge, Ann. Chem. Pharm. 1866, 138, 51; Bull. soc. chim. [2] 1866,
 6, 326; J.-B. Chemie 1866, 953.
- Graeger, Neues Jahrb. Pharm. 1869, 31, 291. Mittelzahlen von vier Analysen nach Abzug von Verunreinigungen durch Chlornatrium, Natriumsulfat und Gangart.
- 14. A. Raimondi, Minéraux du Pérou, Paris 1878, 265. Besonders reine Proben von einer sehr trockenen Gegend der Provinz Tarapacá.
- KYLE, Ann. Soc. Argent. 1880, 10, 169. Ref. Dana. Syst. of. min. 1892,
 887. Probe von Provinz Salta, Argentinien.
- E. EISELE, bei L. DARAPSKY, die Boratindustrie in Chile, Chem. Ztg. 1887,
 605, 623, 675. Analyse vom 16./XII. 1882. Probe von "Ascotanborkalk".
- 17. Ebenda, Analyse vom 12./II. 1888. Probe von "Ascotanborkalk".
- 18. " " " 27./IV. 1883. " " " "
- Analysen von Borkalk aus Maricunga. Ref. in Dammer und Tietze, Die nutzbaren Mineralien, Stuttgart 1913 nach: Chemische Industrie 1883, 333.
- RAMMELSBERG, N. Jahrb. 1884, II, 158. Probe von Salinas de la Puna, zwischen Cerillos und Cangrejillos, Argentinien, Provinz Jujuy, nach Abzug. von 7.68% OlNa.
- 21. E. EISELE, bei DARAPSKY, Analyse von Ascotankalk, 1885.
- 22. Kerr, "Mehl" von Maricunga.
 - "Massen" von Maricunga.
- 23. CLARK, Massen von Maricunga, Anales de la Universidad 1874.
- 24. Schwarzenberg, Mineralojia von J. Domeyko 3. Aufl. 466.
 - Anales de la Universidad 1875. Probe von der Ola fibrös konzentrisch.
 - Ebenda, fibrös in einer Richtung, unter voriger Varietät angetroffen.
- 25. Holtz, Ergänzungsheft zu Rammelsberg, Handb. Min.-Chemie 1886, 51 Probe von Atacama. Nach Abzug von 4·07% Chlornatrium.
- 26. Whitfield, Am. Journ. Sci. 1887, 34, 284. Zahlen berechnet nach Abzug von Beimengungen (durch ClNa, ClK, SO₃, SiO₂) Rhodes Marsh, Nevada.
- 27. H. Gilbert, Ztschr. angew. Chem. 1893, 532. Durchschnittsprobe eines besonders reinen Vorkommens von Sierra de Cachi, Argentinien.

bei Darapsky, Chem. Ztg. 1887, 606. 28. Buttgenbach, Ann. Soc. Géol. Belgique 1900/01, 48, 105. Mém. Proben von Salinas Grandes, nach Abzug von Beimengungen.

REICHERT, Los Yacimentos de Boratos, vgl. Nr. 1.

29a. Probe von Diablillos

29b. , , Hombre Muerto.

29 c. ,, Pastos Grandes.

29 d. " " Antuco.

29 e. " " Siberia.

29 f. " , Tres Morros.

29 g. " " Niñio Muckto.

Ann. 1. Unter dem Namen Kryptomorphit beschrieb H. Haw (Amer. Journ. Sci. [2] 1861, 32, 9) ein dem Boronatrocalcit sehr ähnliches Mineral von Windsor in Neuschottland. Es bildet rundliche, erbsen- bis bohnengroße, weiße, durchsichtige Massen, die nach Robb bei starker Vergrößerung (350 f.) als ein Haufwerk sehr dünner rhombischer Plättchen zu erkennen sind. Härte = 1. Es schmilzt vor dem Lötrohr zu einer klaren Perle, ist nicht in Wasser, aber in Salzsäure löslich; geschmacklos. Es findet sich in Begleitung von Glaubersalz an der Grenzfläche zwischen Gips und Anhydrit der genannten Fundstelle.

Brush (Sill. Amer. Journ. [2] 1861, 34, 206) vereinigt das Mineral mit Boronatrocalcit; neuere Untersuchungen über dieses Vorkommen existieren nicht und Groth (Tab. Übers. 1897, 81) betrachtet es ebenfalls nur als einen durch Sulfatbeimengung verunreinigten Boronatrocalcit.

Analyse:	B_2O_8	CaO	Na ₂ O	MgO	SO_3	H_2O
von Haw	[53.98]	14.21	7.25	0.62	3.98	19.96
			3 - 3 - 6			20.78

An der Luft soll das Mineral 18.36% Wasser verlieren.

Ann. 2. Im folgenden sind diejenigen Mitteilungen und Analysen zusammengestellt, die zur Aufstellung des Borocalcits, eines natronfreien Boronatrocalcits geführt haben. Dieses auch als Hayesin bezeichnete Mineral existiert wahrscheinlich nicht und wäre am besten aus der Literatur zu streichen, bis nicht ein wirklich einwandfreies Material gefunden wird.

"Borate de Chaux" wird zuerst von Beudant im Jahre 1832 (Traité de min. 2, 249) erwähnt. Er beschreibt es als feinen Überzug eines weißen Salzes über Kalksteinen des Monte Rotondo in Toscana. Diese Überzüge enthielten nur Kalk und Borsäure in einem ibm unbekannten Verhältnis.

1844 gibt A. A. Hayes (Am. Journ. Sci. 46, 377 und 47, 215) Analysen von "Borocalcit" von Iquique in Peru, die zur Formel CaB₄O₇·6H₂O fübren. Nach ihm wird von Dana, Min. 1850, 217, das Mineral Hayesin genannt.

1847 führt Hausmann in seinem Handbuch der Mineralogie, S. 1429 dasselhe Mineral unter dem Namen Hydroborocalcit auf, und führt eine Angabe Teschemachers an, nach der es monoklin sein soll mit einem Prismenwinkel von 82½° und einer Neigung einer Pyramidenfläche von 32½° gegen das Prisma.¹ In Kristallen farblos und durchsichtig, in derben Massen faserig, seidenartig glänzend, opak schneeweiß. In warmem Wasser aufquellend.

1854 beschreibt Bech ein Calciumborat, das als Inkrustation von toscanischen Soffionen von ihm gefunden wurde (Sill. Amer. Journ. 1854, 17, 129; Jahresber. d. Chem. 1854). Nach ihm wurde das Mineral von Dana (Syst. 1852, 6. Ausg.) Bechilith genannt.

¹ Diese Angabe bezieht sich indessen gar nicht auf das Borat, sondern auf Glauberit, der sich oft in den Boratknollen findet und irrtümlicherweise mit dem Borat identifiziert wurde; auf diesen Irrtum weist schon Raimondi hin.

1858 veröffentlicht Reichardt (Arch. Pharm. [2] 96, 247; Jahresber. d. Chem. 1858, 737) zwei Analysen von kugelförmigen, aus feinen seidenglänzenden Nadeln zusammengehäuften Stücken, von denen er das eine aus einem deutschen Handelshaus, das andere von Lima direkt erhalten hat.

Diese Analysen werden angeführt in Des Cloizeaux Min. 2, 10, 1874; ebenso

die Notiz Teschemachers bei Hausmann.

1862 bezweifelt K. Kraut (Arch. Pharm. 112, 31, Anm. Jahresber. d. Chem. 1862, 760) die Richtigkeit der Reichardtschen Analysen und glaubt, daß auch in dem Material Reichardts Natron vorhanden sein müsse.

1865 beschreibt D. Forbes (Phil. Mag. 25, 114. Ref. in Kenngotts Übersicht der Result. min. Forsch. 1862—65, S. 41) in dem Wasser der heißen Quellen von Baños del Toro in der Cordillere von Coquimbo suspendierten Borocalcit als schneeweiße seidenartige und fadenförmige Flocken, welche, zu Boden sinkend, einen

flockigen Absatz bilden. Nach qualitativer Probe reines Calciumborat.

1878 spricht A. RAIMONDI in seinem Buche Minéraux du Pérou (traduit de l'éspagnol par Martinet, Paris 1878. Ref. in Groths Ztschr. 6, 627) S. 252/253 die Überzeugung aus, daß es in Peru wenigstens keinen Hayesin, Borocalcit CaB₄O₇·6H₂O gebe; er selbst habe niemals einen natronfreien Borocalcit gefunden und die natronfreien Vorkommnisse könnten nur durch die irrige Annahme erklärt werden, daß das darin gefundene Natron von beigemengtem Glauberit herrühre. Auch seien die physikalischen Eigenschaften ganz die des Boronatrocalcits, daher die Namen Borocalcit und Hayesin als die selbständiger Mineralspezies zu streichen seien.

1882 beschreibt N. H. Darton (Amer. Journ. Sci. [3] 23, 458) von Bergen Hill, N. J., ein Vorkommen eines teils faserigen, teils pulverigen Minerals in Geoden, zusammen mit Datolith und Kalkspat, das er als Hayesin anspricht.

1883 analysiert A. Brun (Groths Ztschr. 7, 390) einen wenigstens sehr natronarmen Borocalcit, bezeichnet ihn jedoch nicht als Boronatrocalcit. Die Beschreibung: weiße, seidenglänzende Massen aus verfilzten mikroskopischen Nadeln bestehend, schwach doppeltbrechend, stimmt mit der üblichen des Boronatrocalcits überein. Ebenso in Wasser löslich mit alkalischer Reaktion. Enthält als Verunreinigung Natriumsulfat und Chlornatrium, von welchen Salzen das Analysenmaterial durch Waschen befreit wird.

Vermutlich trifft auch hier die Bemerkung Raimondis zu; auch Kraut hat schon darauf hingewiesen, daß durch Waschen das Natron des Boronatrocaleits nicht ganz zu entfernen ist und an Natron arme Rückstände hinterbleiben (Jahresber. d. Chem. 1862, 760).

Dié aufgestellte Formel hat denn auch die anomale Form:

$$3 \text{ Na}_2 \text{B}_4 \text{O}_7 + 9 \text{ Ca}_3 \text{B}_{14} \text{O}_{24} + 19 \text{ H}_2 \text{O}$$
.

1884. Rammelsberg hält in einer vergleichenden Studie über die natürlichen Borate auf Grund der Analysen von Haves und Darton an der Existenz des Minerales Borocalcit CaB₄O₇·6 H₂O fest. (N. Jahrb. 1884, II, 159.)

1900 bezeichnet G. D'Achiardi (Annali della Univ. Tosc. Pisa 23, 1 und Rendic. R. Acc. Lincei Roma, 9, II, 342) den Bechilith mit einigen anderen Boraten als uneinheitliche Gemenge und daher als nicht existierend. In seinem Guida al Corso di Mineralogia Pisa 1910 ist tatsächlich weder "Bechilite" noch "Hayesina" aufgeführt.

1901 bespricht Buttgenbach (Ann. Soc. Géol. de Belgique, 1900—1901, 28, Mém. 99) die Unterschiede zwischen Hayesin (den er identisch mit Bechilith erklärt) und Boronatrocalcit. Während Des Cloizeaux (Man. d. Min. II, 10) die Auslöschungsschiefe als nicht ganz parallel zur Längsrichtung der Kristallpartikel angibt, findet er sich immer parallel, jedenfalls von parallel nicht unterscheidbar. Ferner zeigen die Hayesinkriställchen im Pol. Mikroskop und Gipsblättchen rote und blaue Farben,

welches auch ihre Lage gegen a des Gipsblättchens sei, während beim Boronatrocalcit alle Nädelchen parallel des Gipses blau, alle dazu senkrechten rot erscheinen. Es käme das also auf eine wechselnde Ausbildung einer Zone als Hauptzone hinaus.

Dieser Unterschied verliert aber an Beweiskraft dadurch, daß Buttgenbach einen Hayesin von Iquique als Testpräparat verwendet, ohne durch eine Analyse vorher nachzuweisen, daß auf dieses Stück die Vermutung Raimondis, alle peruanischen Hayesine seien Boronatrocalcit, nicht zutrifft.

1907 äußert sich van't Hoff (Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1907, 652) gelegentlich der Besprechung des negativen Ergebnisses von Versuchen zur künstlichen Darstellung des Borocalcits wie folgt:

- 1. Das von Hoffmann herrührende Stück der großen Berliner Sammlung erwies sich als Boronatrocalcit.
- 2. Die Firma Krantz in Bonn verfügte nur über ein von Damour herrührendes Stück, das, als Priceit bezeichnet, mit Pandermit identisch war.
- 3. Von den amerikanischen Bezugsquellen hatte weder eine Anfrage bei Prof. Saunders (Californien) noch bei Herrn Buttgenbach (Florida) Erfolg.
- 4. Eine Privatmitteilung von d'Achiardi in Pisa deckt sich inhaltlich mit den oben angegebenen Mitteilungen.

Zusammenfassend kann daher gesagt werden, daß außer dem von Darton analysierten Pulver das Vorkommen eines Minerals von der Zusammensetzung CaB₄O₇·6 H₂O sehr zweifelhaft ist; und da jenes Vorkommen in den Geoden N. Jerseys wenig gut charakterisiert ist, ist die Anschauung Raimondis und d'Achiardis, Borocalcit oder Hayesin existiert nicht, die richtigste.

	I	II		III	IV .	V	VI
B_2O_3	46.11	51.13	52.05	50.42	48.49	46.10	46.05
CaO	18.89	20.85	11.56	12.10	14.69	18.39	18.42
H ₂ O	35.00	26.25	1·38) 33·53	0.87 bei 100° 33.67 bei Rotglut	34.95	35.46	35.53
Cl.			0.94	1.21	-	-	-
SO_3	18-3	-	0.53	1.07	-	-	
Na ₂ O			Spur	Spur	1.87		

I. HAYES.

4. Pandermit. Ca₈B₂₀O₃₈·15H₂O.

Das Mineral wurde zuerst von A. W. Chase als ein eigenes Borat erkannt (Amer. Journ. Sci. 1873 [3] 5, 287) und dann von B. Silliman (ebenda 1873, 6, 214) nach dem Chemiker Thomas Price in S. Francisco, Priceit genannt. Etwas später beschrieb G. v. Rath (Sitz. Ber. d. niederrh. Ges. Nat.-u. Heilkunde 2. Juli 1877) den Pandermit, der sich in der Folgezeit als mit dem Priceit identisch herausstellte. Da von van't Hoff (Ozean.

II. BECHI.

III. REICHARDT.

IV. Brun, Borsäure aus der Differenz.

V. DARTON.

VI. Theoretische Werte für CaB4O7.6H,O.

Salzl.) der Name Pandermit ausschließlich gebraucht wurde, so wurde auch hier die Bezeichnung Pandermit dem Namen Priceit vorgezogen; ersterer wird auch für das asiatische Vorkommen zum Unterschiede vom amerikanischen Vorkommen gebraucht, das meist als Priceit bezeichnet wird. Das Mineral ist nicht in kristallisiertem Zustande bekannt.

Dichte, mikrokristalline Masse von wahrscheinlich rhombischen Kriställchen, im Aussehen an Kreide oder sehr dichten Marmor erinnernd.

H. BUTTGENBACH (Ann. Soc. Géol. Belgique 1899/1900, 27, Mém. 103) hält Pandermit für identisch mit Colemanit; er beobachtet eine Anhäufung von feinen Lamellen mittlerer Doppelbrechung; hie und da fand er Lamellen mit dem Achsenbild einer Bisektrix von großem Achsenwinkel, ohne entscheiden zu können, ob das Mineral dem rhombischen oder dem monoklinen System angehörte.

E. S. Larsen (The Americ. Mineralogist 1917, 2, 1) betont auf Grund der optischen Eigenschaften die Verschiedenheit des Pandermits vom Colemanit und die Identität des Pandermits mit Priceit, welch letztere er als triklin bestimmt. Kristallographisch lassen sich allerdings nur rhombenförmige, sehr dünne Plättchen mit einem Winkel von 58°±1° feststellen.

Muscheliger Bruch, Härte = 3.

Dichte 2·262—2·298 SILLIMAN, 2·48 PISANI (Traité élém. Mineralogie, Paris 1875, 216).

LARSEN bestimmte an kleinasiatischem Material $2V = 32^{\circ} \pm 2^{\circ}$, ferner an amerikanischem wie kleinasiatischem $\alpha = 1.578$, $\beta = 1.591$, $\gamma = 1.594 \pm 0.003$. X ist zur Normalen der Platte geneigt; Y' bildet mit der Halbierenden des spitzen Rhombenwinkels $14^{\circ} \pm 2^{\circ}$. (Vermutlich ist das so zu verstehen, daß die Senkrechte zur Spur der Achsenebene jenen Winkel von ca. 14° mit der Halbierenden bildet.) Optisch negativ.

Farbe weiß, durchscheinend,

Unlöslich in Wasser; vollkommen löslich in verdünnter Salzsäure. Gibt beim Erhitzen im Kölbchen Wasser; schmilzt vor dem Lötrohr unter Grünfärbung der Flamme und Aufschäumen zu blasigem Email, das beim Erkalten entglast.

Von van't Hoff künstlich dargestellt. Man geht am besten vom künstlichen Boronatrocalcit aus, da dieses Material eine durch Verreiben des natürlichen Minerales nicht erreichbare Oberflächenverteilung aufweist. 5 g davon, mit einer Lösung von 45 g Chlornatrium und 55 g Chlorkalium in 180 g Wasser drei bis vier Tage lang zum Siedepunkt der Lösung erhitzt, ergibt die theoretische Menge von etwas über 2 g Pandermit (Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1906, 572).

Vorkommen. Findet sich bei Sultan Tschair in der Nähe von Panderma am Marmarameer. Unter dem Humus liegt dort schiefriger, wie Dachschiefer spaltbarer, kaffeebrauner Ton, etwa 15—20 m mächtig. Darunter grauer, gestreifter Gips, der mit 10 m noch nicht durchteuft ist. In diesem Gips finden sich abgerundete Knollen und Stöcke des Borates. Hie und da auch mit Stalaktiten ausgekleidete Hohlräume. G. v. Rath.

Nach Dammer-Tietze (Nutzb. Mineralien, 1. Bd., Stuttgart 1913, 341) liegt das Mineral bei Sultan Tschair oder Suzurlu im Vilajet Hudavendikiar (Prov. Brussa) in Stücken von Nadelkopfgröße bis zu Blöcken von ½ Tonne Gewicht von blendendweißer Farbe in einer bis zu 35 m mächtigen Schicht von Ton mit Gips, den es in Form von Bändern, Knollen, Nestern und Linsen sehr reichlich durchsetzt. Das Mineral wird auch türkischer Boracit genannt.

Nach Pisani an der "Grenze Persiens" in einem schwarzen, kompakten Gips, in der Nähe von Trachyt.

Das von Silliman beschriebene Material stammt nördlich von Chetko, Curry Co. in Oregon; das Borat füllt dort Spalten und Höhlungen eines Schiefergesteines aus, und findet sich ferner in rundlichen Massen in einem unter jenem Schiefer liegenden Steatit. Chase brachte seine Bildung als Niederschlag von Thermen mit dem Vulkanismus der dortigen Gegend in Zusammenhang.

Die älteren Analysen ergaben ein Verhältnis von ${\rm CaO:B_2O_3}=2:3$. Kenngott hielt jedoch schon durch eine andere Interpretation der Analysen von Silliman, Chase und Pisani das Verhältnis von 4:5 für wahrscheinlich (N. Jahrb. 1885, 1, 241), trennte jedoch den Colemanit noch nicht scharf von Pandermit ab, für den damals die Wasserbestimmungen noch nicht genügend scharf bekannt waren. Die späteren Analysen bestätigten dann das Verhältnis ${\rm CaO:B_2O_3}=4:5$, ebenso auch die Analyse des künstlichen Produktes von van't Hoff, so daß die Formel ${\rm Ca_8B_{20}O_{38}\cdot15\,H_2O}$ feststeht.

		-	B -	٠.	_			
A	n	21	м	V	31	а	n	H

	B_2O_3	CaO	H ₂ O	ClNa, Al ₂ O ₃
1.	(47.04)	29.96	22.75	0.25 Alkalien
	(45.20)	29.80	25.00	Spur "
2.	(48 • 82)	31.83	18.29	0.95
3.	(50 • 1)	32.0	17.9	A STATE OF THE STA
4.	54.59	29.33	15.45	$ \left\{ \begin{array}{c} \text{FeO 0.30, MgO 0.15,} \\ \text{K}_2\text{O 0.18} \end{array} \right. $
5 a)	48.44	32 · 15	19.42	
b)	48.63	32.16	19.40	
6.	49.75	31.86	18.13	$ \begin{cases} Al_2O_3 & 0.15, & SiO_2 & 0.02 \\ SO_3 & 0.06, & P_2O_5 & 0.03 \end{cases} $
7.	(50 • 12)	29.94	19.94	
	(50 · 26)	31.42	18.32	
8.	49.9	32.3	18.2	
9.	49.8	31.7	18.4	
10.	48.9	31.4	18.9	

- 1. CHASE, Amer. Journ. Sci. 1873, 5, 287.
- 2. Silliman, Substanz bei 212° getrocknet; Mittelzahlen dreier Bestimmungen.
- 3. PISANI.
- 4. MUCK bei G. v. RATH.
- J. E. WHITFIELD (Amer. Journ. Sci. 1887 [3] 34) a) Priceit von Curry Co., Oregon; b) Pandermit von Panderma.
- 6. H. Gilbert (Ztschr. angew. Chem. 1893, 532). Pandermit von Panderma.
- 7. H. BUTTGENBACH. Material von Panderma.

- 8. K. Kraut (Ztschr. analyt. Chem. 1897, 36, 165). Material von Panderma.
- 9. van't Hoff, Material von Panderma.
- 10. Derselbe, Analyse des künstlich dargestellten Produktes.
- 11. Theoretische Werte für Ca₈B₂₀O₃₈·15H₂O.

5. Colemanit. Ca2B6O11.5H2O.

Monoklin prismatisch: a:b:c=0.7748:1:0.5410; $\beta=110^{0}9\frac{1}{4}$. Beobachtete Formen: $a\{100\},\ b\{010\},\ c\{001\}$.

l {310}, t {210}, m {110}, I {230}, {10.19.0}, z {120}, J {370}, H {130}. z {011}, α {021}.

 $C\{10.1.1\},\ o\{\overline{2}11\},\ r\{231\},\ \Theta\{\overline{3}11\},\ B\{\overline{4}11\},\ \{\overline{4}12\},\ e\{241\},\ e\{\overline{2}31\},\ Q\{\overline{2}41\},\ p\{\overline{3}21\},\ p\{142\},\ b\{\overline{2}63\},\ w\{\overline{1}82\},\ s\{\overline{3}41\},\ \{731\},\ P\{\overline{1}23\},\ u\{164\},\ \mu\{165\}.$

```
(\overline{3}01):(\overline{1}00) = 28^{\circ}13'
 a:c =
             (100):(001) = *69^{\circ}50' \ 45'' \ W: a =
                                                             (\overline{4}01):(\overline{1}00) = 20 59
             (310):(010) = 76 22
 l:b =
                                                \psi: a =
                                                             (\overline{6}01):(\overline{1}00) = 13 \ 43
             (210):(010) = 70
 t:b =
                                                U:a=
                                                           (\overline{8}01):(\overline{1}00) = 10 \quad 9\frac{1}{9}
m:b =
             (110):(010) = 53 58
                                                 f: a =
                                                            (\overline{2}01):(001) = *68 24
 1:b =
             (230):(010) = 64 08
                                                h:e =
                                                                                          21
 (10.19.0):(010) = 35 53
                                                 \beta: a =
                                                             (111):(100) = 45 42
             (120):(010) = 34 30
                                                  : b = .
                                                           (111):(010) = 70 \cdot 7
 2: h =
J:b =
             (370):(010) = 30 30\frac{1}{9}
                                                             (111):(001) = 33 \ 43\frac{1}{3}
                                                  : c =
             (130):(010) = 24 37
                                                             (221):(100) = 38 28
H:b =
                                                 \mathfrak{o}: a =
m:c=
             (110):(001) = *73 49
                                                 : b =
                                                            (221):(010) = 62 49
                                          17
             (011):(010) = 63 04
\varkappa:b=
                                                             (221):(001) = 48 14
                                                  : c =
\varkappa: \alpha =
             (011):(100) = 72 06
                                                \sigma: a =
                                                             (331):(100) = 36 \ 16
             (021):(010) = 44 \ 32\frac{1}{3}
                                                             (331):(010) = 59 \ 45\frac{1}{5}
\alpha:b=
                                                  : b =
             (021):(100) = 76 01
\alpha : \alpha =
                                                             (331):(001) = 55 19
             (101):(100) = 42
                                                \Delta: a = (19.19.6):(100) = 36
V: a =
             (201):(100) = 28 20
                                                  b = (19.19.6):(010) = 59 26
 \lambda : a =
             (301):(100) = 21 03
                                                  c = (19.19.6) \cdot (001) = 56
 o: a =
             (\overline{1}01):(\overline{1}00) = 69 \ 21\frac{1}{2}
                                                G: a =
                                                            (771):(100) = 35
 i:a =
                                                                                    6
             (\overline{2}01):(\overline{1}00) = *41 \ 44
                                                  :b=
                                                            (771):(010) = 56 14
                                         54
h:a =
             (\overline{5}02):(\overline{1}00) = 33 \ 49
                                                            (771):(001) = 65 11
 q:a =
                                                  : c =
```

```
(\overline{2}23):(\overline{1}00) = 83^{\circ} 6'
                                                                    (311):(001) = 49^{\circ} 42\frac{1}{2}
                                                      k:c=
m: a =
              (\overline{2}23):(010) = 70 19
                                                                    (711):(100) = 11 32
  : b =
              (\overline{2}23):(001) = 33 \ 21
                                                                    (711):(010) = 84 \ 32\frac{1}{9}
  : c =
              (\overline{1}11):(\overline{1}00) = 71 \ 43
                                                                    (711):(001) = 59 49\frac{1}{9}
y: a =
 :b=
              (\overline{1}11):(010) = 63 \ 10\frac{1}{9}
                                                                 (10.1.1):(100) =
                                                                                        817\frac{1}{2}
                                                      C: a =
              (\overline{1}11):(001) = 47 27
                                                                  (10.1.1):(010) = 86
                                                                                               4
                                                        :b=
  : c =
               (\overline{2}21):(100) = 52 \ 45
                                                                 (10.1.1):(001) = 83 \ 35\frac{1}{9}
v: a =
                                                        : c =
                                                                    (\overline{2}11):(100) = 45 \ 25
             (\overline{2}21):(010) = 54 14
  : b =
                                                      o: a =
              (\overline{2}21):(001) = 72 \ 37\frac{1}{3}
                                                        : b =
                                                                    (\overline{2}11):(010) = 70 11
  : c =
               (\overline{3}31):(100) = 45 38
                                                                    (\overline{2}11):(001) = 69 \ 44\frac{1}{2}
q: a =
                                                       : c =
              (\overline{3}31):(010) = 52 \ 40
  : b =
                                                                    (231):(100) = 45 47
                                                      r:a=
              (\overline{3}31):(001) = 83 37
                                                                    (231):(010) = 52 \ 23\frac{1}{2}
                                                        : b =
  : c =
              (\overline{6}61):(100) = 39 40
                                                                    (231):(001) = 53 37
a:a=
                                                      : c =
              (\overline{6}61):(010) = 52 24
                                                                    (\bar{3}11):(\bar{1}00) = 31\ 23
                                                      \Theta: a =
  : b =
              (\overline{6}61):(001) = 95
                                                                    (\overline{3}11):(010) = 75 39
  : c =
                                         51
                                                        : b =
              (232):(100) = 49 13
                                                                    (\overline{3}11):(001) = 82 12
\eta: a =
                                                        : c =
                                                                    (\overline{4}11):(\overline{1}00) = 23 \ 33
              (232):(010) = 61 30
  : b =
                                                      B:a=
              (232):(001) = 39
                                                                    (\bar{4}11):(\bar{0}10) = 79 02
  : c =
                                       0\frac{1}{9}
                                                        :b=
              (121):(100) = 5259
                                                                    (\overline{4}11):(001) = 89 11
e: a =
                                                        : c =
              (121):(010) = 54 06
                                                                    (\overline{4}12):(\overline{1}00) = 42 \ 45
  :b=
                                                        : a =
              (121):(001) = 44 \ 19\frac{1}{9}
                                                                    (\overline{4}12):(010) = 79 47
                                                        : b =
  : c =
              (131):(100) = 59 48
                                                                    (\overline{4}12):(001) = 68 \ 46
\omega: a =
                                                        : c =
              (131):(010) = 42 40
                                                                    (241):(100) = 52
   : b =
                                                       e:a=
              (131):(001) = 53 10
                                                                    (241):(010) = 44 14
  : c =
                                                        :b=
              (141):(100) = 65 01
                                                                    (241):(001) = 58 \ 36\frac{1}{9}
n: a =
                                                        : c =
                                                                    (\overline{2}31):(\overline{1}00) = 59 33
  :b=
              (141):(010) = 34 38
                                                       \varepsilon: a =
              (141):(001) = 59 50
                                                        : b =
                                                                     (\overline{2}31):(010) = 42 47
  : c =
              (\overline{2}32):(\overline{1}00) = 73 \ 42
                                                                     (\overline{2}31):(001) = 75 \ 31\frac{1}{3}
 r: a =
                                                        : c =
              (\overline{2}32):(010) = 52 47
                                                                     (\overline{2}41):(\overline{1}00) = 64 \ 49\frac{1}{2}
  : b =
                                                      Q: a =
              (\overline{2}32):(001) = 52 49
                                                        :b=
                                                                     (\overline{2}41):(010) = 34 \ 46
  : c =
              (\overline{1}21):(\overline{1}00) = 75 \ 42
                                                                     (\overline{2}41):(001) = 77 55
d:a =
                                                        : c =
              (\overline{1}21):(010) = 44 41
                                                                     (\overline{3}21):(100) = 38 \ 19
   :b=
                                                      \gamma: a =
               (\overline{1}21):(001) = 57 \ 48\frac{1}{9}
                                                                     (\overline{3}21):(010) = 62 55
                                                       :b=
  : c =
               (\overline{1}31):(\overline{1}00) = 78 \ 51
                                                                     (\overline{3}21):(001) = 82\ 50
x:a=
                                                        : c =
               (\overline{1}31):(010) = 33 24
                                                                     (\overline{7}21):(\overline{1}00) = 16 56
  :b=
               (\overline{1}31):(001) = 65 21
                                                                     (\overline{7}21):(010) = 77 39
   : c =
               (522):(100) = 27 03
                                                                     (\overline{7}21):(001) = 81 \ 43
\boldsymbol{v}: a =
               (522):(010) = 77 30
                                                                     (142):(100) = 63 22
   : b =
                                                      p:a=
              (522):(001) = 43 02
                                                                     (142):(010) = 48 58
   : c =
                                                         : b =
               (311):(100) = 23 38
                                                                     (142):(001) = 42 54
k: a =
                                                         : c =
               (311):(010) = 79
                                                                    (\overline{2}63):(\overline{1}00) = 84 \ 16
  :b=
                                        0
                                                       \mathfrak{b}:a=
```

Der Colemanit wurde wiederholt gemessen; das hier mitgeteilte Achsenverhältnis ist das von A. W. Jackson (Bulletin of the California Academy of Sci. January 1885 u. 1886). Die von anderen Autoren gefundenen, aber nicht von Jackson beobachteten Formen sind auf die von Jackson angegebenen Elemente umgerechnet worden. Die Buchstabenbezeichnung ist die von A. S. Eakle s. u. Weitere Messungen wurden von folgenden Autoren ausgeführt:

TH. HIORTDAHL (GROTHS Ztschr. 1885, 10, 25):

$$a:b:c=0.7747:1:0.5418; \beta=110^{\circ}13'.$$

C. Bodewig und G. v. Rath (Ebenda 1885, 10, 179):

$$a : b : c = 0.7769 : 1 : 0.5416 \, ; \quad \beta = 110^{\circ} \, 16\frac{2}{3}'.$$

A. Arzruni (Ebenda 1885, 10, 273) berechnet kein neues Achsenverhältnis, sondern schließt seine Berechnungen den von Hiortdahl angegebenen Werten an.

A. S. EAKLE (Bull. Dep. Geol. Univ. California 1902, 3, 31; Ref. Groths Ztschr. 1904, 38, 691) berechnet:

$$a:b:c = 0.7768:1:0.5430; \quad \beta = 110^{\circ} 7';$$

ferner die Konstanten für die Messung am zweikreisigen Goniometer:

$$p_0 = 0.6989$$
; $q_0 = 0.5098$, $e = 0.3439$, $\mu = 69^{\circ} 53'$.

V. M. GOLDSCHMIDT gibt an:

$$a:b:c = 0.7755:1:0.5415; \quad \beta = 110^{\circ} 13'.$$

 $p_0 = 0.6983; \quad q_0 = 0.5081; \quad \mu = 69^{\circ} 47'$

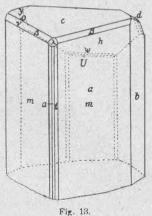
Atlas der Kristallformen 2 (Text), 176).

Außerdem hat BAUMHAUER (GROTHS Ztschr. 1899, 30, 97) gelegentlich seiner Untersuchung über die Ätzfiguren des Colemanits noch

Messungen an diesem Mineral ausgeführt, ohne ein Achsenverhältnis aufzustellen. Aus seinen Messungen ging hervor, daß im allgemeinen die Spaltfläche (010) genauer orientiert ist als die Fläche (010). Aus der Symmetrie und der Verteilung der von BAUMHAUER beobachteten Ätzfiguren müßte man den Colemanit eigentlich in die asymmetrische Kristallklasse einreihen; über die näheren Gründe, warum dies Baum-HAUER nicht tut, siehe unten bei "Ätzfiguren".

A. S. EAKLE glaubte in Los Angeles Co. ein mit Colemanit zwar identisch zusammengesetztes, sich von ihm aber kristallographisch und optisch unterscheidendes Mineral gefunden zu haben, das er Neocolemanit nannte und als eine dimorphe Modifikation von ienem ansah (Univ. of California Publ. 1911, 6, 179). A. HUTCHINSON wies dann die Identität der beiden Mineralien nach (Mineral. Mag. 1912, 16 Nr. 75, 239). Durch eine Drehung der Neocolemanitkristalle um 1800 um die Normale zur Ebene der Spaltbarkeit fallen nämlich dann die Ebenen der optischen Achsen zusammen, ebenso die neuen Formen des N. $\{221\}$, $\{231\}$, $\{241\}$, $\{\overline{2}23\}$, $\{\overline{2}63\}$, $\{66\overline{1}\}$ und $\{230\}$ mit denen des Colemanits: $\{\overline{1}11\}, \{\overline{2}32\}, \{\overline{1}21\}, \{111\}, \{131\}, \overline{3}31\}$ und $\{\overline{2}31\}$. Aus diesem Grunde sind auch die Formen des Neocolemanits mit denen des C. in der Winkeltabelle vereinigt. Der Name Neocolemanit und die für das Mineral neu aufgestellten Achsenverhältnisse sind daher unnötig.

Habitus. Nach EAKLE sind unter den Kristallen vier typische Habiten zu unterscheiden. Habitus 1 ist charakterisiert durch starkes





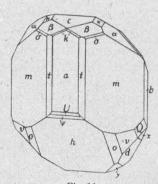
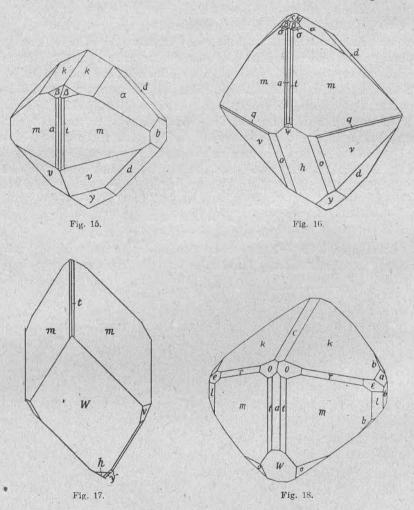


Fig. 14.

Vorherrschen von e und h. Das Prisma m ist lang ausgebildet, die Pyramide β tritt in der Regel nur als schmale Abstumpfung auf. Sonstige Pyramiden sind mit kleinen Flächen auf die äußersten rechten bzw. linken Kanten beschränkt. Klinodomen κ und α fehlen häufig. Das Orthopinakoid {100} ist selten, aber wenn vorkommend, so breit wie h; {100} ist hingegen schmal. b kommt nur als Spaltfläche vor. Fig. 13 und Fig. 14 zeigen einen Übergang zu Habitus 2.

Habitus 2. Bei diesem häufigsten Habitus sind wohlentwickelt die Klinodomen und seltenere Pyramiden. Die Kristalle sind charakteristisch zugespitzt an den Enden der Orthoachse, jedoch mit kleinen, natürlichen Abstumpfungen von b versehen. Fig. 15.

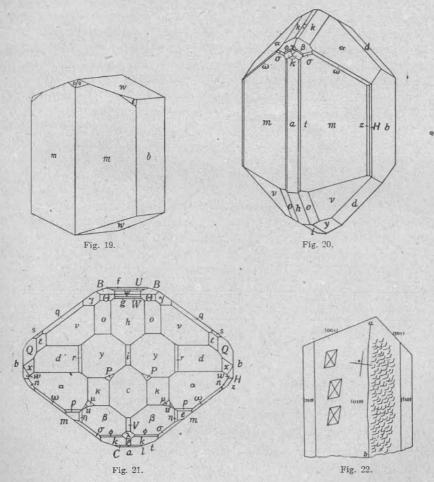
Habitus 3 zeigt starkes Vorherrschen des primären Prismas m und des Orthodomas h. Hierdurch erhalten die Kristalle ein abgeflachtes



Aussehen und eine Zuspitzung an den Enden der Vertikalachse. c, k, σ und β immer schmal und klein. Fig. 16.

Habitus 4 zeigt wesentlich m und W in gleicher Ausbildung, wodurch ein keilförmiges Aussehen bedingt ist. Die Oberfläche von W ist gerundet und geht vielleicht in $\{\overline{4}01\}$ oder $\{\overline{6}01\}$ über. W ist an Kristallen anderer Habiten nur zweimal gefunden worden. Fig. 17.

Eine Abart des 2. Habitus würde dann das "Neocolemanit"-Vorkommen darstellen mit vorwiegender Ausbildung von m und \varkappa , Fig. 18; als Habitus 5 endlich müßte man die eigentümliche Ausbildung der Fig. 19 bezeichnen, mit großer Entwicklung der sonst so seltenen b-Fläche, und w als fast alleinige Endigung. Fig. 17. Fig. 20 stellt eine Kombination eines flächenreichen Kristalles dar, Fig. 21 die Kopfprojektion eines sehr flächenreichen Kristalles, beide letztere von gemischten Typen. Alle Figuren nach Eakle.



Dichte: 2.428 nach Evans (Bull. of the Calif. Academy of Sci., February 1884).

2.39 nach Hanks (Report on the Borax Deposits of California and Nevada (Third Ann. Rep. of the State Min.) 1883. Ref. bei Bodewig und G. v. Rath).

2.417 nach C. Bodewig und v. Rath.

2.423 bei 13° C., "Neocolemanit". EAKLE.

Spaltbar nach {010} vollkommen und deutlich nach {001}.

Härte des derben Minerals 3.5, des kristallisierten 4.5; Evans. 3.5—4 Hanks. 4—5 C. Bodewig und G. v. Rath.

Optische Eigenschaften. Farblose, wasserhelle Kristalle. Glasbis Diamantglanz. Strich weiß.

Die Ebene der optischen Achsen steht senkrecht zur Symmetrieebene. Die Achsenebene ist gegen die a-Achse nach Hiortdahl $26^{\circ}\,25'$ für Na-Licht im stumpfen Winkel β geneigt, $27^{\circ}\,35'$ nach Bodewig und v. Rath. Die Symmetrieachse ist die stumpfe Bisektrix. $2\,E_a=95^{\circ}\,1'$ für Gelb gemessen an einer \perp zur 1. Mittellinie geschliffenen Platte. In Cassiaöl für Gelb $2\,H_a=55^{\circ}\,18',\ 2\,H_0=124^{\circ}\,29'.$ Daraus berechnet sich als wahrer Achsenwinkel $2\,V_a=55^{\circ}\,21'$ und mittlerer Brechungsexponent $\beta=1\cdot5876$. Hiortdahl.

An einer Spaltungsplatte nach $\{010\}$ wurde in Cassiaöl gemessen von Bodewig und v. Rath $2H_0=122^0$ 45′ für Na-Licht.

• An einer Platte \perp zur 1. Bisektrix wurde gemessen $2H_a=54^{\circ}\,48'$ in Cassiaöl, $2E=95^{\circ}\,15'$ in Luft, woraus sich berechnet:

$$2 V_a = 55^{\circ} 20'$$
 und $\beta = 1.5910$.

e > v. Der optische Charakter der ersten Mittellinie ist positiv. Die Dispersion der Achsen ist sehr gering, so daß man für Rot fast dieselben Werte wie für Gelb bekommt.

An einer nachpolierten Spaltungsplatte bestimmte A. Mülheims (Groths Ztschr. 1888, 14, 230) folgende Brechungsindices:

FRAUENH. Linie	n_{α}	n_{eta}	n_{γ}	2 V berechnet
В	1.58230	1.58807	1 • 60978	55° 9′
C	1.58345	1.58922	1.61100	55 4.5
D	1.58626	1.59202	1 - 61398	54 52
E	1.58952	1.59531	1.61762	54 38
b ₂₇	1.59017	1.59601	1.61836	54 43
\overline{F}	1.59214	1.59810	1.62044	54 25

Arzruni bestimmte an einem natürlichen Prisma $\{110\}$ mit 72^{0} 3' brechender Kante n = 1.5823 und n = 1.5932 in Na-Licht.

Eakle bestimmte am "Neocolemanit":

$$\alpha = 1.58185$$
; $\beta = 1.58746$; $\gamma = 1.60984$ (Na-Licht).

Daraus $2V = 54^{\circ} 36'$, 2E direkt gemessen = $95^{\circ} 22'$, $2V = 55^{\circ} 32'$.

Chemisches Verhalten: Schmilzt vor dem Lötrohr unvollständig unter Aufblähen und Dekrepitieren. Mit Flußspat oder Bisulfat erhitzt, färbt er die Flamme grün.

In heißer Salz- oder Salpetersäure löslich, beim Abkühlen scheiden sich Flocken von Borsäure ab; das Filtrat gibt mit Ammoniak und Ammonoxalat eine weiße Fällung.

Sehr genau wurden die Ätzfiguren des Colemanits von H. BaumHauer studiert (Groths Ztschr. 1899, 30, 97). Zum Ätzen wurde
stark verdünnte Salzsäure verwendet (10 g Wasser mit 1—12 Tropfen
wäßriger Säure vom spez. Gew. 1·19) und 6—3 Minuten lang geätzt.
Auf {010} wurden drei Arten von Ätzfiguren beobachtet: α-Figuren,
seichte, daher hell aussehende, vierflächige rhomboidale Figuren, im
allgemeinen der monoklinen Symmetrie entsprechend. Die längeren
Kanten der Rhomboide gehen hier nahezu einer Auslöschungsrichtung
parallel, während die kürzeren, gegen jene 72° geneigt, annähernd der
Kante (010):(001) parallel gehen. Häufig finden sich aber außer diesen
Figuren noch Ungleichheiten in der Struktur der Fläche (010), indem
eine ungefähr der ε-Achse parallele nicht ganz gerade Linie eine Zone
gehäufter, aber weniger deutlicher Ätzeindrücke, eine Art Täfelung, abgrenzt, die bis in die Nähe der Kanten (010):(110) und (010):(201),
jedoch ohne scharfe Begrenzung, reicht. Fig. 22.

Die β -Figuren zeigen gleichfalls rhomboidischen Umriß, sind aber tiefer mit steileren Randflächen gegen (010) und erscheinen daher dunkler. Sie haben eine Abstumpfungsfläche parallel (010) von wechselnder Größe; bei stark abgeblendetem Lichte bemerkt man auf dieser Abstumpfungsfläche eine zarte schrägliegende Ellipse. Die der c-Achse angenähert parallele Begrenzungslinie der β -Figuren ist bei Anwendung sehr verdünnter Säure länger als die andere, welche aber mit stärkerer Säurekonzentration wächst; auch der spitze Winkel der beiden Kanten wird mit zunehmender Säurekonzentration größer, indem sich die Seite a (vgl. Fig. 24) mehr der Richtung der Vertikalen (4, 5, 6) nähert. Die tiefsten Eindrücke sind meist nach der Seite b gestreckt. Der Umriß der inneren abstumpfenden (010)-Fläche geht nicht immer mit dem äußeren der ganzen Figur parallel (5 und 6). Fig. 23.

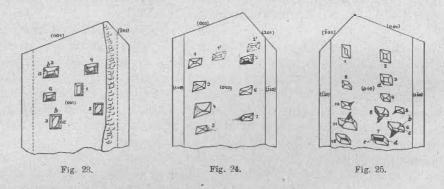
Die γ-Figuren treten meist vorherrschend auf; sie besitzen bei nicht ganz einheitlicher Art der Ausbildung insgesamt keine zu (010) senkrechte, zweizählige Deckachse mehr, widersprechen also ihrer Form nach der monoklin holoedrischen Symmetrie. Sie sind im einfachsten Falle trapezförmig (1-3), die vertieften Kanten oft gekrümmt, oft läuft auch der Ätzeindruck von der kürzesten Seite her in einen schlauchartigen Fortsatz aus (5), der als kurze angehängte Spitze erscheinen, oder die ursprünglich trapezförmige Figur an Länge übertreffen kann. Fig. 25.

Vereinzelt und in Gruppen finden sich ferner Eindrücke, die gegen die gewöhnliche Stellung um 180° in der (010) Ebene gedreht erscheinen (2, 6 und 7 in Fig. 24). Diese um 180° gedrehten Ätzfiguren nehmen manchmal deutlich den der Kante (010):(110) benachbarten Teil der (010) Fläche ein, während Figuren der anderen Stellung den an (010):(110) gelegenen Teil von (010) bedecken. Eine scharfe Grenzlinie),

wie man sie als Zwillingsgrenze bei Ätzfiguren an Nephelin oder Dolomit beobachtet, tritt hier jedoch nicht auf. Auf der parallelen (010)-Seite liegen dabei die Ätzfiguren in den beiden beschriebenen Teilen wieder gegeneinander um 180° gedreht, wie dasselbe von Beckenkamp an Platten von Aragonit parallel (001) beobachtet wurde.

Die genaue Untersuchung der Verteilung der γ -Figuren an mehreren Spaltplatten nach $\{010\}$ je nach ihrer Stellung (und Symmetriegrad) stellt sich so dar, als ob durch die Kanten $(110):(\overline{110})$ und $(\overline{110}):(\overline{110})$ eine Grenze ginge, welche den Kristall in zwei nach (010) zueinander symmetrische Hälften teilte, von denen jede wieder in je zwei gegeneinander um 180° gedrehte Teile zerfiele. Dabei scheinen sich die Ätzfiguren von Platten, die der Mitte des Kristalles entnommen sind, nach ihrer Stellung zu mischen, nach außen hin aber immer mehr in einer Stellung aufzutreten.

Unter Berücksichtigung des Umstandes, daß die γ -Figuren auf beiden Seiten einer Spaltplatte nach $\{010\}$ gegeneinander um 180° ge-



dreht erscheinen, würde aus diesen Figuren für den Colemanit das trikline Kristallsystem zu folgern sein. Eine mit verschieden orientierten Eindrücken bedeckte Platte wäre als Zwilling aufzufassen mit der Normalen von (010) als Zwillingsachse. Zwei derartige Zwillinge wären dann in einem Kristall nach der Fläche (010) (Albitgesetz!) symmetrisch verbunden, wobei die Verwachsungsfläche durch die Kanten (110):(110) und (110:110) ginge. Doch nimmt Baumhauer an, daß die Colemanitkristalle trotz dieser geringen Ätzfigurensymmetrie monoklin prismatisch sind. Denn: 1. treten neben den asymmetrischen Ätzfiguren auch monosymmetrische auf, aus welchen sich die weniger symmetrischen wahrscheinlich entwickelt haben. 2. verhalten sich die asymmetrischen Ätzfiguren insofern anormal, als ihre vertieften Kanten häufig gekrümmt sind und jene schlauchförmigen Fortsätze zeigen; 3. sind die Ätzfiguren verschiedener Stellung auf (010) nicht durch scharfe Zwillingsgrenzen getrennt, wie man solche auf geätzten Spaltplatten von Dolomit auf {1011} oder von Nephelin auf {1010} findet; 4. hat die

optische Prüfung des Colemanits kein Anzeichen für die Zugehörigkeit zum triklinen System erwiesen.

Theoretisch interessant ist ferner die Beobachtung, daß die Verteilung der Ätzfiguren auf der einen Platte das vollkommene Spiegelbild derjenigen auf der anderen durch eine und dieselbe Spaltung entstandenen Platte ist. Diese Tatsache führt Baumhauer zu dem Schluß, daß die Kristalle nicht homogen in dem Sinne sind, daß sie überall einem in gleicher Richtung und mit gleicher Stärke wirkenden chemischen Angriffe den gleichen Widerstand entgegensetzen; im Gegenteil gibt es darin zahlreiche unregelmäßig verteilte Punkte, wo dieser Widerstand geringer ist als in der Umgebung, wie sich in der Bildung der Ätzeindrücke zu erkennen gibt. Andererseits besitzt der Kristall an diesen Stellen dennoch eine gesetzmäßige Struktur, welche sich in der Form der Ätzfiguren ausprägt.

Fällt einmal ein solcher Punkt geringerer Widerstandsfähigkeit ausnahmsweise gänzlich in die eine Fläche, so bleibt natürlich der entsprechende Ätzeindruck auf der anderen Platte aus, ein Fall, der ge-

legentlich auch beobachtet wurde.

Colemanit wurde künstlich von van't Hoff dargestellt. Seine Bildung beruht darauf, daß Boronatrocalcit bei höherer Temperatur als 60° in trigonalen Borax und je nach dem Einimpfen in verschieden zusammengesetzte Calciumborate zerfallt, wovon besonders (CaO), (B2O2), ·7 H2O in Colemanit überführbar ist. Die am meisten geeignete Temperatur für die Colemanitbildung aus Boronatrocalcit ist bei Gegenwart von gesättigter Chlornatriumlösung bei etwa 70°. 140 g Wasser, 50 g Chlornatrium · (was den Zerfall des Boronatrocalcits erleichtert). 4 g Boronatrocalcit und 0.4 g Borsäure, um der Bildung von Pandermit vorzubeugen, wurden mit 0.5 g künstlichem Colemanit geimpft und 8 Tage in Porzellanflaschen erhitzt. Nach dieser Zeit ist die Umwandlung quantitativ erfolgt. Das spez. Gew. ist mit dem des natürlichen identisch 2.42 bei 14° gegen Wasser derselben Temperatur. Er enthielt 27.2°/ CaO und 50·3 % B₂O₃ (Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1906, 692). Statt Boronatrocalcit kann dessen Tetrahydrat mit Vorteil verwendet werden. Im übrigen gehört Colemanit zu den Mineralien, die sich bei 25° bilden können, wenngleich für die künstliche Darstellung eine höhere Temperatur wegen des rascheren Verlaufes vorteilhaft ist.

In der Natur soll sich nach Evans der Colemanit aus Boronatrocalcit gebildet haben. W. Foshag (The American Mineralogist 1918, 3, 35) hält die von van't Hoff angegebene Synthese auch für die wahrscheinlich natürliche Bildungsweise, da in der Nähe der "Laug"-Lager alkalihaltige (ClNa und Na₂CO₃) Wässer und Boronatrocalcit vorkommen.

Historisches. H.G. HANKS teilte 1883 in seinem Rep. on the Borax Deposits usw. (l. c.) eine von Th. Price ausgeführte Analyse mit (vgl. unten), die sich auf eine kristallinische Varietät des Priceits bezieht. "Da indes das neue Vorkommen gewisse Verschiedenheiten von Priceit darbietet, so dürfte

sich ein besonderer Name zur Unterscheidung von dem weichen kreideähnlichen Minerale von Süd Oregon und S. Bernardino Co. empfehlen."
Das neue kristallisierte Mineral wurde dann nach Herrn William
T. Coleman in Francisco, einem der Begründer der Boraxindustrie der
pazifischen Staaten, genannt. Die erste wissenschaftliche Beschreibung
legte Evans im Februar 1884 der California Academy of Sciences vor,
worauf dann im nächsten Jahre die eingehenden Arbeiten von Jackson.
Hiortdahl usw. folgten.

Vorkommen. Colemanit findet sich vorzugsweise in Californien in den Kalkborat- und Boraxlagern des Death Valley im Inyo Co., dann im Calico-Distrikt des San Bernardino Co., und fünf Meilen nordwestlich von Lang, im Los Angeles-Co. (Neocolemanit).

Im Death Vally kommen schöne Kristalldrusen eingewachsen in dichtem Priceit vor, zusammen mit kleinen Quarzkriställchen, die nach G. v. Rath dort die ältere Bildung darstellen. Die bedeutendste Mine der dortigen Gegend, die Lila C., wurde von H. S. Gate beschrieben (The Lila C. Borax Mine at Ryan, U. S. Min. Res. 1911, 861).

Die prachtvollen Kristalle vom Calico-Distrikt finden sich zusammen mit Cölestin. Der "Neocolemanit" findet sich in bis zu 6—10 Fuß mächtiger Schicht, abwechselnd mit schwarzen, kohlenstoffhaltigen Schiefern.

Ferner wurde Colemanit von H. BUTTGENBACH in den Boratzonen des Salzbeckens von "Salinas grandes" nachgewiesen, das unter 23" südl. Breite und 68° westl. Länge von Paris 3500 m hoch an der Grenze Boliviens und Chiles gelegen ist. Doch fanden sich dort keine ausgebildeten Kristalle (Bull. de la Soc. géol. de Belg. Lüttich 1900/01, 28, Mem. 99. Ref. Groths Ztschr. 1903, 37, 175).

Endlich wurde Colemanit von W. C. Morgan und M. C. Tallmon (Amer. Journ. Sci. 1904 (4) 18, 97) in einem fossilen Ei im Schotter des Gilaflusses in Arizona gefunden.

Analysen. I. Analyse von Price. Mitgeteilt im Report. usw. von Hanks, referiert von Th. Hiortdahl.

II. Analyse von Hiortdahl. Nach dem Entwässern Rückstand in Salzsäure gelöst, das Mg als Pyrophospat gefällt. Borsäure anscheinend aus dem Verlust berechnet.

III. Mittelzahlen der Analysen von Bodewig und G. v. Rath. Wasserbestimmung teils nach Sipöcz, teils durch Erhitzen bis zum Schmelzen. Zur Kalkbestimmung Substanz in viel Salzsäure gelöst, mit Ammoniak übersättigt und mit Ammonoxalat gefällt. Einmal die Substanz mit Fluorwasserstoff- und Schwefelsäure abgeraucht und Rückstand gewogen. Borsäure nach Stromeyer und Marignac bestimmt.

IV. Analyse von Evans. Borsäure aus der Differenz berechnet.

¹ Eine kurze Übersicht der geographischen und geologischen Verhältnisse dieser Gegend findet sich in der Arbeit Bodewics und G. v. Raths.

V. Analysen von J. Edward Whitffield (Amer. Journ. Sci. 1887, [3] 34, 281. Ref. Groths Ztschr. 1889, 15, 122). Direkte Bestimmungen der Borsäure nach Gooch (Amer. Chemic. Journ. 1887, 9, 23). A großer Kristall von Death Valley von gewöhnlichem Habitus. B kleine blättrige Kristalle von rhomboederartigem Habitus von m {110} und w { $\overline{3}$ 01}.

VI. Analyse von H. Ley bei H. Kraut (Ztschr. analyt. Chem. 1897,

36, 165.

VII. Analyse von W. C. Morgan und M. C. Tallmon des in einem fossilen Ei gefundenen Colemanits.

VIII. "Neocolemanit" von A. S. EAKLE.

IX. Theoretische Zusammensetzung von 2CaO·3B₂O₃·5H₂O.

Die Zusammensetzung des Colemanits als $2 \, \mathrm{CaO} \cdot 3 \, \mathrm{B}_2 \, \mathrm{O}_3 \cdot 5 \, \mathrm{H}_2 \, \mathrm{O}$ ist nicht immer unwidersprochen geblieben. So betrachtet ihn Hiortdahl als $3 \, \mathrm{CaO} \cdot 4 \, \mathrm{B}_2 \, \mathrm{O}_3 \cdot 7 \, \mathrm{H}_2 \, \mathrm{O}$ und Kenngott (N. Jahrb. 1885, 1, 241) gelangt durch kritische Vergleichung der bis Februar 1885 erschienenen Analysen des Colemanits, Priceits und Pandermits zu einem diesen Mineralien

Analysen.

	I	п	III	IV	A	V E	3		VI	VII	VIII	IX
B, O3	48.12	47.64	49.70	50.98	50.70	49.56	49.62	50.96		51.00	49.45	50.90
CaO	28.43	27.97	27.42	27.18	27.31	27.36	27.40	27.53	27.51; 27.59; 27.61	27.07	27.46	27.20
H ₂ O	22.20	22.79	22 - 26	21.84	21.87	22.66	22.70	21.70		22.01	22.48	21.90
SiO ₂	0.65	1.28		-	_	0.44	0.47			-		Care B
Al_2O_3 Fe_2O_3	0.60	0.19	_		-		1			-	-	_
Mg●	-	0.13	-	-	0.10	0.25	0.26			1 3 4	-	
Na ₂ O	-	-	-	-		_	-			-	-	-

gemeinsamen Verhältnis von $4\,\mathrm{CaO}:5\,\mathrm{B}_2\mathrm{O}_3$ und hält für die sichere Bestimmung des Wassergehaltes die vorliegenden Analysen für unzulänglich. Inzwischen haben aber zumal die Analysen von Whitteld und Kraut die Formel des Colemanits $\mathrm{Ca}_2\mathrm{B}_6\mathrm{O}_{11}\cdot5\,\mathrm{H}_2\mathrm{O}$ so weit festgestellt, daß für die Zusammensetzung dieses Minerals wohl kein Zweifel mehr besteht.

6. Meyerhofferit Ca₂B₆O₁₁·7H₂O.

Triklin: a:b:c=0.7923:1:0.7750.

 $\alpha = 89^{\circ} 32'; \quad \beta = 78^{\circ} 19'; \quad \gamma = 86^{\circ} 52'.$

Unter den 27 beobachteten Formen sind die häufigsten:

 $b\ (010); \quad a\ \{100\}, \quad m\ \{110\} \quad M\{1\overline{1}0\} \quad t\{101\}, \quad y\{\overline{1}01\} \quad p\{111\}.$

Weniger häufig sind:

$$e\{001\}$$
 $n\{520\}$ $v\{3\overline{5}0\}$ $w\{4\overline{3}0\}$ $h\{310\}$.

Habitus prismatisch parallel der c-Achse, oft tafelig parallel a [100]. Im derben Stück faserig. Fig. 26, Kopfprojektion.

Dichte= 2.120.

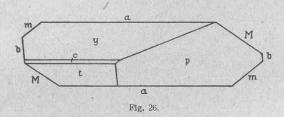
Härte = 2. Vollkommen spaltbar nach $b \{010\}$.

Farblos. Wenn frisch durchscheinend, Glas bis Seidenglanz; wird an der Luft weiß und opak. Auslöschungsschiefe 33 auf {01 }, 25 auf {100}. Optisch negativ. Brechungsindices für Na-Licht:

$$\alpha = 1.500$$
; $\beta = 1.535$; $\gamma = 1.560$.

Schmilzt vor dem Lötrohr leicht zu opakem Email, dekrepitiert und bläht sich dabei auf; grüne Flammenfärbung. Schmilzt auch im Kölbehen und gibt reichlich Wasser ab. Löslich in Säuren.

Von van't Hoff und Meyerhoffer (Ann. Chem. 1907, **351**, 100) künstlich dargestellt aus CaB₂O₄·6H₂O. Dieses von Ditte (Ann. Chim. Phys. 1883 [5] **30**, 248) als Heptahydrat beschriebene Hexahydrat wird wie folgt dargestellt: 12·4 g Borsäure, 11·4 g Kaliumhydroxyd und 11 g Chlorcalcium werden in je 100 ccm Wasser gelöst. 10 ccm der Chlorcalciumlösung werden der Kalilauge zugesetzt und von dem Calciumcarbonat enthaltenden Niederschlag abgesaugt; dann wird die übrige



Calciumlösung zugegeben. Von dieser Kalkmilch wird der warmen Borsäurelösung so viel zugegeben, daß eine bleibende Trübung entsteht, dann wird filtriert. Die Hauptmenge der Kalkmilch wird mit Hexahydrat geimpft und ihr unter Umschütteln die teilweise neutralisierte Borsäurelösung, je 10 ccm pro Minute zugesetzt.

25 g des so hergestellten Hexahydrats werden mit einer Lösung von 8.6 g Borsäure in 150 ccm Wasser auf $100^{\rm o}$ erwärmt, wodurch ein Nonohydrat ${\rm Ca_2B_6O_{11}\cdot 9H_2O}$ entsteht, das beim Erhitzen mit $3^{\rm o}/_{\rm o}$ iger Borsäurelösung das mit Meyerhofferit identische Heptahydrat ${\rm Ca_2B_6O_{11}}$ liefert.

Desgleichen entsteht das Heptahydrat bei Behandlung von Boronatrocalcit mit Wasser bei 90°. van't Hoff (Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1906, 689). Wurde als Umwandlungsprodukt von Inyoit zusammen mit Colemanit von W. T. Schaller gefunden in einem Versuchschacht im

Mt. Blancodistrikt, am Furnace Creek bei Death Valley, Inyo Co., Californien und nach W. Meyerhoffer benannt.

Analysen.

	I	II
B_2O_7	46.40	(45 • 6)
CaO	25.45	25.6
H_2O_3	28.76	28.8

- 1. Ergebnis von drei Partialanalysen an faserigem Material.
- II. Farbloser, durchsichtiger Kristall.

Priv.-Notiz von W. T. Schaller in Danas Syst. of Mineralogy, Appendix 1915, III, 37.

7. Inyoit. Ca2B6011 13 H2O.

Monoklin prismatisch:

$$a:b:c=0.9408:1:0.6665; \quad \beta=117^{\circ}\ 23'.$$

Beobachtete Formen:

$$c \{001\}; b \{010\}; m \{110\}; o \{111\}.$$

$$e: m = (001): (110) = 69^{\circ} 20'$$

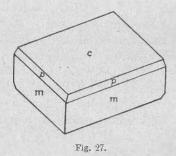
$$m: m = (110\}: (1\overline{10}) = 79 \quad 45$$

$$m: o = (110): (111) = 36 \quad 15.$$

Habitus tafelig nach c. Fig. 27.

Dichte = 1.875.

Härte = 2. Deutlich spaltbar nach c, unregelmäßiger Bruch, spröde. Die Ebene der optischen Achsen ist parallel zu $\{010\}$, spitze



Bisektrix gegen c geneigt. Farblos mit Glasglanz; frisches Material durchscheinend.

Brechungsindices: $\alpha = 1.495$; $\beta = 1.50$; $\gamma = 1.520$.

Inyoit wandelt sich zu faserigem Meyerhofferit um; infolgedessen sind die geometrischen und optischen Eigenschaften nur mit einiger Annäherung festzustellen.

Vor dem Lötrohr dekrepitierend und unter Aufblähen schmelzend; grüne Flammenfärbung. Im Kölbehen erhitzt, wird reichlich Wasser abgegeben. Leicht löslich in Säuren.

Inyoit wurde von W. T. SCHALLER in einem Versuchsschacht im Mt. Blancodistrikt, am Furnace Creek nahe Death Valley, Inyo Co., in Californien gefunden. Der Name leitet sich vom Fundort ab. Er kommt zusammen mit Colemanit vor.

Die Zusammensetzung ist 2 CaO·3 B₂O₃·13 H₂O.

	Gefunde	n	Berechne		
CaO	20.5		20.2		
B_2O_3	[37.2]	(aus dem	Verlust ber.) 37.8		
H ₂ O	42.3		42.0		

Priv.-Notiz von W. T. Schaller in Danas System of Mineralogy, Appendix 1915, III, 41.

Eine ausführliche Beschreibung soll erfolgen in U. S. Geol. Soc. Bull. 610.

8. Franklandit. $Na_4Ca_2B_{12}O_{22} \cdot 15H_2O$.

J. E. Reynolds (Short. Rep. Chem. Lab. Trinity Coll. Dublin Nr. 2) betrachtet die bis 1877 analysierten Natronkalkborate aus der peruanischen Provinz Tarapacá zum Teil als Gemenge von Boronatrocalcit (Ulexit) mit natronreicheren Verbindungen, und glaubt in dem Franklandit ein reines derartiges Natronkalkborat gefunden zu haben. Dasselbe bestand aus verfilzten weißen Massen feinfaserigen Gefüges, dessen Fasern unter dem Mikroskop den Eindruck von Einheitlichkeit machten. Die Dichte des Minerales ist 1.65, seine Härte 1. Es ist wenig löslich in Wasser, jedoch leicht in verdünnter Salz- oder Salpetersäure.

Nach dem Ausziehen kleiner Mengen von beigemengtem Chlornatrium und Gips durch kaltes Wasser ergab die Analyse eine Zusammensetzung, in der das Verhältnis von Kalk zu Natron 1:1·85, also nahezu 1:2 ist, während es im Ulexit 1:1 ist. Der Borsäuregehalt der Analyse Nr. 1 ist aus der Differenz berechnet und stimmt mit einer direkten Borbestimmung schlecht überein; Analyse Nr. 1—3 von Reynolds.

VAN'T HOFF (Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1907, 301) hat nach vergeblichen Versuchen zur künstlichen Darstellung des Franklandits Proben des Originalminerals von Reynolds analysiert, und fand dabei Werte, die sich von denen Reynolds ziemlich entfernten, dagegen sehr nahe denen der theoretischen Zusammensetzung des Boronatrocalcits waren.

Er betrachtet daher den Franklandit nur als einen verunreinigten Boronatrocalcit. Analyse Nr. 4.

Nach einer Privatmitteilung von Reynolds an van't Hoff hat ersterer noch weitere Analysen ausgeführt, die ein Verhältnis von Kalk zu Natron = 1:1.6 ergaben. Er schließt daraus, daß dieser Analyse ein aus Boronatrocalcit und Franklandit gemischtes Material zugrunde liegt. Analyse Nr. 5.

Die Existenz des Franklandits ist also zum mindesten zweifelhaft, da abschließende Untersuchungen noch fehlen.

	Be ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	H ₂ O		ClNa, ClK	Gips
1.	(43 • 76)	12.10	12.37	27.92		2.41	1.44
2.	41.81		/				
3.		11.94	-	27.66			
4.	43.9	13.3	8.2	34.6	nach Abzug von	4.1% Verunre	einigungen.
5.			10.22				-
	45.3	12.1	13.4	29.2	für (Na,O),(CaB),	$(B_2O_3)_6 \cdot 15 H_2O$	Franklandit.
6.	43.1	13.8	7.6	35.5	$\begin{array}{l} {\rm f\ddot{u}r~(Na_2O)_2(CaB)_2} \\ {\rm f\ddot{u}r~(Na_2O)(CaO)(I} \end{array}$	B,O,), 16 H,O B	oronatrocalcit.

9. Hydroboracit. $CaMgB_6O_{11} \cdot 6H_2O$.

Nach Des Cloizeaux (Man. 1874, II, 14) wahrscheinlich monoklin; ausgebildete Kristalle sind nicht bekannt.

Vom Entdecker H. Hess (Poggendorffs Ann. 1834, 31, 49 und v. Wörth und H. Hess, Schrift d. k. Ges. für Min. St. Petersburg 1, 1. Abt., 35) als nadelförmige, sechsseitige Prismen, hauptsächlich aber als Massen von verworren faseriger Textur beschrieben. Härte zwischen Gips und Calcit.

Feine Nadeln (E. Erdmann, Chemie u. Industrie der Kalisalze, Berlin 1907, 12). Feinfaserige Massen. Die einzelnen Lamellen scheinen parallel der Symmetrieebene eines Prismas von rhombischem Querschnitt mit dem ebenen Winkel von 50—58° abgeplattet zu sein.

Leicht mit dem Nagel zu zerdrücken.

Härte = 2. Des Cloizeaux.

Dichte = 1.9 Hess. 1.9—2.08 Wörth und Hess. 2.168 Erdmann.

Farbe weiß, durch beigemengtes Eisenoxyd manchmal rötlich.

Glasglanz, durchscheinend, in sehr feinen Lamellen durchsichtig. Optisch zweiachsig. Manche der feinen Lamellen zeigen im konvergenten Licht dunkle Hyperbeln in einem System von Ringen; die Ebene der optischen Achsen ist parallel der Symmetrieebene und die eine der Mittellinien ziemlich stark gegen die Vertikalrichtung der

Primitivform geneigt. Damit stimmt auch die schiefe Maximalauslöschung der Fasern. Des Cloizeaux (Bestimmung an Material aus St. Petersburg).

Chemisches Verhalten: Fast unlöslich in Wasser (ERDMANN), etwas löslich (Hess), leicht löslich in Wasser (Des Cloizeaux) zu alkalischer Flüssigkeit. Leicht löslich in warmer Salz- oder Salpetersäure; bei mäßigem Verdünnen scheidet sich aus der sich abkühlenden Lösung Borsäure aus.

Beim Erhitzen im Kölbchen sauer reagierendes Wasser abgebend. Schmilzt unter leichter Grünfärbung der Flamme leicht zu einem farblosen durchscheinenden Glase, das beim Abkühlen sich nicht trübt.

Konnte von van't Hoff (Unters. ozean. Salzl. 1909, Heft II, 69) nicht künstlich dargestellt werden und wurde mangels geeigneten Materials von ihm auch nicht näher untersucht.

Vorkommen: Nach L. Loewe (Ztschr. prakt. Geol. 1903, 11, 331) findet es sich ausschließlich auf primärer Lagerstätte der Kalisalzlager.

Das Mineral wurde zuerst von H. Hess von einem Vorkommen aus dem Kaukasus, jedoch von nicht näher bekanntem Fundorte beschrieben und Hydroboracit genannt. Des Cloizeaux, der Proben desselben Vorkommens in Händen hatte, beschreibt sie als feinfaserige kristalline Massen, durchdrungen von kleinen, mit Ton angefüllten Hohlräumen.

LOTTNER (Ztschr. d. geol. Ges. 1865, 17, 430) erwähnt ein in dem oberen Teile des Staßfurter Steinsalzlagers aufgefundenes Mineral, das aus borsaurem Kalk und Magnesium besteht und in Zusammensetzung und physikalischen Eigenschaften dem Hydroboracit entspricht. Analysen sind nicht angegeben.

C. Ochsenius (Ztschr. d. geol. Ges. 1889, 41, 371) berichtet von den Salpeterlagern der Prov. Tarapacá in Chile, daß "Hydroboracit dicht neben den Alaunablagerungen gegraben wird". (Es scheint wahrscheinlich, daß es sich hier um eine Namensverwechselung handelt; Hydroboracit = Hydroborocalcit = Borocalcit?)

Nach Erdmann in Staßfurt in den alten preußischen Schächten früher gefunden an der Grenze der Anhydrit- und Polyhalitregion, mit Steinsalz verwachsen, später nicht wieder beobachtet.

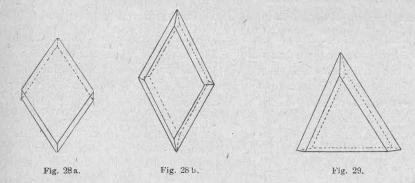
Analyse von H. Hess.

B_2O_3				49.22	50.7	
CaO	(+)	*5	:35	13.74	13.5	
MgO		*		10.71	9.7	Werte für $CaMgB_6O_{11} \cdot 6H_2O_{12}$
H,O			N.	26.33	26.1	

Larderellit. 187

10. Larderellit. $(NH_4)_2B_8\Phi_{13}\cdot 4H_20$.

Kristallographisch nur in mikroskopisch kleinen Kriställchen bekannt, von Des Cloizeaux als monoklin bezeichnet (Manuel de Minéralogie II, Paris 1874, 9), von G. d'Achiardi als wahrscheinlich rhombisch bestimmt (Annali della Università Toscana, Pisa 1900, 23, 1 und Rendic. R. Acc. Lincei, Roma 1900, 9 (II), 342. Ref. Groths Ztschr. 1902, 35, 519). Es handelt sich dabei um sehr kleine Täfelchen von rhombischem Querschnitt, die seitlich von den vier schmalen Flächen eines Prismas (Fig. 28a) oder den 8 Flächen zweier Prismen (Fig. 28b) begrenzt sind. Erstere Ausbildung hat offenbar Des Cloizeaux veranlaßt, den Larderellit für monoklin zu halten. Die Kombination der Fig. 28b kann natürlich auch betrachtet werden als die einer rhombischen Bipyramide mit einer Pinakoidfläche; doch konnte d'Achiardi die Entscheidung zwischen diesen beiden Möglichkeiten infolge der mikroskopischen Kleinheit der Kristalle nicht treffen, da hierbei sichere Winkelmessungen eben ausgeschlossen sind, und da ebenfalls nicht festgestellt



werden konnte, ob die Spaltebene, welche den Kristallen oft ein hemimorphes Aussehen gibt (Fig. 29) auf der großen Pinakoidfläche genau senkrecht steht oder nicht. Je nachdem diese Spaltfläche ein- oder zweimal angespalten ist und je nach ihrem Orte am Kristall entstehen drei-, vier-, fünf- oder sechsseitige Umrisse.

Der ebene Winkel der Begrenzungskanten der rhombenförmigen Pinakoidfläche beträgt nach den ältesten Messungen von G. B. Amici bei Bechi (Atti Acc. Georgofili. N. ser. 1858, vol. I, 128 und Am. Journ. Sci. 1854, 17, 129) 69° 54′, nach Des Cloizeaux 66—67°, nach den sehr zahlreichen Messungen von D'Achiardi 67° 58′.

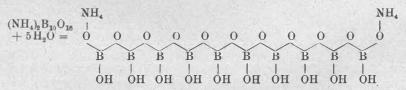
Optische Bestimmungen gelangen weder Des Cloizeaux, noch D'Achiardi, so daß eine Systembestimmung durch Beobachtung der Lage der Achsenebene oder der Achsendispersion nicht möglich ist; die von

beiden Autoren festgestellte Lage der Schwingungsrichtungen parallel den Diagonalen der großen Rhombenflächen, bringt gerade für die Frage des Kristallsystemes keine Entscheidung.

Der natürlich vorkommende Larderellit ist in reinstem Zustand ein schneeweißes Pulver das aus den beschriebenen Kriställchen besteht, häufig aber von etwas beigemengtem Eisenoxyd gelblich gefärbt, zum Teil auch durch ungleichmäßige Verteilung marmoriert ist. Von Fouque (bei DES CLOIZEAUX, l. c.) wurde seine Einheitlichkeit auf Grund analytischer Befunde bezweifelt, da sicherlich auch oft Gemenge mit Sassolin auftreten. Doch ist nach D'ACHIARDI seine Natur als einheitliches Mineral wenigstens stellenweise außer Frage. Larderellit schmilzt schon über der Weingeistflamme leicht unter Aufblähen und Verlust von Ammoniak. Er ist geschmacklos; wenig löslich in Wasser, die heiße, Lösung entwickelt Ammoniak. Aus der Lösung nicht mehr durch Umkristallisieren zurück zu erhalten. Nach Bechi kristallisiert aus der Lösung in heißem Wasser das Salz (NH₄)₂O·6B₂O₃·9H₂O. D'ACHIARDI erhielt ihn auch nicht aus einer ammoniakalischen Lösung von Borsäure, ebensowenig durch Einwirkung von Ammoniak und borsäurehaltiger Dämpfe aufeinander.

Larderellit findet sich im Gebiete der Soffionen Toscanas.

Analysen: Bechi hat zuerst das von ihm nach Herrn de Larderel, dem Begründer der toscanischen Borsäureindustrie, benannte Mineral analysiert und ihm die Formel (NH₄)₂B₈O₁₅+4H₂O gegeben. Von seinen Analysen ist nur eine (im Am. Journ. Sci. 1854, 17, 129) bekannt geworden; in einer späteren Abhandlung (Ebenda 1855, 19, 120) teilt er nur mit, daß ihn sorgfältige Analysen zu jener Formel geführt hätten, und gibt nur die theoretischen Werte für jene Formel an. In neuerer Zeit wurden nur von d'Achiardi zwei weitere Analysen ausgeführt, die diesen Autor zur Annahme der Formel



führten.

Diese Formel unterscheidet sich nur im Wassergehalt von dem von Rammelsberg (Poggendorffs Ann. 1855, 95, 199) beschriebenen (künstlichen) Ammonpentaborat (NH_4)₂ $B_{10}O_{16} + 8H_2O$.

¹ Da der Mineralname Larderellit nicht Lardarelith geschrieben wird, so ist anzunehmen, daß er von der Ortsbezeichnung Larderello, einem der bedeutendsten Boratwerke, abgeleitet ist; dieses Werk hieß früher Monte Cerboli, G. v. Rати (Ztschr. d. geol. Ges. 1865, 17, 306).

	I	II	III	IV	v
B ₂ O ₃	68.56	69.24	71.70	72.42	71.10
(NH ₄) ₂ ()	12.73	12.90	9.87	9.78	10.60
H,0	18.32	17.86	18.43	17.80	18.30

I. Analyse von Bechi.

II. Theoretische Werte für die Formel von demselben (NH₄)₂B₈O₁₅·4H₂O.

III. Analysen von d'Achiardi; Wasser aus der Differenz berechnet.

V. Theoretische Werte der Formel von D'Achiardi (NH4), B10018.5 H20.

11. Kaliborit. $KMg_2B_{11}O_{19} \cdot 9H_2O$.

Monoklin prismatisch:

$$a:b:c=1\cdot 2912:1:1\cdot 7572; \quad \beta=122^0 19'.$$

Beobachtete Formen:

$$a\{100\},\ e\{001\},\ m\{120\},\ d\{\overline{1}02\},\ o\{\overline{1}11\},\ y\{\overline{2}11\},\ x\{\overline{1}24\}.$$

Die Messungen wurden gleichzeitig von zwei Autoren: L. Milch in Breslau und O. Luedecke in Halle in Groths Ztschr. 1891, 18, 478 u. 481 veröffentlicht. Leider haben beide unabhängig voneinander verschiedene Aufstellungen gewählt, von denen hier die auch in Groths Tab. Übersicht der Mineralien 1897 gewählte von Luedecke angenommen ist. Die Formen der Aufstellung von Milch sind bei Luedecke:

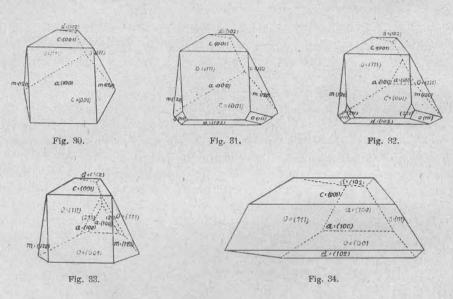
Milch:	{001}	{110}	{101}	{111}	{112}	{311}	{100}
LUEDECKE:	{102}	{120}	{001}	{111}	{124}	{211}	{100}

Später wurde das Mineral nochmals von Bücking (Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1895, 28, 533) gemessen, der aber kein neues Achsenververhältnis aufstellte.

Habitus. Alle Kristalle zeigen die Fläche (100) ziemlich groß, ohne daß jedoch die Gegenfläche ($\overline{1}00$) stets vorhanden wäre. c dagegen ist

190 Kaliborit.

immer mit Fläche und Gegenfläche ausgebildet. Die Flächen von o und d sind fast immer nur hinten, m fast immer nur vorne entwickelt (Fig. 30) und nur ganz ausnahmsweise gleichzeitig vorn und hinten ausgebildet. d fehlt als Kristallfläche häufig, wird aber leicht durch Spaltung hervorgerufen. In Fig. 31 ist o hinten groß, vorne untergeordnet. In Fig. 32 ist a auch hinten, wenn auch kleiner ausgebildet, vorne gleichzeitig y. Fig. 33 zeigt y hinten mit ($\overline{1}00$) zusammen auftretend. Fig. 34 zeigt die



nicht seltene Kombination der Spaltflächen a, c und d, während seitlich nur o vorhanden ist. z wurde nur mit kleinen Flächen von Milch beobachtet.

Obwohl die Flächen gute Reflexe für die Messung ergeben, so differieren doch einige Winkelwerte, an verschiedenen Kristallen bestimmt, ganz beträchtlich, z. B. liegen die beobachteten Werte für (111): (111) zwischen 103° 53·2′ und 101° 33·3′; die geringsten Differenzen ergaben sich zwischen Spaltungsflächen, z. B. (100):(001)=57°53′ bis 57°39′.

Bücking beobachtete vorherrschend m und o, beide gestreift durch die Kante mit der Basis, ferner a, c und d.

Dichte 2.05, Feit (Chem.-Ztg. 1889, 13, 1188); 2.127 Milch; 2.129 (bei 10°) Luedecke bestimmt im Pyknometer mit Alkohol; ein etwas getrübter Kristall ergab in Cadmiumborowolframlösung 2.109.

Spaltbarkeit nach $\{001\}$ und $\{\overline{1}02\}$ sehr vollkommen, nach $\{100\}$ vollkommen.

H. E. Boeke (C.-Bl. 1910, 531) bezeichnet die Spaltbarkeiten als ungefähr gleichwertig.

Härte: Zwischen der des Fluorits und Apatits, näher an letzterer, Milch; 4 nach Luedecke.

Farblos, wasserhell, glasglänzend.

Kaliborit. 191

Optisch positiv: Ebene der optischen Achsen senkrecht zur Symmetrieebene.

An einer Platte parallel $\{010\}$ fand Milch die Neigung der Achsenebene zu $7^{\,0}$ gegen die Vertikalachse im spitzen Winkel β seiner Aufstellung. Er bestimmte

$$2\,H_{
m Li} = 105^{\,0}\,42'$$
 für $n_{
m Li} = 1\cdot4647$ des Öles $2\,H_{
m Na} = 104\,\,27$ $n_{
m Na} = 1\cdot4678$, , , $2\,H_{
m Tl} = 104\,\,54$ $n_{
m Tl} = 1\cdot4708$, , ,

Es scheint aber Milch bei der Orientierung der Achsenebene wahrscheinlich durch Verwechslung von (001) und (100) ein Irrtum unterlaufen zu sein; denn Luedecke findet die Auslöschungsschiefe auf (010) 25°16' im stumpfen Winkel β (korrigierter Wert, Ztschr. f. Naturw. Halle 1892, 64, 429) und Boeke gibt sie zu $115\frac{1}{5}^{0}$ im stumpfen Winkel β mit der c-Achse an; die positive, erste Mittellinie siegt in (010). In Spaltplatten parallel a (100) sieht man den mittleren Teil des Interferenzbildes mit den optischen Achsen am Rande des Gesichtsfeldes; an Platten parallel (010) wurde im Brezina-Schneiderschen Achsenwinkelapparat (n der Linsen = 1.6213 Na) der stumpfe Achsenwinkel zu 10010 im weißen Tageslicht gemessen. Der Brechungsexponent der parallel der Orthodiagonale schwingenden Strahlen ist $a_D = 1.354$. Luedecke. Diese "ungewöhnlich niedrige Zahl" ersetzt Boeke durch genaue Messungen an einer Platte 1 zur ersten Mittellinie und an einem beliebigen Schliffe aus der Zone der b-Achse und einem solchen schief zur Symmetrieebene mit dem Pulfrichschen Totalreflektometer durch: $\alpha_D = 1.5081$; $\beta_D = 1.5255$; $\gamma_{\rm D} = 1.5500$.

An einer Platte \perp zur 1. Mittellinie bestimmte er $2 V_D = 80^{\circ} 38'$, aus α , β , γ berechnet sich dafür $81^{\circ} 24'$.

 $2E_{\rm D} = 161^{\rm o}30'$ berechnet aus dem gemessenen Werte.

 $2\,V_{\rm D}$, $2\,V_{\rm Li}$, $2\,V_{\rm Na}$ sind innerhalb der Beobachtungsfehler gleich. Die Polarisationsfarben und Winkel der optischen Achsen ändern sich bei Temperaturerhöhung bis zur Zersetzung durch Wasserverlust nicht merklich.

Chemisches Verhalten: Vor dem Lötrohr ist das Mineral auch in dickeren Splittern unter lebhaftem Aufschäumen leicht zu weißem Email schmelzbar. Beim Glühen entweicht keine Borsäure. In Wasser nur wenig ohne Zersetzung löslich, die Flüssigkeit reagiert alkalisch. In Salzsäure leicht löslich.

Auf der Basis entstehen durch Ätzen mit Salzsäure (1:4 mit Wasser verdünnt) leicht Ätzfiguren von spindelförmiger Gestalt, symmetrisch nach {010}.

¹ Leider liegen keine systematischen Untersuchungen vor, die die Frage nach einer etwaigen Hemiedrie des Kaliborits entscheiden könnten.

192 Kaliborit.

Vorkommen: Im Pinnoit von Leopoldshall (Luedecke); in den höheren Schichten des Kainits von Schmidmannshall (Feit); im oberen Kainit von Neustaßfurt (Precht bei Boeke).

Nach van't Hoff (Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1902, 42, 1008) ist er als Umwandlungsprodukt des Pinnoits unter den Einfluß von Lösungen anzusehen, die an Kainit gesättigt waren. Ebenso L. Loewe (Ztschr. prakt. Geol. 1903, 11, 355).

Zur künstlichen Darstellung des Kaliborits behandelte van't Hoff Pinnoit mit Borsäure und Chlorkalium in einer bestimmten, an Kainit und Chlorkalium gesättigten Lösung. Dann wurde gefunden, daß Pinnoit als Ausgangsmaterial gar nicht nötig ist, sondern daß aus einem Lösungsgemenge, aus dem Pinuoit entstehen kann, durch Zusatz von Chlorkalium Kaliborit direkt zu erhalten ist. Die endliche Darstellung ist folgende: 30 g Borsäure werden in höchstens 300 g warmem Wasser und mit Magnesiumhydroxyd oder Magnesia alba abgestumpft, wodurch eine Lösung des sauren Borates MgO·3B₂O₃·7H₂O entsteht. Man engt diese durch Abdampfen auf 75 g ein und setzt dazu eine Lösung aus 3·6 g Kaliumhydroxyd, 10 g Borsäureanhydrid in 30 g Wasser. Auf 100° erhitzt, unter Umrühren (zur Vermeidung von Krustenbildung), entstehen nach einigen Tagen etwa 13 g Kaliborit, in Form eines schneeweißen, jedoch nach seiner Kristallform wenig charakteristischen Pulvers, das mit 50°/oigem, darauf mit gewöhnlichem Alkohol gewaschen wird.

Kaliborit wurde zuerst von Luedecke 1886 im Pinnoit von Leopoldshall beobachtet (Sitzung vom 21./I. 1886 des naturwissensch. Vereins zu Halle; Ztschr. f. Naturw. Halle 62, 354). Feit gab in der Chem.-Ztg. (1889, 13, 1188) eine Beschreibung des von ihm unabhängig von Luedecke entdeckten Borates aus den höheren Kainitschichten von Schmidmannshall, das er Kaliborit nannte, und teilte Analysen mit. Ohne Kenntnis dieser Arbeit haben dann Luedecke und Milch gleichzeitig Messungen und Analysen, und zwar auch wieder unabhängig voneinander, in Groths Ztschr. veröffentlicht. Ersterer nannte das Mineral nach dem Hallenser Chemiker Heintz Heintzit, letzterer nach Geheimrat Hintze Hintzeit. Feit stellte dann erst die Identität von Kaliborit mit Heintzit bzw. Hintzeit fest (Chem.-Ztg. 1891, 15, 115).

Die Analysen dieser verschiedenen Autoren stimmen nicht gut überein, weshalb jeder von ihnen dem Mineral eine andere Zusammensetzung zuschrieb. Die Analyse des von van't Hoff künstlich dargestellten Kaliborits ergab nur Werte, die denen von Feits Bestimmungen sehr nahekommen. Nachdem ferner Feit die Differenzen zwischen seinen und Luedeckes Analysenwerten als wahrscheinliche Folge verschiedener Analysenmethoden nachweisen konnte, wird die von van't Hoff vorgeschlagene einfachere als die Feitsche Formel, der sich übrigens die Zahlenwerte Feits gut anschließen, die meiste Berechtigung für sich haben,

	I	II	III		IV	V
H ₂ O	24.00	$a: 24 \cdot 31$ $b: 24 \cdot 36, 24 \cdot 30$	23.83	24.38	19.85	24.09
B ₂ O ₃	(57.46)		52.39	51.88	60.53	56.29
MgO	12.06		13.80		12.23	12.23
K ₂ O	6.47		8.14		7.39	7.39
Na ₂ O	5208	-17	0.39		_	-
Cl			0.35			_
	VI		VII	VIII	XI	X
H ₂ O	24.5	24.8	24.0	23.93	23.56	19.77
B_2O_3	57.3		57.0	57.26	54.44	60.28
MgO	11.7	11.5	12.0	12.38	13.84	12.55
K ₂ O	6.7	6 • 4	7.0	6.43	8.16	7.39
Na ₂ O			-			100 E
Cl	The same of	-100			The second	

- I. Analyse von Feit: Mittelwerte aus zahlreichen Bestimmungen, B₂O₃ aus der Differenz (Chem.-Ztg. 13).
- II. Analyse von Feit: Wasserbestimmung a) durch einfaches Glühen;
 b) durch Glühen mit MgO, zum Nachweis, daß beim Glühen kein Verlust an B₂O₃ eintritt (Chem.-Ztg. 15).
- III. Analyse von Milch.
- IV. ", ", LUEDECKE. Wasser aus der Differenz.
- V. " " " umgerechnet von Feit unter Zugrundelegung der Wasserbestimmung Feits.
- VI. Analyse von van't Hoff an künstlichem Kaliborit.
- VII. Formel ,, ,, KMg₂B₁₁O₁₉·9H₂O.
- VIII. ,, Feit $K_4Mg_3B_{48}O_{83} \cdot 39 H_2O = 2 K_2B_6O_{10} \cdot 9 MgB_4O_7 \cdot 39 H_2O$.
 - IX. " MILCH KMg2B9O16·8H2O.
 - X. ,, ,, LUEDECKE KMg2B11O19.7 H2O.

Wasserhaltige Verbindungen von Boraten und Sulfaten.

Sulfoborit. 2MgSO₄·2Mg₂B₂O₅·9H₂O.

Rhombisch (pyramidal?):

a:b:c=0.6196:1:0.8100.

Beobachtete Formen:

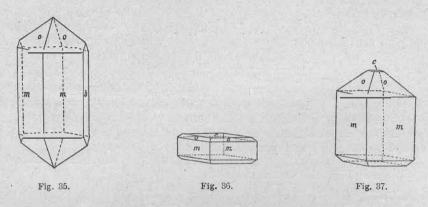
$$b\{010\}, c\{001\}, m\{110\}, r\{101\}, o\{111\}.$$

$$o: o = (111): (1\overline{1}1) = 52^{\circ} 24'$$
 $o: o = (111): (\overline{1}11) = *90^{\circ} 53'$ $o: o = (111): (1\overline{1}\overline{1}) = *66^{\circ} 04$ $o: m = (111): (1\overline{1}0) = 63^{\circ} 34^{\circ}$

H. Bücking (Sitz.-Ber. Akad. Berlin 1893, 967).

Habitus. Die Kristalle von Westeregeln zeigen meist nur m und o, mit untergeordnetem b; selten b vorherrschend; manchmal auch die kurzprismatische oder nach c tafelige Kombination von m, c und o. r ist sehr selten. Die Basis e ist in der Regel matt. Fig. 35—37.

Die Kristalle von Wittmar a. d. Asse (H. Bücking, Groths Ztschr. 1902, 36, 156) zeigen gewöhnlich die Kombination m und o mit Andeutungen von b oder Kombinationen von m und c, zum Teil mit o, selten zugleich mit b. r wurde nicht beobachtet. Auch hier ist die Basis matt, o und m stark glänzend. Einige Kristalle zeigen durch alleinige Ausbildung der Basis am einen Ende, durch Kombination von o mit kleinem c und r am



anderen Ende einen hemimorphen Charakter der c-Achse (Fig. 37). Es gelang jedoch nicht, den Hemimorphismus auch physikalisch durch die Kundtsche Betäubungsmethode und Ätzfiguren zu beweisen.

Dichte 2·38—2·45. A. Naupert und W. Wense (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1893, 26, 873). Sehr ausführliche Dichtebestimmungen mit Pyknometer und Methylenjodid und Benzol hat K. Thaddefff (Groths Ztschr. 1897, 28, 264) gemacht, um daraus Rückschlüsse auf die Frischheit und Unzersetztheit seines Analysenmaterials zu erhalten. Er findet $D\frac{20\cdot 9^0-24\cdot 7^0}{4^0}=2\cdot 416$, eine Zahl "die auf beginnende Zersetzung hinweist, da klare Kristalle im Mittel $2\cdot 440$ ergaben".

Spaltbar nach {110} ziemlich vollkommen, nach {001} deutlich. Härte etwas über 4, d. h. etwas größer als die von Flußspat.

Glasglanz. Die reine Substanz ist farblos, wasserhell, doch sind die Kristalle häufig mit fein verteiltem Eisenoxyd rötlich gefärbt.

Negative Doppelbrechung; die Ebene der optischen Achsen ist {010}, die c-Achse die erste Mittellinie.

Sulfoborit. 195

Zwei parallel $\{001\}$ und parallel $\{100\}$ geschliffene Platten ergaben bei $19\frac{1}{5}$ in Bromnaphthalin:

Daraus ergibt sich für

Li
$$2 V = 86^{\circ} 42'$$
 $\beta = 1.5355$
Na 86 52 1.5396
Tl 86 50 1.5443

An einem Prisma {110} wurde direkt gemessen für Na:

$$\alpha = 1.5272, \qquad \beta = 1.5362.$$

Hieraus und aus 2 V berechnet sich für $\gamma_{\rm Na}=1.5443$. H. Bücking. Chemisches Verhalten: In der oxydierenden Flamme schmilzt das Mineral zunächst unter Aufwallen, dabei die Flamme schwach grün färbend. Schließlich wird es fest. In der leuchtenden Flamme mit Soda erhitzt, liefert es die Heparreaktion. Es löst sich in gepulvertem Zustande ziemlich leicht bis auf einen Rückstand von $0.4-0.8^{\circ}/_{0}$. Die salzsaure Lösung bräunt Curcuma. Calcium und Chlor sind nicht vorhanden. Naupert u. Wense. Mit Wasser behandelt, wird ein Teil des Magnesia-

sulfates abgegeben. Wasser entweicht erst beim Glühen.

Sulfoborit findet sich gleich den Kristallen von Anhydrit und Borazit in dem Carnallit der norddeutschen Steinsalzlager weit verbreitet, aber in stets "so geringer Menge, daß zu seiner Auffindung eine aufmerksame Untersuchung der Lösungsrückstände erforderlich ist". Bücking. Nach L. Loewe (Ztschr. prakt. Geol. 1903, 11, 331) noch nicht im anstehenden Salze gefunden. Er wurde entdeckt von A. Naupert 1893 in den unlöslichen Rückständen von der Carnallitaufbereitung der Consol. Alkaliwerke zu Westeregeln; kristallographisch und optisch wurde er dann von H. Bücking studiert. 1902 wurde er wiedergefunden in den Carnallitlösungsrückständen des braunschweigischen Kaliwerkes bei Wittmar an der Asse, einem Höhenzuge östlich der Oker zwischen Wolfenbüttel und Börssum.

NAUPERT und WENSE gaben dem Mineral auf Grund ihrer Analyse die Formel: 3 MgSO₄·2 Mg₃B₄O₉·12 H₂O.

Ausführlichere Analysen wurden von Thaddeff ausgeführt, die zu der besser begründeten Zusammensetzung $2\,{\rm MgSO_4}\cdot 2\,{\rm Mg_2B_2O_5}\cdot 9\,{\rm H_2O}$ oder $4\,{\rm MgHBO_3}\cdot 2\,{\rm MgSO_4}\cdot 7\,{\rm H_2O}$ führen.

Die künstliche Darstellung wurde von Thadeeff vergebens versucht, indem ein Gemisch von Magnesiumsulfat und Borax in Gegenwart von Wasser oder einer Kaliumchloridlösung bei 150-160° ein-

geschmolzen wurden. Die dabei entstehenden Magnesiumborate enthielten keine Spur Schwefelsäure.

Analysen:

I	II	III	IV	v		
32.91	1347	-	33.62	33.51		
21.95		-		22.19		
23.64	20.01	19.56	- 3	-		
			+	0.08		
} 21.50		25-00	-	23 · 43		
		0.03	0.06	0.20		
0.4-0.8			_	0.31		
VI	VII	VIII	IX	X		
33.3	33.48	33.73	34.19	32.86		
22.73	22.46	22.62	22.81	21.91		
	19.79	19.93	19.90	25.52		
0.15	0.11	Mary William				
	23.43	23.70	23.09	1		
11 72 34	0.10	-		19.71		
0.20	0.32	-		0-9		
	99.69	0-34 -7	100000	F1.0 101		
	32·91 21·95 23·64 — } 21·50 0·4—0·8 VI 33·3 22·73 — 0·15	32.91 — 21.95 — 23.64 20.01 — } 21.50 — 0.4—0.8 — VI VII 33.3 33.48 22.73 22.46 — 19.79 0.15 0.11 — 23.43 — 0.10 0.20 0.32	32.91 — 21.95 — 23.64 20.01 19.56 — — 21.50 — 0.03 0.4—0.8 — VI VII VIII VIII 33.3 33.48 33.73 22.73 22.46 22.62 — 19.79 19.93 0.15 0.11 — — 23.43 23.70 — 0.10 — 0.20 0.32 —	$ \begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		

I. Analyse von Naupert und Wense. Borsäure aus der Differenz bestimmt.

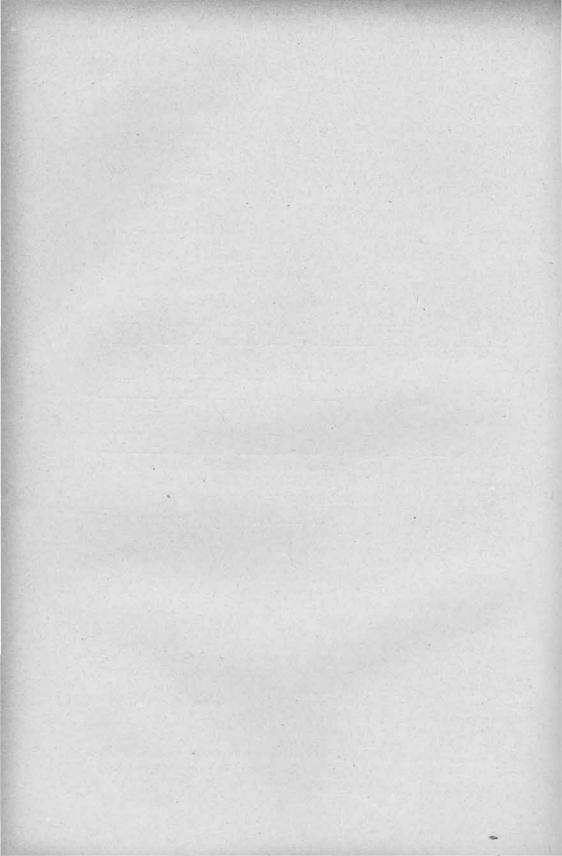
II.—VI. Analysen von Thadéeff. Die Borsäure wurde als Trimethylester abgetrieben und als K.B.Fl₄ gewogen. Vorversuche hatten ergeben, daß Bor- und Schwefelsäure nicht in einem Analysengang bestimmt werden können. Bei V und VI wurde nach dem Glühen mit Salzsäure aufgenommen (Rückstand 0·31 bzw. 0·20) mit BaCl₂ gefällt, im Filtrat das überschüssige Ba mit Schwefelsäure entfernt, dann das Eisen mit NH₃ und die Magnesia als Pyrophosphat bestimmt.

VII. sind Mittelwerte der Analysen II-VI; VIII dieselben auf 100% umgerechnet nach Abzug des Unlöslichen.

IX. Theoretische Werte der Formel 2MgSO₄·2MgB₂O₅·9H₂O.

X. Theoretische Werte für die Formel 3MgSO₄·2Mg₃B₄O₉·12H₂O

PHOSPHATE, ARSENIATE,
ANTIMONIATE, VANADATE,
NIOBATE UND TANTALATE.



A. Saure und normale wasserfreie Salze.

Von Dr. Karl Schulz in Berlin.

a) Salze der Orthosäuren.

Erste Gruppe.

Saure Salze.

1. Monetit. — 2. Pyrophosphorit. — 3. Osteolith.

1. Monetit. CaHPO₄.

Wahrscheinlich triklin. Achsenverhältnis nicht bestimmbar; vgl. "Künstliche Herstellung".

Beobachtete Formen: $a\{100\} \infty P \overline{\infty}$. $b\{010\} \infty P \widetilde{\infty}$. $c\{001\} 0 P$. $J\{1\overline{1}0\} \infty' P$. $e\{\overline{1}01\}_{l}P_{l}\overline{\infty}$. Außerdem zwei Formen m und n der Art $h \overline{k} 0 \infty' P \overline{m}$ und eine Form l der Art $h k 0 \infty P' \overline{n}$.

Gemessene Winkel, nur Näherungswerte:

$$a: J = (100)(1\overline{1}0) = 42^{\circ}$$
 $a: m = 17^{\circ}$ $a: b = (100)(0\overline{1}0) = 81$ $a: e = (100)(\overline{1}01) = 138$ $a: l = 18$ $a: c = 76$

Kristalle in dünnen, schiefwinkeligen Tafeln von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{12}$ (amerikanisch) Zoll größter Länge, deren kürzere Seiten von $J\{1\overline{10}\}$, deren längere Seiten von $a\{100\}$ gebildet werden; die anderen Formen treten mehr untergeordnet auf. Oberfläche von $e\{001\}$ rauh und uneben; die Kristalle weisen zahlreiche oberflächliche Auskerbungen, aber keine Streifung und Biegung, auf; sie durchdringen einander in mehreren Richtungen und täuschen hierbei zuweilen regelmäßige Verwachsung vor. In dichten, deutlich umgrenzten Massen, als unregelmäßige Nähte in Gips, in dicken Krusten, die unregelmäßig begrenzte Hohlräume auskleiden; seltener in traubigen Gestalten mit deutlich kristallinischer Oberfläche.

Dichte 2.75, ein wenig zu niedrig, da die Kristalle stets mit einer nicht entfernbaren Schicht von Monit und Gips überzogen sind. Bruch un-

eben. Spröde. Spaltbarkeit nach C.U.Shepard jun. (a. a. O.) trotz des Vorhandenseins von Rissen nicht feststellbar; nach E. S. Dana (a. a. O. 405) scheint eine deutliche Spaltbarkeit nach a {100} vorhanden zu sein. Härte 3.5.

Glasglanz; Farbe blaß gelblichweiß. Halbdurchsichtig.

Wird beim Erhitzen vor dem Lötrohr oder im Kölbchen ohne Abgabe eines Geruches weiß. Nimmt beim Erhitzen in der Platinzange weiße Farbe an und schmilzt zu einer Kugel mit kristallinen Facetten.

Historisches, Vorkommen, Entstehung. C. U. Shepard jun., der Monetit von G. MILLER erhielt und ihn gemeinsam mit E. S. DANA (C. U. SHEPARD jun., Am. Journ. of Sc. [3], 23, 400-405, 1882) untersuchte, benannte das Mineral nach der Insel Moneta. Es kommt in einer Guanoformation auf den Zwillingsinseln Mona und Moneta vor, die 40 Meilen von dem Hafen Mayaguez (auf Porto Rico in Westindien) entfernt liegen. Hier findet sich Monetit gemeinsam mit Monit, pulverförmigem, faserigem, sowie auch in Kristallen auftretendem Gips und Kalkspat in den Höhlen eines auf den Inseln wahrscheinlich vorherrschenden, tertiären, marinen Kalksteins. Er hat sich in diesem durch Eindringen von Lösungen aus dem das Gestein überlagernden Guano gebildet. Hervorzuheben ist, daß diese Guanomineralien im Gegensatz zu denen anderer westindischer Lagerstätten deutlich den Charakter selbständiger Mineralien tragen, meistens in Kristallen auftreten und völlig frei von organischen Bestandteilen sind. Monetit und Monit bilden an Masse etwa drei Viertel, Gips und Kalkspat den Rest der in den Höhlen vorhandenen Stoffe; Monetit herrscht vor. Die in diesen Hohlräumen "gleichfalls" auftretenden Stalagmiten sind zweifellos identisch mit dem früher (C. U. Shepard, Am. Journ. of Sc. [2] 22, 97, 1856) beschriebenen Mineral Pyroclasit. Dieses ist nach der Analyse vielleicht nichts anderes als ein Gemenge von Monetit und Monit. Andere Fundorte für Monetit sind bisher nicht bekannt geworden.

Künstliche Herstellung. A. DE SCHULTEN hat Monetit auf verschiedene Weise hergestellt: 1. nach der von ihm später (A. de Scholten, C. R. 136, 1444, 1903) als "Methode der langsamen Diffusion" bezeichneten Verfahren. 70 g CaCl2, gelöst in wenig Wasser, wurden nach Zusatz einer konzentrierten Lösung von 226 g Na₂HPO₄. 12 H₂O auf 500 ccm mit Wasser aufgefüllt und der entstandene Niederschlag in 80 ccm Salzsäure (D. = 1·19) gelöst. Der auf dem Wasserbade erhitzten filtrierten Lösung wurde tropfenweise und sehr langsam Ammoniaklösung von 0.6 % zugefügt; nach einiger Zeit bildeten sich Kristalle (Analyse VI) von der durch Fig. 1 veranschaulichten Form und der Dichte 2.928 bei 150 (A. de Schulten, Bull. Soc. fr. de Min. 24, 323, 1901). 2. Durch Erhitzen einer folgendermaßen erhaltenen Lösung auf 155%. Der durch Behandeln von gepulvertem Calciumcarbonat mit Phosphorsäure (D. = 1.05) entstandene Niederschlag von künstlichem Brushit (CaHPO4.2H2O) wird abfiltriert. Durch Erhitzen des Filtrats wird nach A. de Schulten (a. a. O. 1903) die Bildung von Monetit in der Lösung bewirkt, die alsdann beim Erhitzen im geschlossenen Rohr auf 150° Kristalle (Analyse VII) von der durch Fig. 2 veranschaulichten Form abscheidet (A. DE SCHULTEN, ebenda, 26, 15, 1903). 3. Durch Erhitzen von Mutterlauge der nach dem Verfahren 2 erzeugten Kristalle auf 260°. Die erhaltenen Kristalle haben die Form quadratischer Tafeln; sie sind nach (101) stärker abgeplattet als die nach dem Verfahren 2 hergestellten; (011) und (123) treten zurück (A. DE SCHULTEN, ebenda, 26, 17, 1903); Flächenbezeichnung nach A. DE Schulten (ebenda, 27, 120, 1904). 4. Durch Erhitzen und Einengung einer essigsauren Lösung von künstlichem Brushit auf wenig über 50°. Am Grunde des Gefäßes bilden sich Kristalle von Monetit, an der Oberfläche, an der die Temperatur ein

wenig geringer ist, Brushitkristalle. Diese wandeln sich auch bei einer Erhöhung der Temperatur bis auf 90° nicht in Monetit um. Unterhalb von 50° scheidet sich aus dieser Lösung nur Brushit ab (A. de Schulten, ebenda, 26, 15, 1903). 5. Durch Erhitzen von 0.5 g Brushit mit 20 ccm Wasser im geschlossenen Rohr auf 150°; hierbei bildet sich Monetit auf Kosten jenes Stoffes (A. de Schulten, ebenda, 26, 17, 1903).

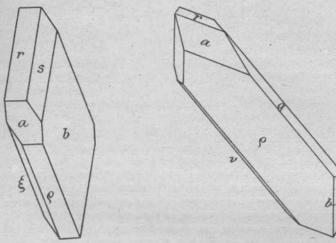


Fig. 1 u. 2. Kristalle von künstlich hergestelltem Monetit, nach A. de Schulten, 1904, erhalten nach dem Verfahren 1 (Fig. 1) und 2 (Fig. 2). Lin. Vergr. bei Fig. 1 etwa 1·87, bei Fig. 2 etwa 1·61 der Originalfigur. Aufstellung nach A. de Schulten, 1904; Flächenbezeichnung nach P. Groth.

A. DE SCHULTEN macht folgende kristallographische Angaben:

Triklin. $a:b:c=1.049:1:1.044; \quad \alpha=96^{\circ}40', \quad \beta=88^{\circ}44', \quad \gamma=103^{\circ}48',$

(Ursprüngliche Aufstellung nach A. de Schulten, a. a. O., 1901, 325; 1903, 17), oder

 $a:b:c=0.6467:1:0.8244; \quad \alpha=94^{\circ}22', \quad \beta=84^{\circ}57, \quad \gamma=90^{\circ}17',$

(Neue Aufstellung nach A. de Schulten, Bull. soc. fr. de Min. 27, 120 bis 121, 1904.)

Beobachtete Formen und Flächenbezeichnung.

A. DE SCHULTEN. Kristalle, erhalten nach d. Verfahren 1. Ursprüngliche Auf- stellung	A. DE SCHULTEN. Kristalle, erhalten nach d. Verfahren 2. Ursprüngliche Auf- stellung	A. DE SCHULTEN. Neue Aufstellung, vgl. Fig. 1 und 2, 1904	P. Groth (Aufstellung wie bei A. de Schulten, 1904), Chem. Krist., 2. Teil, 820, 1908	
{010}	{010}	{010}	ь	
{001}	{001}	{101}	r	
{100}	{100}	$\{10\overline{1}\}$	Q	
{110}	{110}	\1\(\bar{2}\bar{1}\)	Ę	
{011}		{121}	x	
{101}	{101}	{100}	a	
- in the same of t	{111}	{011}	q	
-	$\{2\overline{1}\overline{1}\}$	{123}	ζ	

Kristalle, erhalten nach dem Ver- fahren 1, alte Aufstellung	Kristalle, erhalten nach dem Ver- fahren 2, alte Aufstellung					
	Beobachtet	Berechnet				
$(010)(100) = *83^{\circ}27'$	$(1\overline{1}0)(100) = 48^{\circ}48'$	48°52′				
$(010)(\overline{1}10) = *47 \ 41$	$(101)(100) = 38 \ 10$	38 6				
$(010)(011) = *44 \ 15$	$(1\overline{1}0)(101) = 57 57$	58 8				
(010)(101) = *85 38	$(001)(100) = 76^{3}$	76 16				
$(100)(101) = 38 6^{1}$	$(001)(010) = 90^{8}$	89 40				
$(101)(011) = 52 \ 41^{2}$	$(1\overline{11})(100) = 64 53$	65 0				
$(\overline{1}10)(011) = *68 57$	$(\bar{1}11)(101) = 87 \ 12$	87 10				
	$(2\overline{11})(100) = 40 9$	40 6				
	$(2\overline{11})(101) = 71 7$	70 42				

Kristalle durchsichtig und farblos; alle Flächen geben, mit Ausnahme der matten Flächen von {101}, gute Reflexe (Flächenbezeichnung nach A. de Schulten, 1904). A. de Schulten wählte 1904 (a. a. O.) eine neue Art der Aufstellung wegen der kristallographisch-chemischen Beziehungen des Monetits zu den von diesem Autor gleichfalls in meßbaren Kristallen hergestellten Salzen CaHPO₄, SrHPO₄, SrHAsO₄, PbHPO₄, PbHAsO₄, BaHPO₄. Die außerdem erhaltenen Kristalle von CaHAsO₄ und BaHAsO₄ ließen keine Messungen zu.

Die Auslöschung auf (010) geschieht unter einem Winkel von etwa 23° mit der Kante [(010):(101)] "gegen den Winkel der Kanten o^1 und a^1 ", auf h^1 (100) erfolgt sie unter einem Winkel von etwa 30° mit der Kante [(010):(100)] "gegen den Winkel der Kanten g^1 und x^4 "; auf (10 $\overline{1}$) verläuft sie ungefähr parallel zur Kante [(10 $\overline{1}$):($\overline{1}$ 23)] (A. de Schulten, a. a. O. 1901, 325; 1903, 17. Flächenbezeichnung nach A. de Schulten, 1904).

Analysen.

	Theor.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
CaO	41.17	39.924	40.59	40.255	37.070	41.14	41.18	41.07
P_2O_5	52.21	44.41	49.79	47.100	47.100	52.28	52.09	52.19
SO,	_	7.20	1.90	4.550		_	_	
H_2O	6 • 62	8.474	7.88	8 • 175	5.928	6.58	6.66	6.74
	100.00	100.00	100 • 16	100.080	90.098	100.00	99.93	100.00

I.-V. C. U. SHEPARD jun. (a. a. O.).

I. und II. an natürlichem Monetit; III. Mittel aus I. und II.; IV. erhalten aus III. durch Abzug von $9.782\,^0/_0$ beigemengtem Gips, auf den die $4.55\,^0/_0$ SO $_3$ umgerechnet werden, und $0.2\,^0/_0$ Wasserverlust bei $100\,^0$, V. erhalten aus IV. durch Umrechnung auf $100\,^0/_0$.

VI. Künstliche Kristalle. A. de Schulten (a. a. O. 1901, 324). VII. Künstliche Kristalle. A. de Schulten (a. a. O. 1903, 18).

¹ Berechnet 38° 6'.

² Berechnet 52º 55'.

³ Angenäherter Wert.

⁴ Als Gewichtsdifferenz bestimmt.

2. Pyrophosphorit. $\mathbf{Mg}_{2}\mathbf{P}_{2}\mathbf{0}_{7} + 4 \begin{cases} \mathbf{Ca}_{3}(\mathbf{PO}_{4})_{2} \\ \mathbf{Ca}_{2}\mathbf{P}_{2}\mathbf{0}_{7} \end{cases}$.

Kristallographische Eigenschaften nicht bekannt, da nur kleine Bruchstücke untersucht werden konnten.

Stücke nicht einheitlich; zu etwa zwei Dritteln aus einer glanzlosen, schneeweißen, undurchsichtigen Masse mit erdigem Bruch (wie Magnesit) bestehend; der Rest wird gebildet von einem bläulichgrauen Bestandteil mit kleinnierenförmiger Oberfläche (wie Gibbsit), der der weißen Masse stellenweise als dünner Anstrich aufliegt und sie etwas an Härte übertrifft.

Dichte zwischen 2·50 und 2·53; Härte zwischen 3 und 3·5 schwankend. Vor dem Lötrohr an den Kanten schwierig zu weißlicher Emaille schmelzend.

Historisches und Vorkommen. C. C. Wyllie in London (England) übersandte an C. U. Shepard (Am. Journ. of Sc. [3], 15, 49, 1878) einige kleine Bruchstücke des Minerals zur Untersuchung. Diese stammten von einer nicht näher bezeichneten Lagerstätte in Westindien, deren genaue Angabe aus geschäftlichen Rücksichten damals nicht möglich war. C. U. Shepard (a. a. O.) hoffte, sie später bekannt geben zu können; dies ist jedoch nicht erfolgt, ebenso fehlt auch jede weitere Mitteilung über das Mineral. C. U. Shepard (a. a. O.) nimmt an, daß die Lagerstätte des Minerals mit Eruptivgesteinen in Verbindung steht, da es wasserfrei ist.

Analysen. I. und II. Ergebnisse zweier Reihen mehrerer Analysen, die an zwei verschiedenen Proben ausgeführt wurden. C. U. Shepard (a. a. O.).

III. Mittel aus I. und II.

IV. Umgerechnet aus III. Hierbei sind als zufällige Bestandteile abgezogen Eisen und Aluminiumoxyd als Pyrophosphat $(0.874 \, ^{9})_{0}$, SO₃ als Calciumsulfat $(1.068 \, ^{9})_{0}$, SiO₂ $(0.367 \, ^{9})_{0}$, Glühverlust $(0.390 \, ^{9})_{0}$, (Summe $2.699 \, ^{9})_{0}$, und der Rest wurde auf 100.00 umgerechnet.

	MgO	CaO	Al_2O_3, Fe_2O_3	SiO_2	P_2O_5	SO_3	Glüh- verlust	Summe
Theor.	3.23	45.20			51.57		_	100.00
I.	3.04	44.50	-	0.30	50.97	0.57	0.390	
II.	3 • 141	44.424	0.437	0.434	50.629	0.687	-	-
III.	3.090	44.462	0.437	0.367	50.799	0.628	0.390	100 • 173
IV.	3.17	45.16	-	_	51.67	-	_	100.00

Die verschiedenen physikalischen Eigenschaften der beiden Bestandteile des Pyrophosphorits lassen Zweifel darüber zu, ob in ihm ein im wesentlichen physikalisch einheitlicher Körper oder zwei verschiedene Stoffe vorliegen. Hiernach ist die Frage, ob Pyrophosphorit ein selbständiges Mineral ist, noch als unentschieden anzusehen.

3. \bullet steolith. $Ca_3(PO_4)_2$ (?).

An der Oberfläche oft zerreibliche oder blätterige, im Inneren feste, feinkörnige und auf Querbrüchen manchmal fein parallelgestreifte Massen von stark wechselnder Härte; Dichte 2.83—3.08. Rein weiß, grauweiß, gelblichgrau, gelblichbraun, äußerlich zuweilen durch Eisenhydroxyde braungelb gefärbt.

Brennt sich vor dem Lötrohr gelblich und verhält sich im übrigen wie phosphorsaurer Kalk. Von warmer Salz- und Salpetersäure unter schwachem Aufbrausen und Zurücklassung einer kleinen Menge Kieselgallerte leicht zersetzt. Gibt, im trocknen Zustande angehaucht, zuweilen Tongeruch von sich und haftet an der Zunge; Osteolith aus der Wetterau ist nach C. Bromeis (Ann. Chem. Pharm. 79, 1, 1851) "äußerst hygroskopisch".

A. Cossa (Atti Accad. Lincei [3], Mem. cl. fis. 3, 17, 1879) konnte bei Verwendung von 50-100 g Substanz in Osteolith von "deutscher (?) Herkunft" mit Sicherheit Cer nachweisen. F. Sandberger (N. Jahrb. f. Min. 1867, 833) fand in Osteolithen aus Bayern (Redwitz, Fuchsmühle usw.) und Hessen (Calvarienberg bei Fulda, Ostheim bei Hanau) Jod und Calciumcarbonat; nach ihm handelt es sich bei diesen Vorkommen jedoch um dichten Staffelit. Im Osteolith des Kreuzberges entdeckte F. Sandberger (ebenda, 1887, I, 95) Jod, im Osteolith von Roßdorf bei Darmstadt Brom.

Die Frage, ob Osteolith ein selbständiges Mineral darstellt oder nur als eine Abart von halogenfreiem Phosphorit aufzufassen ist, muß als unentschieden bezeichnet werden und bedarf weiterer Untersuchung. Nach C. Bromeis (a. a. O.) ist Osteolith im wesentlichen Tricalciumphosphat. Aus diesem Grunde sollte die Bezeichnung Osteolith nicht auf solche Mineralien übertragen werden, in denen Calciumcarbonat nicht als Verunreinigung, sondern als chemisch gebundener Bestandteil neben Tricalciumphosphat auftritt. Ebenso wären hier alle Vorkommen auszuschalten, in denen Chlor oder Fluor eine wesentliche Rolle spielen. A. Schwantke (C.-Bl. f. Min. 1905, 641) stellt Staffelit und Osteolith dem Apatit als Calciumphosphate mit einem wesentlichen Gehalt an Calciumcarbonat gegenüber und unterscheidet Osteolith und Staffelit durch den wesentlichen Gehalt des letzteren an Halogenen. Nach C. Bromeis (a. a. O.) erscheint jedoch die Auffassung A. Schwantkes über die chemische Zusammensetzung des Osteoliths nicht zulässig; vielmehr wäre es zweckmäßig, halogenfreie Tricalciumphosphate mit wesentlichem Gehalt an Calciumcarbonat mit besonderen Namen zu belegen. Schwierig, vielleicht sogar unmöglich, ist die Abgrenzung von Osteolith gegen halogenfreien Phosphorit.

Nach C. Bromeis sind die Osteolithe der Wetterau durch Umsetzung in wässerigen Lösungen entstanden, die Calciumbicarbonat und Alkaliphosphate enthielten; letztere haben sich durch Einwirkung von Alkalisilicaten auf Apatit gebildet. Die weiteren Bestandteile jener Vorkommen (SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, MgO, K₂O, Na₂O, CO₂, H₂O, Cl) sind nach dem genannten Autor aus dem sich allmählich zersetzenden Nebengestein (Basalt) eingewandert. Das von A. Schwantke (a. a. O.) beobachtete Vorkommen von Pseudomorphosen von Osteolith nach Kalkspat zeigt, daß sich das Mineral auch durch Einwirkung von phosphorsäurehaltigen Lösungen auf Kalkspat bilden kann. — H. Langsdorf (bei C. Bromeis, a. a. O.) erhielt durch Zusatz von viel Natriumphosphatlösung zu einer Lösung von Calciumbicarbonat in Wasser einen, kein Calciumcarbonat enthaltenden Niederschlag von Tricalciumphosphat.

Osteolith wurde von C. Rössler und G. Theobach in einem Doleritsteinbruch bei Hanau (s. u.) entdeckt, von C. Bromeis (a. a. O.) als neues Mineral aufgefaßt und wegen seiner durch die chemische Zusammensetzung gegebenen Beziehung zu Knochenerde und seiner gleichartigen

Osteolith. 205

Verwendbarkeit in der Landwirtschaft und Technik als Osteolith (τὸ όστέον, das Gebein; ὁ λίθος, der Stein) bezeichnet.

Vorkommen. Als ein 4-6 Zoll mächtiges, nahezu horizontal verlaufendes Lager, das ungefähr 30 Fuß in die Breite und einige Fuß nach dem Inneren zu verfolgt werden konnte und in einem zersetzten Dolerit in der Nähe eines verlassenen Doleritsteinbruchs auftritt, der 11/4 Meile nördlich von Hanau am Wege von Ostheim nach Eichen liegt. Der Osteolith bildete außen braungelbe und zerreibliche, innen rein weiße, feinkörnige Massen, die in Platten von Zolldicke und etwa einem Quadratfuß Flächengröße zerbrechen; Analyse I.—III. (C. Bromeis, a. a. O.). — In zerfallenden Basalten des Kreuzberges in der Rhön in matten, weißen Knollen mit Jodgehalt (F. Sandberger, N. Jahrb. f. Min. 1887, I, 95). — Im Jurakalk des Erzberges beim Amberg, Oberpfalz, als weiße, nur an einigen Stellen braun oder gelbbraun gefleckte, sehr feinkörnige, stark an der Zunge haftende, leicht zu feinem Pulver zerreibliche, angefeuchtet nach Ton riechende Massen (Analyse IV, E. Schröder bei E. v. Gorup-Besanez, Ann. Chem. Pharm. 89, 221, 1854). — Hierher gehört wohl auch nach seiner Analyse (V.) das als Phosphorit bezeichnete Mineral aus dem Trachytkonglomerat am Schwarzerdenkopf bei Honnef in der Nähe von Bonn (R. Blueme, Ann. Chem. Pharm. 94, 354, 1855). - Ziemlich reichlich auf zahlreichen Rissen und Klüften in verwittertem Basalt von einer Lagerstätte im Westen des Dorfes Prausnitz, Kreis Jauer, Schlesien, unmittelbar am Dorfe am Wege nach Vicariengrund ("Fußwege nach Goldberg") in undurchsichtigen, dichten, weißen Massen. An einer Stelle fanden sich skalenoedrische Pseudomorphosen nach Kalkspat von konzentrisch-schaligem Bau, deren Blättrigkeit nach innen zu abnimmt. Die Zusammensetzung der Pseudomorphosen (eine Probe wies 35.90 % P₂O₅, 5.85 % CO₂, 53.30 % CaO auf) wechselt ziemlich; die äußeren Schichten enthalten weniger CaCO3 als die inneren (A. Schwantke, C.-Bl. f. Min. 1905, 641). — Das von F. FICKENTSCHER bei Redwitz im Fichtelgebirge gefundene erdige Calciumphosphat, das nach C. Bromeis (a. a. O.) Osteolith sein soll, gehört wohl nicht hierher, da es kleine Mengen CaCl2 enthält (vgl. NAUCK, Ber. Deutsch. geol. Ges. 2, 39, 1850); vgl. auch S. 204, bei F. Sandberger. — Unrein und in geringer Menge in gelblichweißen Knollen in den Spalten der Basalttuffe am Falkenberge bei Liebwerd, unweit Tetschen in Böhmen; Analyse VI (J. Stock-LOSA, BIEDERMANNS C.-Bl. f. Agrikult.-Chem. 14, 230, 1885. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 13, 423, 1888). — Reichlich in grauweißen bis gelblichgrauen, bis zu fingerdicken Lagen zwischen (nicht verwitterten) Basaltsäulen am Kleinen Fischberge bei Böhmisch-Kamnitz (R. Reinisch, briefl. Mittlg. v. 9./4. 1921 an den Verf.). — In zolldicken, schneeweißen Lagen im Basalt eines Steinbruches an der Ostseite der Kratzer Berge, nördlich vom Dorfe Schönwalde bei Friedland in Böhmen; Analyse VII (Dürre, Pogg. Ann. 105, 155, 1858). — In zersetztem Basalt von Waltsch und, mit Calciumcarbonat gemengt, in Basalttuff bei Lubigau, Böhmen (V. v. Zepharovich, Min. Lex. f. Österr. 2, 233, 1873).

Analysen. Theor. 54·21°/₀ CaO; 45·79°/₀ P₂O₅. I.—III. Verlassener Doleritbruch 1½ Meile nördl. Hanau, am Wege von Ostheim nach Eichen. I. Feste Abart. C. Bromeis, Ann. Chem. Pharm. 79, 1, 1851. II. Mittlere Abart. Ewald bei C. Bromeis (a. a. O.). III. Erdige Abart. Ruetz bei C. Bromeis (a. a. O.). — IV. Erzberg bei Amberg, Oberpfalz. E. Schröder bei E. v. Gorup-Besanez, ebenda, 89, 221, 1854. — V. "Phosphorit", Schwarzerdenkopf bei Honnef. R. Bluhme, ebenda, 94, 354, 1855. — VI. Falkenberg bei Liebwerd, unweit Tetschen in Böhmen. J. Stocklosa, Biedermanns C.-Bl. f. Agrikult.-Chem. 14, 230, 1855. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 13, 423, 1888. — VII. Kratzer Berge bei Schönwalde bei Friedland in Böhmen. Dürre, Pogg. Ann. 105, 155, 1858.

Nr.	Dichte	CaO	MgO	P ₂ O ₅	CO_2	Summe	einschließlich
I.	3.08	49.41	0.47	36.88	1.81	99.51	4.50 SiO ₂ , 1.85 Fe ₂ O ₃ , 0.93 Al ₂ O ₃ , 0.76 K ₂ O, 0.62 Na ₂ O, 2.28 H ₂ O, Spur Cl
II.	3.04	49.24	0.79	37.41	2.34	101.28	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
III.	3.03	48.20	1.85	37.16	2.55	98.88	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
IV.	2.89	48•16	0.75	42.00	2.21	101.02	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
V.	-	47.50	2.70	37.33	2.20	100.00	3.50 SiO ₂ , 3.28 Al ₂ O ₃ , 1.65 H ₂ O, Verlust 1.84
VI.	-	52.43	0.43	36.10	3.04	102.61	$\begin{array}{c} 5 \cdot 32 \mathrm{SiO_2}, 0 \cdot 75 \mathrm{SO_3}, \mathrm{Spur} \mathrm{Cl}, \mathrm{F}, \\ 2 \cdot 00 (\mathrm{Al_2O_3} + \mathrm{Fe_2O_8}), 2 \cdot 54 \\ \mathrm{Gl\"{u}hverlust} \end{array}$
VII.1	2.828 bis 2.829	44.76	0.79	34.64		98.70	8.89 SiO ₂ , 6.14 Al ₂ O ₃ , 0.51 Fe ₂ O ₃ , Spur Cl, 2.97 H ₂ O

Zweite Gruppe.

Normale Salze zweiwertiger Metalle.

1. Graftonit

4. Mauzelit

2. Berzeliit

5. Karyinit

3. Monimolit

1. Graftonit. (Fe, Mn, Ca)₃(PO₄)₂.

Monoklin. a:b:c=0.886:1:0.582; $\beta=66^{\circ}$ S. L. Penfield.² Beobachtete Formen: $a\{100\} \otimes P \otimes .$ $b\{010\} \otimes P \otimes .$ $m\{110\} \otimes P.$ $l\{120\} \otimes P \circ .$ $n\{130\} \otimes P \circ .$ $d\{011\} P \circ .$ $e\{021\} 2 P \circ .$ $p\{111\} - P.$

Die Analysenzahlen sind auf Hundertstel abgerundet; im Original stehen Tausendstel.

² Erhalten aus Messungen des Winkels der Kante zwischen b und e mit der vertikalen Kante zwischen b und m und aus den gemessenen Flächenwinkeln $b:m=51^\circ$, $b:d=62^\circ$. Werte nur annähernd richtig, da nur ein Anlegegoniometer benutzt werden konnte (S. L. Penfield, Am. Journ. of Sc. [4] 9, 20 1900; Ztschr. f. Kryst. 32, 433, 1900).

Gemessen:1	32 - 3	Berechnet:
(mit einem Anlegegoniometer)	CALL THE	
$m: m = (110): (1\overline{1}0) = -$		78° 0′
$l: l = (120): (1\overline{2}0) = 115^{\circ} 0'$		116 36
$b: n = (0\overline{1}0): (\overline{1}\overline{3}0) = 20 30$	A PE	22 22
$e: e = (021): (0\overline{2}1) = -$		93 21
$p: p = (111): (1\overline{1}1) = -$		41 32

Kristalle mit monoklinem Habitus, von rauhem, verwittertem Aussehen (Fig. 3 bis 4), der Unterlage angewachsen, nur mit einem Teil der Flächen ausgebildet, im größten Durchmesser bis zu 4 cm dick, nicht einheitlich, sondern aus regelmäßig verwachsenen, weniger als 5 mm dicken Lamellen von hellem Graftonit und dunklem

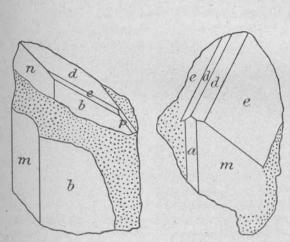


Fig. 3 und 4.
Graftonit, Grafton, New Hampshire,
nach S. L. Penfield, 1900.
Lin. Vergr. bei Fig. 3 etwa 1.36,
bei Fig. 4 etwa 1.39 der Originalfigur.
Die unregelmäßigen und zerbrochenen
Flächen sind punktiert wiedergegeben.

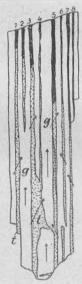


Fig. 5. Graftonit, Grafton, New Hampshire, nach S. L. Penfield, 1900. Lin. Vergr. etwa 1·09 der Originalfigur. Dünnschliff senkrecht (010) eines Kristalls. Weiße Felder: Graftonit; punktierte Felder: Triphylin; schwarze Felder: Zersetzungsprodukte. Die Pfeile bezeichnen die Lage der Auslöschungsrichtungen.

Triphylin bestehend. Lamellen parallel zu b (010) des Graftonits verlaufend (nur einmal parallel m (110) beobachtet); Verwachsungsflächen wellig. Graftonitlamellen im Dünnschliff senkrecht b (010) des Graftonits (Fig. 5) gerade, Triphylinlamellen zur Spur von b (010) schief auslöschend (Auslöschungsschiefe etwa 30°). Auslöschungsrichtungen des Triphylins, in dem Lamellen 1—3 und im oberen Teile von 5 (Fig. 5)

¹ Siehe Anmerkung 2 auf S. 206.

nach rechts, im unteren Teile von 5 und in den Lamellen 2, 6, 7 nach links geneigt, jedoch symmetrisch zur Ebene der Lamellen verlaufend. Gesetz der Verwachsung aus optischen Beobachtungen abgeleitet, wobei aus Substanzmangel orientierte Schnitte nicht hergestellt werden konnten; Angaben über die kristallographischen Beziehungen der verwachsenen Mineralien deshalb nicht absolut sicher.

Gesetz der regelmäßigen Verwachsung von Graftonit und Triphylin (vgl. Fig. 6-8).

	(vgl. Fig. 6—8).	
Graftonit	Gegenseitige Lage der Richtungen von Flächen und Kanten	Triphylin
Krist. Achse a 010 Kante (110:011) (011) 110	parallel zur parallel annähernd parallel zur annähernd parallel annähernd parallel	Krist. Achse b 102 Kante ($\bar{1}02:0\bar{2}1$) ($\bar{1}02$) 0 $\bar{2}1$
b b m	b w w	702

Fig. 6 u. 7. Schematische Darstellung der zwei Arten der regelmäßigen Verwachsung zwillingsmäßig orientierter Triphylinkristalle (w) mit einem Graftonitkristall (b, d) in einem Schnitt senkrecht zur kristallographischen a-Achse von Graftonit und senkrecht zur kristallographischen b-Achse des Triphylins. Die Lage der Auslöschungsrichtungen ist durch Pfeile angedeutet. Nach S. L. PENFIELD, 1900. Lin. Vergr. bei Fig. 6 etwa 1·09, bei Fig. 7 etwa 1·55 der Originalfigur.

Fig. 8. Schematische Darstellung der regelmäßigen Verwachsung von Graftonit (fo10), fo11), f110)) und Triphylin (f102), f021); O. Mügge, N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd.16, 405, 1903, nach S. L. Penfield, 1900. Lin. Vergr. 1·11 der Originalfigur von O. Mügge.

Triphylinlamellen dadurch zwillingsmäßig zueinander angeordnet, daß einmal das eine, das andere Mal das andere Flächenpaar von w {102} des Triphylins der Fläche b (010) des Graftonits parallel liegt (Fig. 6, 7), und außerdem auf zwei Arten mit den Graftonitlamellen verwachsen, indem die Symmetrieebene des Zwillings ent-

Graftonit. 209

weder parallel (Fig. 6, vgl. Fig. 5, Lamellen 1, 2, 3, 6, 7) oder senkrecht (Fig. 7, vgl. Fig. 5, oberer und unterer Teil von Lamelle 5) zur Fläche b (010) des Graftonits verläuft. — Kristalle zu $\frac{2}{3}$ bis zu $\frac{3}{4}$ aus Graftonit bestehend; nach S.L. Penfield (a.a.O.) nicht durch nachträglich erfolgte teilweise Umbildung eines ursprünglich homogenen Graftonits in Triphylin entstanden, sondern primär durch abwechselnde Ausscheidung beider Minerale. Triphylin in der Regel durch Oxydation des Eisens und Mangans stark verwittert, während Graftonit zwar widerstandsfähiger, jedoch auch stets, wenn auch nur an der Oberfläche, umgewandelt ist.

Dichte des Graftonits 3.672 (des mit ihm verwachsenen Triphylins 3.58), Härte 5.

Glas- bis Harzglanz; Aussehen im frischen Zustande an das der lachsfarbenen Abarten von Lithiophilit erinnernd; bei Verwitterung dunkler; im Dünnschliff farblos (Triphylin frisch blaßgrün, bei Verwitterung dunkel; im Dünnschliff farblos).

Doppelbrechung nicht sehr stark, mit positivem Charakter; Ebene der optischen Achsen senkrecht zu b(010); erste Mittellinie in b(010); horizontale Dispersion deutlich; 2V etwa $50-60^{\circ}$.

Vor dem Lötrohr unter Trübung bei "ungefähr 2" zu einem erst schwach, nach anhaltendem Erhitzen auf Kohle stärker magnetischen Kügelchen schmelzbar; erteilt in Splittern der Flamme die blaßblaugrüne Färbung der Phosphate und liefert mit Soda die Manganverbindungen kennzeichnende grüne Färbung. In Salzsäure leicht löslich; verdünnte Schwefelsäure erzeugt in der konzentrierten Lösung einen Niederschlag von Calciumsulfat. Gibt beim Erhitzen im Kölbchen nur eine Spur Wasser ab und beginnt alsdann bei starker Rotglut zu schmelzen.

Historisches und Vorkommen. Das Mineral wurde bisher nur auf der Südseite des Melvin Mountain, ungefähr 5 engl. Meilen westlich vom Dorfe Grafton, New Hampshire, gefunden und konnte allein von S. L. Penfield (Am. Journ. of Sc. [4], 9, 20—32, 1900; Ztschr. f. Kryst. 32, 433—445, 1900) näher untersucht werden, da die Lagerstätte durch die Entnahme der Proben für die Untersuchung erschöpft ist. Es fand sich unregelmäßig zerstreut in einer grob kristallinischen Masse von Feldspatindividuen (bis zu 4 engl. Fuß lang) und Quarz, wahrscheinlich einem Pegmatitgang, gemeinsam mit Beryll, schwarzem Turmalin, Almandin, Muscovit und Biotit, die sämtlich, besonders der Beryll, in ziemlich großen Kristallen auftreten.

Analysen. I. S. L. Penfield (a. a. O.); ausgeführt an nur 0.5462 g reiner Substanz.

II. W. E. FORD bei S. L. PENFIELD (a. a. O.); die verwendete Substanz ist nicht völlig frei von Triphylin und wohl teilweise zersetzt.

	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	CaO	Summe
I.	0.33	1811-97		0.40	9 • 23	
II.	-	1.15	0.14	2 -3	7.25	
	MnO	FeO	$\mathrm{Fe_2O_3}$	P_2O_5	H ₂ O	I. 100 · 18 II. 100 · 38
I.	17.62	30.65		41.20	0.75	
II.	15.38	24.28	10.16	40.80	1.17	

Nach den Analysen enthält Graftonit (I., II.) praktisch keine Alkalien; die gefundenen geringen Mengen sind nach S. L. Penfield auf beigemengtem Triphylin, der beträchtliche Gehalt an Eisenoxyd bei Analyse II und die festgestellten kleinen Wassermengen (I., II.) auf teilweise Umwandlung zurückzuführen.

2. Berzeliit. $(Mg, Ca, Mn)_3(AsO_4)_2$.

Regulär. Beobachtete Formen: $n\{211\}2 O 2$. $e\{210\} \infty O 2$. $d\{110\} \infty O$.

 $a\{100\} \infty O \infty$.

Habitus ikositetraedrisch oder tetrakishexaedrisch. Gewöhnlich derb in Adern, kleinen rundlichen Massen, auch nadelig. Selten rein, meist mit Flüssigkeitsschlüssen oder von den Begleitmineralien durchsetzt oder innig mit ihnen verwachsen.

Dichte 4.01—4.21; Bruch muschelig bis uneben, spröde, nicht spaltbar; Härte 5. Wachs- bis Harzglanz; Farbe reingelb, honiggelb, orangegelb, gelblichrot; verunreinigt auch grünlich; Strich gelblichweiß bis orangegelb; durchsichtig bis durchscheinend. Optisch isotrop; Pseudoberzeliit ist optisch anisotrop.

Manganreicher Berzeliit schmilzt vor dem Lötrohr auf Kohle leicht zu einer schwarzen, manganarmer Berzeliit schwieriger zu einer grauen oder braunen Kugel. Gibt mit Soda auf Kohle Arsengeruch und Beschlag, mit Soda auf Platinblech die Manganreaktion. In Salz- und Salpetersäure leicht löslich.

Weitere Angaben vgl. unter "Vorkommen".

Vorkommen. Zuerst nur bei Längban bei Fahlun in Schweden becbachtet. O. B. Kühn (Lieb. Ann. 34, 211, 1840; Phil. Mag. 18, 157, 1841) fand das Mineral auf einer von Bitterspat unterlagerten, graulichschwarzen, metallglänzenden Eisenoxyd, aber kein Arsen enthaltenden Masse; er erkannte in ihm eine neue Mineralart (Analyse I) und nannte sie zu Ehren von J. J. Berzelius Berzeliit. J. D. Dana (Syst. Min. [2] 239, 1844) bezeichnete ihn als Magnesian Pharmacolithe, A. Dufrénov (nach EDW. S. Dana, Syst. Min. [6] 753, 1892) als Chaux arseniatée anhydre, W. Hal-DINGER (Handb. Min. 495, 1845) als Berzelit, H. J. BROOKE u. W. H. MILLER (Intr. Min. 481, 1852) gaben ihm den Namen Kühnit; über Pyrrhoarsenits.u. A. Sjö-GREN (Geol. För. Förh. 2, 533, 1874/75) fand bei der Untersuchung von Dünnschliffen der im dolomitischen Kalk von Långban vorkommenden Mineralien, daß bei sechs Schliffen Karyinit von einem mehr oder weniger breiten Rande von weißem, isotropem Berzeliit umgeben war und schloß daraus, daß Berzeliit, der auch ohne Karyinit beobachtet wurde, ein Umwandlungsprodukt jenes Minerals sei. A. Wich-MANN (Ztschr. f. Kryst. 5, 105, 1880) beobachtete in Dünnschliffen von Berzeliit winzige Flüssigkeitsschlüsse, Eisenglanz und Spalten ohne bestimmte kristallographische Richtung, von denen die Umwandlung des Minerals zu einer trüben. wolkig erscheinenden, besonders im auffallenden Lichte stark hervortretenden Substanz vor sich geht. Im Dünnschliff fast farblos, mit rauh erscheinender Oberfläche (wodurch eine gewisse Ähnlichkeit mit Olivin hervorgerufen wird), ohne

¹ Über Natronberzeliit, Pseudoberzeliit, Pyrrhoarsenit, Manganberzeliit, Chloroarsenian und Magnesian Pharmacolithe, Chaux arseniatée anhydre, Berzelit, Kühnit, vgl. "Vorkommen".

Berzeliit. 211

kristallographische Begrenzung, völlig optisch isotrop; da beim Ätzen mit verdünnter Salzsäure Ätzeindrücke in Gestalt dreiseitiger Pyramiden auf dem Mineral entstehen, erklärte A. Wichmann den Berzeliit für regulär. W. Linderen (Geol. För. Förh. 5, 552, 1880/81) berichtigte die gewöhnlichen Angaben über den Berzeliit von Långban. Honiggelb, in Kalkspat auch schwefelgelb, wachsglänzend, durchscheinend, Bruch unvollkommen muschelig; spröde, Härte 5, Dichte 4·09—4·07. Schmilzt vor dem Lötrohr leicht zu einer braunen Perle und ist in Salz- und Salpetersäure löslich. Kommt in kleinen Körnern oder derb in Kalkspat, in walnußgroßen Körnern in Hausmannit mit Kalkspat und auch in Braunit, ferner mit Karyinit vor. Als Einschlüsse enthält Berzeliit dunkelgelbe isotrope Körner und reichlich Flüssigkeitseinschlüsse, letztere oft mit beweglicher, bei 35° noch unveränderter Libelle; terner weist er auch unzählige kleine Hausmannitkristalle auf und sieht dann, wegen der Mischung seiner gelben Farbe mit der der Einschlüsse, grün aus. In diesem Zusammenhange schilderte A. Linderen auch doppeltbrechenden Berzeliit (vgl.

.. Pseudoberzeliit"). G. FLINK (Nyt. Mag. 29, 301, 1885; Bih. Sv. Akad. Handl. 12, Afd. 2, Nr. 2, 27, 1886/87) beschreibt drei kleine Stufen mit rotgelb orangefarbenen, in körnigem Kalk sitzenden Berzeliitkristallen von Långban. Kristalle seharf ausgebildet, mit vorherrschendem (210), dazu {211}, {100}, {110} oder mit vorherrschendem {211} mit {100}, {110}, {210}; die zuerst genannten überwiegen stark. Im Dünnschliff strohgelb, mit zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen mit unbeweglichen Libellen, ohne Spaltrisse, aber von unregelmäßigen Spalten und Rissen durchzogen, die von einer Zone doppeltbrechender Substanz umgeben sind; abgesehen hiervon ist das Mineral völlig isotrop. Aus der Analyse (Nr. III) ergibt sich (Ca, Mg, Mn, Na₂)₃As₂O₈ als Formel. Honiggelben Berzeliit von Långban analysierte (Analyse IV) A. G. Högbom (Geol. För. Förh.

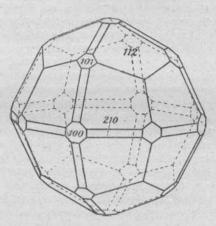


Fig. 9. Berzeliit, Långban, nach G. Flink, 1886/87. Lin. Vergr. etwa 0.91 der Originalfigur.

9, 397, 1887). A. H. Church (Min. Mag. 11, 10, 1897) erkannte in einem honiggelben, optisch isotropen Mineral von Långban, das ihm als Chondroarsenit übergeben worden war, bei der Analyse (Nr. V) ein Gemenge von Kühnit, also Berzeliit, und Kalkspat.

Als Natronberzeliit oder Sodaberzeliit bezeichnet H. Sjören (Bull. Geol. Inst. Upsala 2, 92, 1894) ein 5.05% Na₂O enthaltendes orangegelbes bis feuerrotes, wachsglänzendes, nicht deutlich spaltbares Mineral mit muscheligem bis unebenem Brueh, Härte 4—4.5, Dichte 4.21, von Långban. Tritt in Adern oder Nadeln in feinkristallinischem dolomitischen Kalkstein gewöhnlich derb auf und ist scheinbar häufig begleitet von dunkelbraunem, wahrscheinlich manganhaltigem Glimmer und einem unbekannten grauvioletten Mineral. Gelegentlich finden sich reguläre Kristalle und zwar {211} allein oder {211} vorherrschend mit {110}. Unter dem Mikroskop honiggelb, völlig optisch isotrop. Unterscheidet sich von gewöhnlichem Berzeliit äußerlich nur durch seine tiefgelbe Farbe. Die Analyse (Nr. VI) gibt als Formel, wenn die Bestandteile von H₂O den elektronegativen Bestandteilen zugerechnet werden, 10 RO·3 As₂O₅ (I), wenn sie als Hydroxylgruppen angesehen werden, die mit zweiwertigen Metallen verbunden sind, 3 RO·As₂O₅ (II). Bezüglich des Verhältnisses

des Natronberzeliits zum Karyinit, kommt H. Sjögren zu dem Ergebnis, daß a) entweder das eine Mineral die Formel I, das andere die Formel II (oder umgekehrt) habe, oder b), daß beide gleich zusammengesetzt sind und daß Polymorphie vorliegt, oder c), daß der Unterschied zwischen dem regulären Natronberzeliit und dem rhombischen Karyinit auf den Gehalt des letzteren an PbO zurückgeführt werden kann.

Pseudoberzeliit. Das Mineral wurde von W. Lindgren (Geol. För. Förh. 5, 552, 1880/81) bei der Untersuchung des Berzeliits von Långban entdeckt und als "doppeltbrechender Berzeliit" beschrieben. Schmutzig gelblichweiß bis hellschwefelgelb, im Aussehen mit gewöhnlichem Berzeliit übereinstimmend. Tritt derb in einem hellbraunroten, von Hausmannit durchzogenen Gemenge von Kalkspat und Manganglimmer auf, ist nicht deutlich spaltbar; im Dünnschliff schwach gelblich und, abgesehen von Einschlüssen (besonders von Braunit und Hausmannit), klar und homogen. Doppeltbrechend; Pleochroismus nicht merklich; Kristallsystem nicht bekannt. Nach der Analyse von L. W. Mc Cay (Nr. VII) ist das Mineral ein Orthoarseniat von Calcium, Magnesium und Mangan. L. J. Igelström (Geol. För. Förh. 7, 101, 1884/85; Bull. Soc. min. de Fr. 7, 27, 1884) kam zu dem Ergebnis, daß der doppeltbrechende Berzeliit von Långban nur eine Abart des Berzeliits, dagegen keine selbständige Mineralart sei und daß er chemisch mit dem von O. B. Kühn untersuchten Mineral übereinstimme. Hiergegen machte W. Linderen (Geol. För. Förh. 7, 291, 1884/85) geltend, daß der Berzeliit Kühns die Formel Mg10 As6 O25 aufweise und optisch isotrop sei, während das von W. Linderen beschriebene Mineral optisch anisotrop ist und die Formel Mg. As. Og hat. Ferner schlug W. LINDGREN (a. a. O.) für den doppeltbrechenden Berzeliit die Bezeichnung Pseudoberzeliit vor. E. Bertrand (Bull. Soc. min. de Fr. 7, 31, 1884) fand, daß Berzeliit von Långban bald einfach- und bald doppeltbrechend ist, und zwar enthielt ein und dasselbe Stück einfach- und doppeltbrechende Teile. Die Doppelbrechung ist äußerst unbestimmt und veränderlich; E. Bertrand (a. a. O.) konnte in Schnitten, die nach verschiedenen Richtungen verliefen, niemals deutliche Interferenzerscheinungen im konvergenten polarisierten Licht wahrnehmen. Bei einer Besprechung der Arbeit von L. J. IGELSTRÖM wies W. C. BRÖGGER (Ztschr. f. Kryst. 10, 516, 1885) darauf hin, daß Berzeliit und Pseudoberzeliit analog zusammengesetzte Orthoarseniate seicn und daß die Doppelbrechung des letzteren vielleicht durch dessen höheren Gehalt an Mangan bedingt sei; in diesem Falle seien beide Mineralien als voneinander verschieden aufzufassen. G. Flink (Nyt. Mag. 29, 301, 1885; Bih. Sv. Akad. Handl., 12, Afd. 2, Nr. 2, 27, 1886/87) sprach die Ansicht aus, Pseudoberzeliit sei vielleicht nur infolge innerer Spannung anomal doppeltbrechend.

Das von L. J. IGELSTRÖM (Geol. För. Förh. 7, 101, 1884/85; Bull. Soc. min. de Fr. 7, 27, 1884) auf der Mossgrube, Nordmarken, Wermland, Schweden, entdeckte Berzeliit-Mineral muß wegen seines optisch anisotropen Verhaltens als Pseudoberzeliit bezeichnet werden. Es ist gelblich, durchsichtig und tritt teils in Adern von rein gelber Farbe, teils mit Hausmannit und Kalkspat gemengt, teils in gelblichen Körnern, in einem hausmannitführenden Kalkstein, zusammen mit Manganosit, Pyrochroit, Brucit, Olivin, Manganspat, Schwerspat, in den manganführenden Gangbildungen der Grube auf. Schmilzt vor dem Lötrohr schwierig, ohne sich zu schwärzen, gibt auf Kohle einen schwachen Bleibeschlag, ist in Salz- und Salpetersäure leicht löslich; die salpetersaure Lösung reagiert auf Chlor. Weder Kristallformen noch Spaltbarkeit sind wahrnehmbar. Nach den Analysen (VIII—X) ist das Mineral nach der Formel R¹¹10 (As₂O₅)3 zusammengesetzt. L. J. IGELSTRÖM (a. a. O.) hatte mitgeteilt, daß das Mineral unter dem Mikroskop Einschlüsse von Hausmannit erkennen läßt, aber keine Angaben über das Verhalten im geradlinig polarisierten Licht gemacht; E. Bertrand (Bull. Soc. min. de Fr. 7, 31, 1884) zeigte, daß es stark

Berzeliit. 213

doppeltbrechend ist und immer dieselben optischen Eigenschaften aufweist. Nach E. Bertrand (a. a. O.) ist 2 E etwa 140°, die spitze Bisektrix positiv und das Mineral wahrscheinlich rhombisch. Bei einer Besprechung der obengenannten Arbeit von L. J. Igelström machte W. C. Brögger (Ztschr. f. Kryst. 10, 516, 1885) darauf aufmerksam, daß die Formel (Ca, Mg)₃As₂O₈ dem Analysenergebnis besser entspräche als die oben genannte. H. Sjögren (N. Jahrb. f. Min. 2, 248, 1885; Ztschr. f. Kryst. 10, 151, 1885) teilte eine von C. H. Lindström ausgeführte Analyse (Nr. X) des Minerals von Nordmarken mit. Es bildet runde, stets optisch anisotrope, durchsichtige und von unregelmäßigen Rissen durchsetzte, oft verwitterte und dann grauliche oder fast opake, millimetergroße Körner, die stellenweise in Hausmannit führenden Kalkstein eingewachsen sind; das Mineral ist primär. Nach der Analyse ist das Mineral anders zusammengesetzt als das von L. J. Igelström (a. a. O.) untersuchte, trotzdem das Vorkommen gleichartig zu sein scheint.

Pyrrhoarsenit (πυρρός, feuerfarbig; arsenicum) nannte L. J. IGELSTRÖM (Bull. Soc. min. de Fr. 9, 218, 1886) ein rötlichgelbes, in der Farbe dem Kaliumdichromat ähnliches, in Adern von wenig Zentimetern Breite und kleinen Anhäufungen gemeinsam mit Schwerspat, Tephroit, Kalkspat, Hausmannit auf der Sjögrube bei Grythytte, Gouv. Orebro, Schweden, und zwar im Hausmannit auftretendes Mineral. Ohne Kristallformen, deutlich spaltbar, Härte etwa 4, im höchsten Grade durchsichtig, Strich gelb, Pulver schwefelgelb. Nach E. Bertrand (bei L. J. Igelström, a. a. O.) in den optischen Eigenschaften dem Berzeliit von Långban ähnlich; größtenteils einfachbrechend, nur einzelne spärliche Teile des Minerals sind doppeltbrechend. Vor dem Lötrohr auf Kohle ohne Aufschäumen und Zerknistern leicht zu einer nicht magnetischen Kugel schmelzend, mit Soda im Reduktionsfeuer starker Arsengeruch und Antimonbeschlag, mit Soda im Oxydationsfeuer Manganreaktion, im Kölbehen etwas Wasser. In kalter Salz- und Salpetersäure leicht löslich; aus der Lösung fällt Schwefelsäure Calciumsulfat, Wasser zuerst Antimon- und dann Arsentrioxyd aus. Schwärzt sich beim Erhitzen an der Luft stärker als Berzeliit, jedoch weniger als Allaktit, Polyarsenit, Xanthoarsenit, Synadelphit, Diadelphit, Chondroarsenit. Das Mineral hat die Formel (Mn, Ca, Mg), (As, Sb), Og; unterscheidet sich also durch den Antimongehalt von Berzeliit (Analyse XI). Nach A. G. Högвом (Geol. För. Förh. 9, 397, 1887), der rotgelben und rein gelben, von Scheelit begleiteten, optisch isotropen Pyrrhoarsenit von der Sjögrube untersuchte (Analyse XII-XIII) kann das Mineral nicht als ein antimonhaltiger Berzeliit betrachtet werden, da ersterer gegenüber der Formel RII3As, O8 einen Überschuß an Basen hat. L. J. IGELSTRÖM (N. Jahrb. f. Min. 1889, 1, 49) analysierte (Analyse XV) ein hell strohgelbes, wasserfreies, antimonhaltiges Arseniat aus ziemlich reinem Dolomit und ohne Begleitung von Scheelit; es bildet Flecke und Klumpen im Dolomit und ist auch innig mit ihm gemengt. Ohne Kristallformen und ohne Spaltbarkeit, optisch isotrop; vor dem Lötrohr nahezu unschmelzbar, gibt weniger Arsen- als Antimonrauch und enthält etwa doppelt soviel Antimon wie die von A.G. Högbom untersuchten Pyrrhoarsenite. L. J. IGELSTRÖM (a a. O.) erklärte das von ihm untersuchte Mineral für einen Pyrrhoarsenit und kam zu dem Ergebnis, daß im Pyrrhoarsenit nicht Mischungen, sondern Verbindungen von Orthoarseniaten mit Pyroantimoniaten vorliegen. Später untersuchte L. J. IGELSTRÖM (Ztschr. f. Kryst. 23, 592, 1894) reingelben Pyrrhoarsenit von der Sjögrube, der aus einem Gemenge von Rhodonit, Schwerspat und Kalkspat stammte und wegen inniger Mengung mit Schwerspat und Rhodonit nicht in reinem Zustande erhalten werden konnte (Analyse XVI). Er fand kein Antimon und schloß aus seinen Untersuchungen, daß Pyrrhoarsenit nur eine manganreiche Abart von Berzeliit sei; ferner wies er darauf hin, daß man das von ihm zuletzt analysierte, 28 % MnO enthaltende Mineral als Manganberzeliit bezeichnen könnte.

Als Chloroarsenian (χλωφός, gelbgrün; arsenicum) bezeichnete H. L. Ισειström

(Geol. För. Förh. 15, 471, 1893; Ztschr. f. Kryst. 22, 468, 1894) ein völlig frisches, in glasglänzenden, kleinen, gelbgrünen Körnern und wahrscheinlich monoklinen oder triklinen Kristallen auftretendes Mineral von der Sjögrube. Findet sich ausschließlich verstreut in Basiliit und zwar dort, wo dieser Spalten in Hausmannit bildet; Basiliit und Chloroarsenian sind Infiltrationsprodukte und zwar ist das letztere das jüngste von beiden Mineralien. Besteht aus Arsensäure, vielleicht auch arseniger Säure und Mangan; enthält kein Wasser und Antimon; wird beim Glühen schwarz und metallglänzend und löst sich leicht in Salzsäure.

Vereinigte Staaten von Nordamerika. F. W. CLARKE (Journ. Wash. Acad. Sc. 2, 516, 1912. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 55, 406, 1920) hält ein weißes amorphes Mineral von der Sunshine-Grube, Mercur-Distrikt, Utah, nach der Analyse von W. F. Hillebrand für eine Mischung von Liskeardit mit Berzeliit oder einem anderen Doppelarseniat.

Analysen. Theor.: $Mg_3As_2O_8$: $34\cdot47$ MgO; $65\cdot53$ As_2O_5 . $Ca_3As_2O_8$: $42\cdot25$ CaO; $57\cdot75$ As_2O_5 . $Mn_3As_2O_8$: $48\cdot07$ MnO; $51\cdot93$ As_2O_5 . Na_8AsO_4 : $44\cdot72$ Na_2O ; $55\cdot28$ As_2O_5 .

Nr.	Dichte	MgO	CaO	MnO	As205	$\mathrm{Sb_2O_5}$	Summe	einschließlich
I.	2.521	15.68	23 • 22	2.13	58.51		99.84	0.30 Glühverlust
II.	2 • 52 1	15.61	20.96	4.26	56.46	-	100.47	2.95 Glühverlust, 0.23 unlösl.
III.	4.08	10.10	20.73	8.40	60.00		.99.96	0.73 Na ₂ O
IV.	-	16.12	19.97	5.68	57.59		99.85	0·49 unlösl.
V.	<u> </u>	13.00	21.61	3.28	56.25	-	100.00	5.86 Glühverlust (CO ₂ aus beigemengtem Kalkspat)
VI.	4·21 bei 17° C.	0.72	18.34	21.41	52.90	Spur	99.53	$\begin{array}{cccc} 0 \cdot 24 & V_2O_5, & \text{Spur Cl,} \\ 0 \cdot 38 & \text{FeO,} & 0 \cdot 09 \\ \text{K}_2O, & 5 \cdot 05 & \text{Na}_2O, \\ 0 \cdot 40 & \text{H}_2O \end{array}$
VII.	4.03 bis 4.04	12.81	20.00	4.18	62.00		99.67	Spur PbO, 0.68 Rückstand (SiO ₂)
VIII.	-	16.95	25 • 25	Spur	57.80	-	100.00	Spur PbO
IX.	CO-HILL	17.01	26.56	Spur	56.43	(1 -)=	100.00	
X.		18.71	25.15	1.67	49.01		97.682	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
XI.		3.58	18.68	17.96	58	06	100 • 15	1.02 unlösl., 0.85 Glühverlust, Spur (Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃)
XII.	-	3.50	18.35	19.18	50.92	2.60	99.78	1.27 CO ₂ , 3.96 BaSO ₄ (ungelöst), Spur FeO
XIII.	4.01	7.53	18.54	14.12	53.39	2.90	99.42	1.58 CO ₂ , 1.36 BaSO ₄
XIV.	-	8.00	17.50	15.03	56.40	3.07	100.00	
XV.	-	9.20	20.21	10.82	53 • 23	6.54	100.00	
XVI.		3.33	15.55	28.38	51.88	4	99 • 14	Spur FeO

¹ unrein. Alkalien, wahrscheinlich Na₂O, machen den Verlust aus.

 $^{^2}$ Eine zweite Bestimmung ergab: 3 · 55 MgO, 18 · 50 CaO, 17 · 12 MnO.

Monimolit. 215

Långban, Schweden. I—VII. I., II. O.B. Kühn, Lieb. Ann. 34, 211, 1840; Phil. Mag. 18, 157, 1841. III. G. FLINK, Nyt. Mag. 29, 301, 1885; Bih. Sv. Vet.-Ak. Handl. 12, Afd. 2, Nr. 2, 27, 1886/87. IV. A. G. Högbom, Geol. För. Förh. 9, 397, 1887. V. A. H. Church, Min. Mag. 11, 10, 1897 (Gemenge von Berzeliit und Kalkspat). VI. Natronberzeliit. R. Mauzelius bei H. Sjögren, Bull. Geol. Inst. Upsala 2, 92, 1894/95. VII. Pseudoberzeliit. L. W. Mc Cay bei W. Lindgren, Geol. För. Förh. 5, 552, 1880/81.

Mossgrube, Nordmarken, Wermland, Schweden. VIII—X. VIII. Pseudoberzeliit. L. J. IGELSTRÖM, Geol. För. Förh. 7, 101, 1884; Bull. Soc. min. de Fr. 7, 27, 1884. IX. Pseudoberzeliit, gemengt mit Dolomit und Hausmannit, H. L. IGELSTRÖM, a. a. O. X. Pseudoberzeliit. C. H. LINDSTRÖM bei H. SJÖGREN, Ztschr. f. Kryst. 10, 151, 1885; N. Jahrb. f. Min. 1885, 2, 248.

Sjögrube bei Grythytte, Örebro, Schweden. XI.—XVI. Pyrrhoarsenit. XI. L. J. IGELSTRÖM, Bull. Soc. min., de Fr. 9, 218, 1866. XII.—XIII. A. G. HÖGBOM, Geol. För. Förh. 9, 397, 1887. XII. rotgelb; XIII. rein gelb. XIV. Analyse XIII., auf reines Material von L. J. IGELSTRÖM, N. Jahrb. f. Min. 1889, 1, 49, umgerechnet. XV. L. J. IGELSTRÖM, N. Jahrb. f. Min. 1889, 1, 49; strohgelb, etwas heller als das von A. G. HÖGBOM (Nr. XIII., XIV.) benutzte Mineral; auf reine Substanz umgerechnet. XVI. L. J. IGELSTRÖM, Ztschr. f. Kryst. 23, 592, 1884; rein gelb.

3. Monimolit. (Pb, Fe, Mn)₃(SbO₄)₂. 1

Regulär. — Beobachtete Formen: $a\{100\} \infty O \infty$. $d\{110\} \infty O$. $o\{111\} O$. $m\{311\} 3 O 3$.

Habitus¹ oktaedrisch und kubisch; auch in derben Massen und als Überzug. Dichte¹ 5·9—7·2; Bruch halbmuschelig bis splitterig, spröde; undeutlich oktaedrisch spaltbar; Härte 5—6. Glanz fettartig bis metallisch; gelblich, bräunlichgrün, dunkelbraun bis fast schwarz; Strich strobgelb, zitronengelb, zimtbraun; durchscheinend bis fast undurchsichtig.¹ Optisch isotrop, nur die randliche Zone von kubischen Kristallen ist stellenweise doppeltbrechend.¹

Vor dem Lötrohr in der Zange zu einer schwarzen, blasigen Schlacke schmelzend, gibt vor dem Lötrohr auf Kohle Blei- und Antimonbeschlag und leicht ein aus Blei und Antimon bestehendes, glänzendes, geschmeidiges Metallkorn. Beim Erhitzen im Kölbchen entweicht nichts Flüchtiges. Borax und Phosphorsalz lösen das Mineral auch in ziemlich erheblicher Menge zu einem gelben Glase, das sich in der Reduktionsflamme nicht verändert; mit Soda Manganreaktion. Mit Ausnahme der Abart "Typus II",¹ die sich leicht in schmelzendem Alkalicarbonat löst, sind sämtliche bisher untersuchten Monimolite weder in den stärksten Säuren noch in gelösten oder schmelzenden kaustischen und kohlensauren Alkalien löslich. Nach Reduktion im Wasserstoffstrom ist das Mineral säurelöslich.

¹ Näheres vgl. unter "Vorkommen".

Vorkommen. L. J. IGELSTRÖM (Öfv. Sv. Akad. Förh. 22, 227, 1865) entdeckte das Mineral auf den Eisenerz- und Manganerzgruben von Pjasberg, Wermland, Schweden, in der Harstiggrube und nannte es wegen seiner Widerstandsfähigkeit gegen chemische Einflüsse Monimolit (μόνιμος, beständig). Es bildet oktaedrische, von L. J. IGELSTRÖM für wahrscheinlich tetragonale Bipyramiden gehaltene Kristalle und Körner, die mit Tephroit auf Kalkspat in Magneteisenerz sitzen. Farbe gelb, Pulver zitronengelb. A. E. Nordenskiöld (ebenda 27, 550, 1870) erklärte die Kristalle für tetragonale Bipyramiden (111) und fand (111)(111) = 70° 23.6' daraus a:c=1:0.9949) und (111)(111) = 109° 12′. Ferner bestimmte er den Oxydationsgrad des in dem Mineral enthaltenden Antimons, gab (Pb, Mn)3Sb2O8 als Formel des Minerals an, während L. J. IGELSTRÖM RISb2O9 gefunden hatte, und wies auf die angeblich bestehenden kristallographischen Beziehungen zu KH₂PO₄ und NH4HPO4 hin. G. FLINK (Nyt. Mag. 29, 304, 1885; Bih. Sv. Akad. Handl. 12, Afd. 2, Nr. 2, 35, 1886/87) erkannte, daß das Mineral optisch isotrop und regulär ist und unterschied bei ihm zwei Typen. Typus I. Kommt in Sprüngen und Spalten vor und zwar in kleinen Adern derb, in größeren in Kristallen, begleitet von kleinen platten Oktaedern von Magnetit und umgeben von einem Filzwerk von haarfeinen Nadeln von Richterit; ferner tritt das Mineral auch auf grauem Tephroit und lichtem Hedyphan auf. Kristalle mit vorherrschendem Oktaeder (Fig. 10), dazu {311}

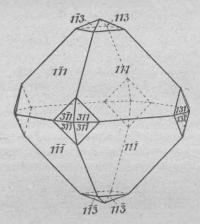


Fig. 10. Monimolit, Pjasberg, Typus I, nach G. Flink, 1886/87. Lin. Vergr. etwa 0.67 der Originalfigur.

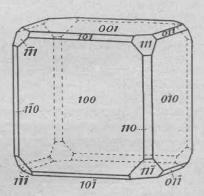


Fig. 11. Monimolit, Pjasberg, Typus II, nach G. Flink, 1886/87. Lin. Vergr. etwa 0.67 der Originalfigur.

als Zuspitzung der Ecken, klein, höchstens einige Millimeter groß, scharf und vortrefflich ausgebildet, besonders auf den Oktaederflächen stark glänzend, obgleich diese selten eben sind und selten ohne eine gleichsam gebrochene Außenseite auftreten; diese Erscheinung wird durch parallele Subindividuen hervorgerufen. Flächeu von {311} gewöhnlich weniger stark glänzend und mit zahlreichen unregelmäßigen Vertiefungen auf der Oberfläche versehen. Bruch muschelig und fettglänzend. Im reflektierten Lichte braungelb, zuweilen mit einem Stich ins Grüne; wenig durchscheinend; Kristallflächen oft schöne bunte Anlauffarben aufweisend. Im Dünnschliff parallel (111) vollkommen optisch isotrop, mit schöner gelbgrüner Farbe lichtdurchlässig. Pulver strohgelb, Dichte 6·5792, Härte 6. Vor dem Lötrohr in der Zange in dünnen Splittern zu einer schwarzen, blasigen Schlacke schmelzend; gibt vor dem Lötrohr auf Kohle Blei- und Antimonbeschlag und leicht glänzende Metall-

Monimolit. 217

kugeln. Wird von Säuren und schmelzenden Alkalien nicht angegriffen, im Wasserstoffstrom aufschließbar, die Analyse (Nr. II.) ergab RII, Sb₈O₃₅ als Formel.

Typus II: Seltener als Typus I. Tritt nur in ziemlich weiten Spalten auf, die nachträglich mit Kalkspat ausgefüllt wurden, ist von derbem Tephroit und gelbbraunem nadeligen Richterit begleitet, der in dichten Massen zwischen den Monimolitkristallen sitzt. Ferner kommen in der Umgebung des Minerals noch gelber Granat in kleinen unregelmäßigen Körnern, derber Hedyphan und Schuppen von Graphit oder Molybdänglanz vor. Kristalle mit vorherrschendem Hexaeder (Fig. 11), dazu {111}, {110}. Würfelflächen oft ziemlich stark gewölbt, {111} befindet sich zuweilen mit {100} im Gleichgewicht; {110} erscheint meist sehr untergeordnet. Ein Teil der Kristalle ist nach einer der drei kristallographischen Achsen verlängert, und in der dadurch bestimmten Zone sind die Flächen von {100} und {110} gleich stark entwickelt, so daß scheinbar achtseitige Prismen auftreten. Die Kristalle des Typus II sind etwa ebenso groß wie die des Typus I, ihre Oberfläche ist eben und glänzt stark. Dunkelbraun, nahezu schwarz, metallisch glänzend wie Zinnerz; nur in dünnsten Splittern mit brauner Farbe durchscheinend, auch im Dünnschliff wenig durchsichtig. Die Kristalle lassen im Dünnschliff eine äußere, etwas stärker lichtdurchlässige Zone und einen inneren, schwächer lichtdurchlässigen Kern erkennen; erstere weist oft Spuren von Doppelbrechung auf, letzterer ist völlig optisch isotrop. Bruch splitterig, Pulver zimtbraun, Dichte 7.287, Härte 5. Lötrehrvorhalten mit dem des Typus I übereinstimmend; in schmelzendem Alkalicarbonat im Gegensatz zu (I) leicht löslich. Nach der Analyse (Nr. III.) kommt dem Mineral die Formel R¹¹₂Sb₂O₈ zu; es enthält kein Calcium. L. J. Igelström (N. Jahrb. f. Min. 1889, 1, 49) gab folgende Zusammenstellung: Typus I: a) Pb₈Sb₂O₈ nach A. E. Nordenskiöld (a. a. O.); b) (Pb, Fe, Ca, Mg)₄Sb₂O₆ nach L.J. Igelström. Typus II: (Pb, Fe, Mn), Sb, O, nach G. FLINK.

Nach A. E. Nordenskiöld (Öfv. Sv. Akad. Förh. 27, 550, 1870) kommt Monimolit in schwarzbraunen Oktaedern gemeinsam mit Tephroit und Hedyphan bei Långban, Wermland, Schweden, vor; später (A. E. Nordenskiöld, Geol. För. Förh. 3, 379, 1876/77) teilt er mit, daß auf einem im schwedischen Reichsmuseum befindlichen Handstück von Långban Monimolit in braunen Körnern und Kristallen in einen von Rhodonit und Tephroit umgebenen Kalkspat eingewachsen vorkommt und hebt unter der Voraussetzung, daß keine Verwechslung von Fundorten vorliegt, die Ähnlichkeit der Vorkommen von Pjasberg und Långban hervor.

Analysen.

Pjasberg, Wermland, Schweden. I—III. I. L. J. IGELSTRÖM (Öfv. Sv. Akad. Förh. 22, 227, 1865). II., III. G. FLINK (Nyt. Mag. 29, 304, 1885; Bih. Sv. Akad. Handl. 12, Afd. 2, Nr. 2, 35, 1886/87). II. "Typus I". III. "Typus II".

Nr.	Dichte	PbO	FeO	CaO	$\mathrm{Sb}_2\mathrm{O}_5$	Summe	einschließlich
I. II.	5·94 6·5792	42·40 42·74	6·20 ¹ 5·38	7·59 9·70	40.29		3.25 MgO 0.41 MnO, 0.56 MgO, 0.54 Na ₂ O
III.	7.287	55.33	5.57	-	38 • 18	100 • 242	1.16 MnO

¹ Einschließlich MnO.

² Im Original steht 99.24.

4. Mauzelit. $Ti(R^{ti}SbO_4)_4$ (?).

Regulär. Beobachtete Formen: $o\{111\}O$. $a\{100\} \infty O \infty$. $m\{311\} 3 O 3$. Oktaedrische Kristalle.

Dichte 5.11. Bruch uneben bis splitterig. Härte 6—6.5. Glasund Fettglanz; dunkelbraun, auf Bruchflächen heller; Pulver hellgelbweiß.

Gibt vor dem Lötrohr auf Kohle mit Soda im Reduktionsfeuer ein Metallkorn, in der Phosphorsalzperle, jedoch nicht sicher, die Titanreaktion, mit Soda und Salpeter Manganreaktion. In Flußsäure unlöslich.

Vorkommen. Fand sich mit rosenrotem Svabit auf grobkristallinem Kalkspat in 1-2 cm breiten Spalten in einem Gemenge von Hausmannit, Kalkspat, gelbem Granat, derbem Schefferit und Manganophyll auf der Jakobsgrube in Wermland, Schweden; erinnert im Aussehen stark an Monimolit. Kristalle gewöhnlich 5 mm dick; Oktaederflächen nur bei den kleineren Kristallen eben, bei den größeren geknickt und gleichsam in Felder geteilt. Würfelflächen mit Gruben versehen; Flächen von m weniger glänzend und nach den Kombinationskanten (111): (100) gestreift. Bei der von R. Mauzelius bei H. Sjögren (a. a. O.) ausgeführten Analyse konnte Fluor wegen eines Unfalles nicht unmittelbar bestimmt werden; 0.6 g Substanz gaben jedoch eine starke Reaktion auf Fluor. Da Fluor beim Glühen des Minerals nicht entweicht, wurde der Glühverlust als Wasser angenommen; auf Bor und Schwefel wurde vergebens geprüft. Ohne Berücksichtigung des Fluorgehaltes ergibt sich als Formel des Mauzelits Ti[RIISbO4], oder TiO·RII3[Sb2O7]; mit Berücksichtigung TiF₂·R^{II}₅[SbO₄]. — Das Mineral wurde bisher nur von H. Sjögren (Geol. För. Förh. 17, 313, 1895) beschrieben; er nannte es Mauzelit zu Ehren von R. MAUZELIUS.

Nr.	Dichte	CaO	PbO	TiO ₂	Sb ₂ O ₅	Summe	einschließlich
I.	5.11	17.97	6.79	7.93	59.25	101.531	0·79 FeO. 1·27 MnO, 0·11 MgO, 0·22 K ₂ O, 2·70 Na ₂ O, 0·87 H ₂ O, ² 3·63 F. ³

5. Karyinit. (Pb, Mn, Ca, Mg)₃(AsO₄)₂.4

Rhombisch.⁵ a:b:c=0.86165:1:? H. Sjögren.⁶ Kristallformen nicht bekannt; nur feinkörnig und spätig. Deutlich spaltbar nach (110) und (010).

- 1 Hiervon ab: 1.53 O für F_{2} ergibt Summe 100.
- ² Aus dem Glühverlust berechnet.
- ³ Aus dem Verlust berechnet.
- 4 Weitere Angaben vgl. unter "Vorkommen".
- ⁵ Nach A. Des Cloizeaux monoklin (vgl. ,, Vorkommen").
- ⁶ Aus dem Spaltungswinkel (110)(010) = 49° 15′ berechnet; H. Sjögren, Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala 2, 39, 1894/95; vgl. "Vorkommen".

Dichte 4.25-4.29. Härte 4 (nach C. H. Lundström, a. a. O., an unreinem Material 3-3.5).

Fettglanz; braun (nußbraun bis gelbbraun in verschiedenen Abtönungen); halbdurchscheinend. Nicht pleochroitisch; optisch positiv; Ebene der optischen Achsen parallel (100); c = b; a = c; $2E = 41^{\circ}50'$ bis 47° ; Dispersion der optischen Achsen $\rho > v$.

Schmilzt vor dem Lötrohr zu einer schwarzen Perle und reagiert stark auf Blei, Arsen und Mangan. In Salpetersäure löslich.

Vorkommen. C. H. Lundström (Geol. För. Förh. 2, 178, 1874/75) entdeckte das Mineral, das nach ihm feinkörnig und innig mit Kalkspat und Hausmannit gemengt auftrat, zu Långban, Wermland, Schweden, und nannte es wegen seiner braunen, gelbbraunen (auch gelblichen) Farbe Karyinit (καρύινος, nußbraun; a. a. O. wird das Mineral jedoch auch als Koryinit bezeichnet). Nach der Analyse (Nr. I.) schrieb ihm C. H. Lundström die Formel RII. As. O. zu. H. Sjögren (ebenda 2, 533, 1874/75) zeigte durch optische Untersuchung eines hellgelben Karyinits von Långban, daß das von C. H. Lundström benutzte Material nicht einheitlich war; er erkannte die Spaltbarkeit nach zwei ungefähr aufeinander senkrechten Richtungen und die optische Anisotropie des Minerals und beobachtete, daß Karyinit randlich von Berzeliit umgeben ist. Hieraus schloß er, daß Berzeliit durch Verwitterung aus Karyinit entsteht, wobei Blei und Mangan fortgeführt werden. W. Lindgren (ebenda 5, 556, 1880/81) bestätigte die Angaben von H. Sjögren und wies auf den Mangel an Pleochroismus beim Karvinit und auf die lebhaften Interferenzfarben hin, die das Mineral im Dünnschliff aufweist. A. Des Cloizeaux (Bull. Soc. min. de Fr. 4, 56, 1881) gab etwa 50° als den Wert des Winkels zwischen den Spaltungsrichtungen des Karyinits an; ferner stellte er fest, daß das Mineral optisch zweiachsig ist (mit $2E = 41^{\circ}58'$ bis 47°), eine schwache Dispersion des Winkels der optischen Achsen $(\varrho > v)$ und eine deutliche horizontale Dispersion erkennen läßt; nach ihm wäre Karyinit monoklin. H. Sjögren (Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala 2, 39, 1894/95) untersuchte einen Karyinit von Långban, der mit dem von C. H. Lundström (a. a. O.) geprüften in der Farbe übereinstimmte, jedoch nicht feinkörnig war. Er füllte auf der Lagerstätte Spalten in einem Gemenge von Schefferit, Rhodonit und Hedyphan aus; das Füllmaterial der Spalten enthielt in den randlichen Teilen Hedyphan, im Inneren Karyinit. Das Mineral ist nicht feinkörnig, sondern massig und weist deutlich Spaltflächen, jedoch keine Kristallflächen auf. Auf den Spaltflächen zeigten sich oft schmale Adern eines isotropen Minerals, wahrscheinlich von Berzeliit; dieser wurde sonst nicht gefunden, und H. Sjögren betrachtet dies als eine Bestätigung der Ansicht, daß Berzeliit aus Karyinit hervorgeht. Im Dünnschliff weist das Mineral zwei gleichwertige Spaltrichtungen d und d' und eine dritte, den beiden anderen ungleichwertige Spaltungsrichtung b mit den Winkeln $d:b=49^{\circ}10'$, $b:d'=49^{\circ}20''$ auf; diesen Winkeln entspricht der von A. Des Cloizeaux (a a. O.) angegebene Spaltungswinkel 50°. Es entsprechen die zwei Richtungen d und d' einem Prisma, das H. Sjögren als {110} annimmt; dann ist die Richtung b gleichwertig mit [010]. Die optische Untersuchung von Platten der Zone (110): (010), insbesondere von solchen parallel und senkrecht (010) lehrt, daß das Mineral rhombisch kristallisiert; die von A. Des Cloizeaux (a. a. O.) wahrgenommene horizontale Dispersion konnte H. Sjögren nicht auffinden. Nach der Analyse von R. Mauzelius (Nr. II.) hat das Mineral, wenn man H2O als mit den elektronegativen Bestandteilen verbunden ansieht, die Formel R₁₀As₆O₂₅; faßt man

¹ Weitere Angaben vgl. unter "Vorkommen".

 $\rm H_2O$ dagegen als verbunden mit den elektropositiven Bestandteilen auf, so kommt dem Karyinit die Formel $\rm R_3AsO_8$ zu (vgl. auch Berzeliit).

Analysen. Karyinit von Långban. I—II. I. C. H. Lundström, Geol. För. Förh. 2, 178, 1874/75. Unreines Material. II. R. Mauzelius bei H. Sjögren, Bull. Geol. Inst. Univ. Upsala, 2, 39, 1894/95.

Nr.	Dichte	PbO	MnO	CaO	As_2O_5	Summe	einschließlich
I.	4.25	10.52	15.82	16.40	47-17	99.28	0.54 FeO, 4.25 MgO, 0.07 Cl, 3.86 CO ₂ (aus CaCO ₃), 0.65 un- löslich
II.	4·29 bei 14° C.	9.21	18.66	12.12	49.78	100.68	0.19 P ₂ O ₅ , Spur (?) V ₂ O ₅ , 0.54 FeO oder Fe ₂ O ₆ , 3.09 MgO, 1.03 BaO, 0.37 K ₂ O, 5.16 Na ₂ O, 0.53 H ₂ O, Spur Cl

Dritte Gruppe.

Normale Salze eines zwei- und eines einwertigen Metalls.

- 1. Beryllonit
- 2. Natrophilit

3. Triphylin Lithiophilit

1. Beryllonit. NaBePO₄.

Rhombisch. a:b:c=0.57243:1:0.54901 E.S. Dana u. H.L. Wells. Beobachtete Formen: $a\{100\} \otimes P \otimes .$ $b\{010\} \otimes P \otimes .$ $c\{001\} 0 P.$ $g\{410\} \otimes P \overline{4}.$ $h\{310\} \otimes P \overline{3}.$ $i\{210\} \otimes P \overline{2}.$ $j\{320\} \otimes P \frac{3}{2}.$ $m\{110\} \otimes P.$ $h\{230\} \otimes P \frac{3}{2}.$ $l\{120\} \otimes P \overline{2}.$ $n\{130\} \otimes P \overline{3}.$ $o\{140\} \otimes P \overline{4}.$ $n\{150\} \otimes P \overline{5}.$ $p\{160\} \otimes P \overline{6}.$ $q\{1.12.0\} \otimes P \overline{12}.$ $d\{102\} \frac{1}{2} P \overline{\otimes}.$ $e\{101\} P \overline{\otimes}.$ $f\{201\} 2 P \overline{\otimes}.$

 $^{^1}$ Berechnet aus (001) (111) = 47° 51½′, (001) (021) = 47° 40½′. Jeder dieser Werte ist das Mittel aus Messungen von gleicher Genauigkeit, die an zwei voneinander unabhängigen Winkeln an verschiedenen Kristallen ausgeführt wurden, wobei der wahrscheinliche Fehler den Betrag von \pm 1′ nicht übersteigt. E. S. Dana u. H. L. Wells, a. a. O. 1889.

 $\psi\{112\}\frac{1}{2}P$. $v\{111\}P$. $s\{221\}2P$. $\Delta\{331\}3P$.

 $R\{411\} \ 4 \ P \overline{4}$. $u\{212\} \ P \overline{2}$. $r\{211\} \ 2 \ P \overline{2}$. $T\{421\} \ 4 \ P \overline{2}$.

 $\varphi \{232\} \tfrac{3}{2} P \tfrac{3}{2}. \quad t\{231\} \ 3 P \tfrac{3}{2}. \quad \varrho \{123\} \tfrac{2}{3} P \widecheck{2}. \quad \chi\{122\} P \widecheck{2}. \quad w\{121\} \ 2 P \widecheck{2}. \\ \sigma \{132\} \tfrac{3}{2} P \widecheck{3}. \quad x\{131\} \ 3 P \widecheck{3}. \quad Q\{142\} \ 2 P \widecheck{4}. \quad y\{141\} \ 4 P \widecheck{4}. \quad x\{151\} \ 5 P \widecheck{5}. \\ \tau \{163\} \ 2 P \widecheck{6}. \quad \omega\{161\} \ 6 P \widecheck{6}.$

Außerdem noch weitere, nicht bestimmbare Formen.

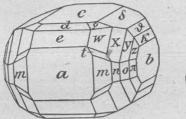
	a (100)	b (010)	c (001)		a (100)	b (010)	c (001)
g (410)	80 9'	81°51′	900 0'	ψ (112)	65°11′	76° 6′	28°55′
h (310)	10 48	79 12	90 0				
i(210)	15 58	74 2	90 0	v (111)	49 57	68 23	*47 51-
j (320)	20 53	69 7	90 0	s (221)	37 45	63 5	65 39
m(110)	29 47	60 13	90 0	⊿ (331)	33 49	61 36	73 13
k (230)	40 39	49 21	90 0				
l(120)	48 52	41 8	90 0	R(411)	16 34	82 7	75 32
n(130)	59 47	30 13	90 0				
o(140)	66 241	23 35 1/2	90 0	u (212)	47 14	78 48	44 56
π (150)	70 441	$19\ 15\frac{1}{2}$	90 0	r(211)	30 441	75 46 ¹	63 23
p (160)	73 46	16 14	90 0	T(421)	21 10	74 31	75 46
q(1.12.0)	81 43	8 17	90 0				
				φ (232)	53 29	$59\ 16\frac{1}{2}$	51 39
d (102)	64 23	90 0	25 37	t(231)	45 8	52 43	68 25
e (101)	46 12	90 0	43 48				PARTIE
f(201)	27 32	90 0	62 28	φ (123)	73 17	70 47	25 55
α (014)	90 0	82 11	7 49	χ (122)	67 12	63 40	36 5
β (013),	90 0	79 38	10 22	w(121)	57 9	51 36	55 33
γ (012)	90 0	74 39	15 21	- (100)	69 41	50.04	43 37
δ (023)	90 0	69 54	20 6	$\sigma(132)$		53 24	
0 (020)		00 01	20 0	x(131)	63 32	40 4	62 19
ε (011)	90 0	61 14	28 46	Q (142)	72 6	45 17	50 9
ζ (032)	90 0	50 32	39 28	y (141)	68 19	32 15	67 21
η (021)	90 0	$42\ 19\frac{1}{2}$	$*47 \ 40\frac{1}{2}$	9 (111)	00 10	02 10	0. 21
A (031)	90 0	31 16	58 44	z (151)	71 50	26 47	71 1
и (041)	90 0	24 29	65 31			7 10 10	1 332 3
λ (051)	90.0	20 1	69 59	$\tau(163)$	77 51	43 452	43 50
μ (061)	90 0	16 53	73 7	ω (161)	74 26	22 49	73 45

¹ Nach der Berichtigung (s. u) 75° 56'.

Ztschr. f. Kryst. 15, 279, 1889: 43° 43′.
 Nach der Berichtigung (s. u.) 48° 50′.

Kristallbruchstücke von Erbsengröße bis zu 1-2 Quadratzoll und 40-50 g schwer; gut ausgebildete Kristalle selten, bis zu einem Zoll im Durchmesser groß. Kristalltracht kurz prismatisch oder tafelig, beträchtlich wechselnd infolge des Schwankens der relativen Größe der Bipyramiden, unter denen w {121} gewöhnlich vorherrscht. Kristalle sehr flächenreich, besonders stark entwickelt sind die Prismen aus der Zone der kristallographischen e- und a-Achse; vorherrschende Zonen, mit Ausnahme der pinakoidalen, sind z. B.:

1. $e\{101\}$, $u\{212\}$, $v\{111\}$, $\varphi\{232\}$, $\neg w\{121\}$, $x\{131\}$, $y\{141\}$, $x\{151\}$, $\omega\{161\}$. 2. $r\{211\}$, $s\{221\}$, $t\{231\}$. 3. $\psi\{112\}$, $\chi\{122\}$, $\sigma\{132\}$, $Q\{142\}$. 4. $m\{110\}$, $t\{231\}$, $w\{121\}$, $\sigma\{132\}$, $s\{011\}$. 5. $l\{120\}$, $x\{131\}$, $Q\{142\}$, $s\{011\}$.



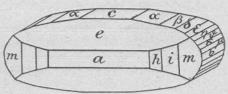


Fig. 12 u. 13. Beryllonit, Stoneham, nach E. S. Dana u. H. L. Wells, 1889. Lin. Vergr. bei Fig. 12 etwa 1.43, bei Fig. 13 etwa 1.46 der Originalfigur.

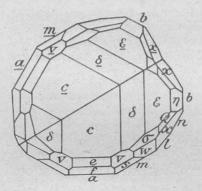


Fig. 14. Beryllonit, Stoneham, Zwilling nach {110}, E. S. Dana u. H. L. Wells, 1889. Lin. Vergr. etwa 1.23 der Originalfigur.

Zwillinge nach m (110) mit $a:\underline{a}=120^{\circ}$ 25', nicht selten (Fig. 14); Wiederholung der Zwillingsbildung nicht ungewöhnlich; in einigen solchen Fällen bestehen die Kanten eines größeren Kristallaggregats aus äußerst flächenreichen Teilkristallen in aufeinanderfolgender Zwillingsstellung; einige dieser Gruppen erinnern in ihrem Aussehen an Bournonit. Einmal wurde eine nicht zufällige Verwachsung von deutlich pseudohexagonalem Habitus beobachtet; das ihr zugrunde liegende Gesetz konnte nicht ermittelt werden.

Kristalle mit äußerst zahlreichen Einschlüssen von verschiedener Anordnung und Beschaffenheit. Parallel zur kristallographischen c-Achse hohle, mit erdiger Masse oder meistens mit Flüssigkeit erfüllte Kanäle; sie erteilen der Oberfläche des Minerals eine mit bloßem Auge erkennbare feinfaserige Struktur.

Unter spitzem Winkel gegen die c-Achse geneigte Gruppen feiner paralleler oder welliger Linien von wahrscheinlich hohlen kleinen Kanälen; sie verleihen dem Mineral einen eigentümlichen Schimmer. Zahlreiche andere Flüssigkeitseinschlüsse, die regelmäßig eine, sehr oft auch zwei Blasen enthalten, liegen zusammengedrängt auf einer unregelmäßigen, welligen, den Kristall durchziehenden Fläche; außerdem sind sie mehr oder weniger in Linien parallel zur c-Achse oder unter 30° oder 45° geneigt angeordnet; in letzterem Falle sind an einzelnen Stellen V-förmige Anordnungen zu beobachten. Als Inhalt dieser Einschlüsse wurden Wasser, flüssiges sowie gasförmiges Kohlendioxyd und Luft festgestellt; auch feste Einschlüsse kommen vor.

Theoretische Betrachtungen über die Kristallstruktur des Beryllonits stellte E. v. Fedorow (Ztschr. f. Kryst. 36, 232, 1902) an.

Dichte 2.845. Bruch muschelig, Bruchflächen glänzend. Spröde. Spaltbarkeit sehr vollkommen parallel $e\{001\}$, weniger vollkommen und abgesetzt parallel $a\{100\}$, noch unvollkommener nach $n\{130\}$, nur schwach angedeutet nach $b\{010\}$. Härte 5.5—6.

Ausgesprochener Glasglanz; auf natürlichen Flächen von $c\{001\}$ zuweilen perlmutterartig. Farblos, weiß oder, wenn nicht völlig klar, schwach gelblich; durchsichtig (vgl. auch das über den Einfluß der Einflüsse auf das Aussehen Gesagte).

Brechungsindizes, ermittelt an Prismen aus der Zone der drei kristallographischen Achsen (E. S. Dana und H. L. Wells, 1889).

	Lithiumlicht	Natriumlicht	Thalliumlicht
CL.	1.5492	1.5520	1.5544
β	1.5550	1.5579	1.5604
7	1.5604	1.5608	1.5636

Brechungsindizes für Natriumlicht, ermittelt an einer Platte senkrecht zur ersten Mittellinie (P. Gaubert, Bull. Soc. fr. Min. 30, 108, 1907):

$$\alpha=1.5520$$
 $\beta=1.5579$ $\gamma=1.5618$

Ebene der optischen Achsen parallel zu a(100), erste Mittellinie senkrecht zu c(001), Charakter der Doppelbrechung negativ. Dispersion gering, o < v. Winkel der optischen Achsen, ermittelt an Schliffen senkrecht zu den Mittellinien:

	Lithiumlicht	Natriumlicht	Thalliumlicht
2E	120026'	1210 1'	121024'
$2H_a$	72 35	72 47	73 01
$2H_{o}$	125 13	124 59	124 30

Daher für Natriumlicht: $2V_a = 67^{\circ} 34'$.

Verknistert vor dem Lötrohr und schmilzt "bei etwa 3" zu einem ein wenig trüben Glase; färbt dabei die Flamme tiefgelb, am unteren Rande etwas grün. In Säuren langsam, aber völlig löslich; enthält außer Phosphorsäure keine anderen Säuren, auch kein Kalium, Lithium, Aluminium und Fluor.

Natürliche Ätzfiguren, z. T. sehr schön ausgebildet; besonders auf e {001}, hier von rhombischer Symmetrie und entweder in Gestalt von Rechtecken, deren Kanten den Spuren von {100} und {010} parallel laufen, oder in diagonal verlaufenden Linien angeordnet. Auf Flächen von b {010} langgezogene Ätzfiguren parallel zur kristallographischen e-Achse, auch quer dazu verlaufende, sämtlich jedoch von unbestimmter Form; ähnlich verhalten sich die Flächen der Prismen $\{0\ k\ l\}$. Auf Flächen der Prismenreihen $\{b\ 0\ l\}$ und $\{k\ b\ 0\}$, besonders auf e {101} und $\{011\}$, zuweilen Ätzfiguren von weniger unbestimmter Form; im allgemeinen gleichen sie im Aussehen einer Maurerkelle mit aufwärts gerichteter Spitze. Die beobachteten Ätzfiguren sind nicht näher untersucht worden; von denen auf e {001} ist noch

angegeben, daß sie im Inneren teilweise durch Flächen begrenzt werden, deren Symbole wahrscheinlich β {013} und {1.0.10}, {105} sind. Dieselben Stoffe, die den Feldspat der Lagerstätte kaolinisierten, haben wahrscheinlich auch den Beryllonit angegriffen; manchmal mit so starker Wirkung, daß nur gerundete Kanten mit unbestimmten Flächen übrig blieben.

Historisches, Vorkommen und Entstehung. Andrews entdeckte das Mineral im Jahre 1886 bei Stoneham (Maine), E. S. DANA (Am. Journ. of Sc. [3] 36, 290-291, 1888) beschrieb es vorläufig, E. S. Dana u. H. L. Wells (Am. Journ. of Sc. [3] 37, 23-32, 1889; Ztschr. f. Kryst. 15, 275-284, 1889, dazu Berichtigung Repert. d. min. u. krist. Lit. 1891—1897 und Gen.-Reg. d. Ztschr. f. Kryst., Bd. 21 bis 30, II. Teil, S. 387, 1900) untersuchten es eingehend. Beryllonit wurde am Fuße des McKean Mt. im westlichen Teile der Stadt Stoneham lose im Boden oder gelegentlich eingelagert in eine lockere breccienartige Masse gefunden, die augenscheinlich nicht das ursprüngliche Muttergestein bildet. Er stammt wahrscheinlich aus einem zersetzten Granitgange und war vergesellschaftet mit Orthoklas, Albit (beide teilweise kaolinisiert), Rauchquarz (zuweilen in großen Kristallen) und Glimmer; ferner mit Columbit, Zinnerz, Beryll, Apatit und Triplit. Diese Minerale begleiteten wahrscheinlich den Beryllonit auch auf seiner ursprünglichen Lagerstätte, auf der er wohl eher auf Klüften einseitig aufgewachsen als eingewachsen vorkam. Ein Beryllonitkristall enthielt Einschlüsse von Apatit und war einem Kristall eines solchen aufgewachsen. Weitere Fundorte des Minerals sind nicht bekannt geworden.

Künstliche Darstellung. L. Ouvrard (C. R. 110, 1334, 1890) teilt mit, daß er das Mineral nach der von ihm angegebenen Methode (L. Ouvrard, C. R. 106, 1599, 1888) hergestellt habe. Eine Mischung von Berylliumoxyd und Natriummetaphosphat wurde geschmolzen und nach langsamer Abkühlung mit Wasser aufgenommen. Hierbei bleibt ein Salz von der Zusammensetzung NaBePO₄ = Na₂O · 2BeO·P₂O₅ in hexagonalen Tafeln zurück. Diese sind auf einem Platinblech unschmelzbar, bei gewöhnlicher Temperatur in Säuren wenig, in Essigsäure unlöslich. Ein Salz von derselben Zusammensetzung ergab sich auf entsprechendem Wege durch Schmelzen von Berylliumoxyd mit Natriumpyrophosphat, besonders nach Zusatz von Natriumchlorid. Die erhaltenen Kristalle waren entweder von scheinbar hexagonalen Prismen mit gestreiften Flächen und der Basis begrenzt und im allgemeinen nach der Prismenzone gestreckt ausgebildet oder sie glichen den mit Natriummetaphosphat erhaltenen hexagonalen Tafeln. Sie sind spaltbar nach der Basis, zeigen im parallelen polarisierten Licht Felderteilung; der Winkel ihrer optischen Achsen war groß; ihre Dichte beträgt 2·72 bei 20°.

Analysen. I.—VI. Stoneham; H. L. Wells, a. a. O. Analyse I. ausgeführt mit etwa 5 g, II.—VI. mit etwa je 1 g Substanz. Die Ergebnisse sind wegen der beim Auswaschen einiger Niederschläge bestehenden Schwierigkeiten wahrscheinlich um 0.7~% zu niedrig.

	Theor.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Mittel
Na ₂ O	24.37	-				23.68	23.59	23.64
BeO	19.81		19.87	19.85	19.81			19.84
P ₂ O ₅	55.82	56.09	55.66	55.84	- 1		_	55.86
Glühverlust		_	0.07	0.09			_	0.08
Summe .	100.00				_	1-		99.42

2. Natrophilit. NaMnPO.

Rhombisch. Achsenverhältnis nicht bekannt.

Beobachtete Formen: $e\{001\}$ 0 P (nur als Spaltfläche). $m\{110\} \infty P$. $l\{120\} \infty P$ \tilde{Z} . $\epsilon\{021\}$ \tilde{Z} $\tilde{Z$

Gemessene Winkel (Zahlenwerte nicht genau):

$$m: m = (110): (1\overline{10}) = 50^{\circ}30'$$
 $l: l = (120): (1\overline{20}) = 87^{\circ}$ $(001): (032) = 47 - 49^{\circ}$

Spaltbare Massen, mit oft breiten Spaltflächen von manchmal perlmutterartigem Glanz; in ihnen liegen dann und wann kleinere Körner mit zuweilen mehr oder weniger deutlicher Kristallform. Kristalle in ihrer Tracht mit der des dem Natrophilit isomorphen Triphylins und Lithiophilits übereinstimmend.

Dichte zweier Bruchstücke 3·40 und 3·42. Bruch muschelig; etwas vollkommener als bei Lithiophilit. Spröde. Spaltbarkeit nach e (001) vollkommen und charakteristisch; nach (010) weniger vollkommen als bei Lithiophilit; nach m (110) absetzend, Spaltungswinkel 50°, im Dünnschliff deutlich ausgeprägt. Härte 4·5—5, nach Edw. S. Dana (Syst. of Min., Descript. Min., 6. Aufl., S. 758, 1892).

Harz- bis Diamantglanz; letzterer ist diejenige Eigenschaft, die beim Betrachten des Minerals mit bloßem Auge am meisten auffällt; Glanz und Spaltflächen perlmutterartig. Farbe ein ziemlich tiefes Weingelb, der der brasilianischen Topase ähnlich. Vollkommen klar und durchsichtig; die derben Massen rissig und brüchig.

Für die Beschaffenheit der Oberfläche des Minerals ist es bezeichnend, daß diese öfters mit einer sehr dünnen Schicht eines nicht bestimmbaren, feinfaserigen Minerals von zarter gelber Farbe und seidenartigem Glanz bedeckt ist, das sich auch in den derben Massen überall auf Spaltflächen, Sprüngen und Rissen findet. G. J. Bruss und Edw. S. Dana (Am. Journ. of Sc. [3] 39, 205, 1890; Ztschr. f. Kryst. 18, 12, 1891) halten das unbekannte Mineral für ein Manganphosphat und ein Zersetzungsprodukt des Natrophilits; durch diesen Überzug unterscheidet sich Natrophilit im Handstück ohne weiteres von den mit ihm vergesellschafteten Mineralien.

Charakter der Doppelbrechung positiv; Ebene der optischen Achsen parallel e(001); erste Mittellinie senkrecht b(010).

Vor dem Lötrohr leicht schmelzbar; färbt die Flamme intensiv gelb und gibt die gewöhnlichen Manganreaktionen. Nach Edw. S. Dana (a. a. O.) in Säuren löslich.

Historisches, Vorkommen, Bildung und Umbildung. Das Mineral wurde unter den in den Jahren 1888 und 1889 auf der Minerallagerstätte von Branch ville, Connecticut (vgl. Triphylin und Lithiophilit) geförderten Manganphosphaten von G. J. Brush und Edw. S. Dana (a. a. O.) entdeckt. Es dürfte hier aus dem ursprünglichen Gangmineral Lithiophilit durch Fortführung des Lithiums und dessen Ersatz durch Natrium entstanden sein. Wenn dieser Vorgang sich in der geschilderten Weise abgespielt hat, so ist er wahrscheinlich vor der Bildung der meisten anderen Phosphate dieser Lagerstätte erfolgt. Bei der Umwandlung des Natrophilits bildet sich das oben beschriebene feinfaserige Mineral; außerdem scheint

er ebenso leicht wie Lithiophilit in Hureaulit überzugehen. Neuere Funde und Ergebnisse von Untersuchungen des Minerals liegen nicht vor.

Analysen. I.—III. Teilanalysen, IV. Mittelwert zu I.—III. H. L. Wells bei G. J. Brush und Edw. S. Dana (a. a. O.).

ta ang	Li ₂ O	Na ₂ O	MnO	FeO	P ₂ O ₅	H_2O	Unlösl.	Summe
Theor.		17.94	41.03		41.03			100.00
I.			38.19	3.06	41.03	_	0.81	
II.	0.20	16.77			0-1	0.40	0.81	
III.	0.19	16.81				0.45	0.81	
IV.	0.19	16.79	38 • 19	3.06	41.03	0.43	0.81	

3. Triphylin. LiFePO4. Lithiophilit. LiMnPO4.

Rhombisch. a:b:c = 0.4348:1:0.5265 G. Tschermak.¹

Beobachtete Formen: $b \{010\} \infty P \check{\infty}$. $c \{001\} 0 P$. $m \{110\} \infty P$. $l \{120\} \infty P \check{2}$. $w \{102\} \frac{1}{2} P \check{\infty}$. $e \{101\} P \check{\infty}$. $v \{302\} \frac{3}{2} P \check{\infty}$. $e \{021\} 2 P \check{\infty}$. $n \{031\} 3 P \check{\infty}$.

$$\begin{array}{lll} m: m = (110)(1\overline{10}) = & 47^{\circ} & 0' \\ l: l = (120)(1\overline{20}) = & 82 & 1 \\ w: w = (102)(\overline{102}) = & 62 & 23 \\ e: e = (101)(\overline{101}) = & 100 & 54 \\ v: v = (302)(\overline{3}02) = & 122 & 20 \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \varepsilon: \varepsilon = (021)(0\overline{21}) = & 92^{\circ}57\frac{1}{2}' \\ n: n = (031)(0\overline{31}) = & 115 & 19\frac{1}{2} \\ m: e = (110)(101) = & 45 & 0 \\ m: \varepsilon = (110)(021) = & 73 & 12 \end{array}$$

Kristalle selten; Habitus säulenförmig. Gewöhnlich spaltbare oder derbe Massen.

Die reinen Stoffe LiFePO₄ und LiMnPO₄ sind bisher in der Natur nicht beobachtet worden, sondern nur Substanzen von der Zusammensetzung Li(Mn, Fe)PO₄. Lithium ist öfters z. T. durch Natrium, wohl auch durch Kalium, vertreten.

Infolge der leicht eintretenden Verwitterung des Triphylins und des Lithiophilits wird die Homogenität beider Mineralien häufig durch Umwandlungsprodukte beeinträchtigt; nach S. L. Penfield und J. H. Pratt (Am. Journ. of Sc. [3] 50, 387, 1895; Ztschr. f. Kryst. 26, 130, 1896) enthält Lithiophilit von Branchville häufig Flüssigkeitseinschlüsse.

 $^{^1}$ Berechnet aus (110) (110) = 47° 0′, (110) (101) = 45° 0′ (G. Tschermak, Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien 47₁, 282, 1863); an Pseudomorphosen nach Triphylin von Bodenmais und Norwich.

A. Lacroix (Min. Fr. 4, 361, 1910) hat folgende Aufstellung gewählt: {110}; Lacroix = {120} Dana; {210} L. = {110} D.; {011} L. = {021} D.; er erhielt: a:b:c=0.87105:1:1.10531, (110):($\overline{110}$) = $97^{\circ}53'$.

Fundort, Farbe,		ngsindizes und allium-, ge. Na			$2 H_a$ über der krist. Achse b ;	2 V über der	Ebene der optischen Achsen; Charakter der Dis-
Gehalt an FeO	Licht- quelle	α	β	γ	in Monobrom- naphthalin	krist. Achse b	persion und der Doppelbrechung
1. Branchville;	gr.	1	1.682		670 9'	66° 25′	(001)
lachsfarbig;	ge.		1.675		66 5	65 13	$\varrho < v$
4.24 º/o FeO	r. =		1.672		65 4	63 23	+
		a = a	$\mathfrak{b}=c,$	c = b			
2. Branchville;	gr.	_	1.682		64° 55′	64° 10′	(001)
hellnelkenbraun;	ge.	1.676	1.679	1.687	63 34	62 54	$\varrho < v$
9·42 % FeO	r.		1.674	-	62 10	61 1	+
3. Branchville;	gr.		1.687	<u> </u>	590 56'	590 20'	(001)
hellnelkenbraun mit bläu-	ge.		1.682		56 59	56 4	$\varrho < v$
lichem Stich;	r.	ばり 単 二き場	1.678		54 32	53 24	+
13.63 % FeO							
					2E über der krist. Achse b		
4. Grafton, N. H.;	gr.	1.691	1.692	1.698	37° 28′	210 53'	(001)
hellblau oder bläulich-		a = a	$\mathfrak{b}=c,$	c = b			+
grau;	ge.	1.688	1.688	1.692	00	00	optisch einachsig +
26.58 % FeO	r.	1.683	1.684	1.691	25° 28′	15° 3′	(100)
		a = c	$\mathfrak{b}=a,$	c = b			+
5. Rabenstein;	gr.	-	1.707	1 2 2 4	_) ungafähr	(100)
hellgrau mit grünlichem	ge.	-	1.702			ungefähr	$\varrho < v$
Stich;	r.	- 1	1.697	Sec.		1200	
35.05 % FeO		a = c	$\mathfrak{b}=a,$	c = b			
(wenig zur optischen Untersuchung geeignet)				Sign int	7 6 H + 3	- 100-1	

Dichte 3·398—3·58; Bruch uneben bis halbmuschelig; nach (001) vollkommen, nach (010) nahezu vollkommen, nach (110) unregelmäßig spaltbar. Härte 4·5—5.

Optische Eigenschaften. Die eisenreichen Glieder der Reihe (Triphylin) sind frisch bläuliehgrau, die manganreichen (Lithiophilit) nelkenbraun; weitere Angaben vgl. bei den einzelnen Vorkommen. Strich farblos bis graulichweiß; durchsichtig bis durchscheinend.

- G.J. Brush und E.S. Dana (Am. Journ. of Sc. [3] 16, 118, 1878) fanden für Lithiophilit von Branchville, Fairfield Co., Connecticut: Ebene der optischen Achsen (001), erste Mittellinie senkrecht (010), $2\,H_a=74^0\,45'$ für rotes, $2\,H_a=79^0\,30'$ für blaues Licht (Brechungsindex des Öls 1·47); Dispersion des Winkels der optischen Achsen stark, $v>\varrho$; Pleochroismus deutlich: parallèl a (a) dunkelrosa, parallel b (c) hellgrünlichgelb, parallel c (b) schwach rosa; optisch positiv.
- S. L. Penfield und J. H. Pratt (Am. Journ. of Sc. [3] 50, 387, 1895; Ztschr. f. Kryst. 26, 130, 1896) untersuchten bei Triphylin und Lithiophylit die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften von der chemischen Zusammensetzung. Benutzt wurden Stücke ohne Kristallflächen; die Orientierung erfolgte nach der Spaltbarkeit [gut spaltbar nach (001), weniger deutlich nach (010)]. Das Material war zu optischen Untersuchungen nicht immer geeignet, weil es zerbrochene und undurchsichtige Teile enthält. Die erhaltenen Zahlen sind aus vorstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Die Tabelle lehrt, daß für die angegebenen Lichtarten mit dem Eisengehalt der Wert der Brechungsindizes zunimmt und der Betrag des Winkels der optischen Achsen abnimmt. Lithiophilit von Grafton gewährt im konvergenten polarisierten Licht parallel zur Achsenebene denselben Anblick wie Brookit unter gleichen Bedingungen [Ebene der optischen Achsen parallel (001) für grünes, parallel (100) für rotes Licht]. Aus einer Kurve, die die Abhängigkeit von 2 V (über b, für gelbes Licht) vom Eisengehalt darstellt, ergibt sich durch Extrapolation: Stiege der Gehalt an FeO über 35 %0, so würde 2 V für gelbes Licht wahrscheinlich zunächst den Wert 180° erreichen, d. h. das Mineral würde optisch einachsig, aber optisch negativ werden mit der kristallographischen c-Achse als Richtung der optischen Achse. Bei weiterer Zunahme des Eisengehaltes würde das Mineral wieder optisch zweiachsig werden mit (010) als Ebene der optischen Achsen. Hiernach wäre für die dem Lithiophilit nahestehenden Glieder der Reihe (001), für die Mittelglieder, die dem Triphylin nahestehen, (100), und für die dem Triphylin noch näher stehenden Glieder (100) Ebene der optischen Achsen.

E. Sommerfeld (N. Jahrb. f. Min. 1899, 1, 152) fand in Dünnschliffen von Lithiophilit von Branchville zahlreiche, nicht näher bestimmbare, selbst an den klarsten Stellen vorhandene Einschlüsse. An parallel zu (010) und (100) geschliffenen Platten des Minerals wurde in Jodmethylen bei 21·5° für Natriumlicht gemessen:

 $2 H_a = 54^{\circ} 59'$, $2 H_o = 120^{\circ} 12'$; daraus folgt: $2 V = 56^{\circ} 4'$.

Eine Platte des Minerals senkrecht zu einer optischen Achse zeigte folgende Richtungsänderungen der optischen Achsen bei Änderungen der Beobachtungstemperatur für Natriumlicht:

 $^{^1}$ C. F. Rammelsberg (Analyse IV.) fand, wohl irrtümlich, für Triphylin von Bodenmais $4 \cdot 403.$

Richtungsä in L	0	Die Temperatur erhöht sich von 25° auf			
+19	41'	730			
+3	25	116			
+4	45	140			
+7	27	190			
Richtungsä	inderung	Erniedrigung der Temperatur durch			
in absolutem Alkohol in Luft		abgekühlten absoluten Alkohol von $23\frac{1}{2}^0$ auf			
- 0° 40′	- 0° 55′	00			
- 0 59	- 1 20	- 15°			

Die Gesamtänderung des spitzen Winkels der optischen Achsen für Natriumlicht ergab sich für den Temperaturbereich — 15° bis + 190° jedenfalls größer als 17°34'; mit steigender Temperatur nimmt die Größe des Winkels zu.

E. Mäkinen (Bull. Comm. Géol. de Finlande Nr. 35, 96, 1913) erhielt für finnische Triphyline:

Fundort		β	γ	2 V
Kietyönmäki	1.6938	1.6954	1.7018	620 30'
Sukula	1.6952	1.7008	1.7031	80

Für beide Vorkommen ergab sich: $\alpha=c,\ \beta=a,\ \gamma=b;$ optisch positiv; Dispersion der optischen Achsen $\varrho>v;$ im Dünnschliff farblos. Zwischen gekreuzten Nicols sind Felder mit verschiedenen Interferenzfarben zu erkennen. Für diese Triphylinarten erweist sich die Angabe von S. L. Penfield und J. H. Pratt (s. o.) über die Abhängigkeit der optischen Eigenschaften vom Mangangehalt als gültig.

Nach H. LAUBMANN und H. STEINMETZ (Ztschr. f. Kryst. 55, 561, 1920) sind Triphylin vom Hühnerkobel bei Rabenstein im Bayerischen Wald und Triphylin von Hagendorf bei Pleystein in der Oberpfalz optisch zweiachsig, optisch positiv und schwach doppeltbrechend. Für die mittleren Farben des weißen Lichtes beträgt für den Triphylin vom Hühnerkobel 2 E etwa 100°, für den Triphylin von Hagendorf etwa 80°; für den ersteren ist die Dispersion der optischen Achsen mit $\varrho > v$ ziemlich schwach, für den letzteren dagegen ziemlich kräftig. Im weißen konvergenten polarisierten Licht erinnert das Aussehen des Triphylins am meisten an das mancher Kristalle von Chrysoberyll, wobei die Ringe noch durch die unternormalen harten Interferenzfarben ausgezeichnet sind, wie sie bei Brucit auftreten. Die von S. L. Penfield und J. H. Pratt (s. o.) gegebene Erklärung einer entsprechenden Erscheinung in der Reihe Triphylin-Lithiophilit (s. o.), nach der Triphyline mit kleinem Winkel und großer Dispersion der optischen Achsen dem Lithiophilit nahestehen, trifft für das Vorkommen von Hagendorf nach H. LAUBMANN (a. a. O.) nicht zu; nach ihm liegen hier verwickeltere Erscheinungen vor, als S. L. Penfield und J. H. Pratt (a. a. O.) annehmen.

Zerknistert zuweilen im Kölbchen, gibt ein wenig Wasser ab und wird dunkel. Schmilzt in der Platinpinzette leicht (1.5 der Skala nach F. v. Kobell) und färbt die Flamme schön rot (Lithium); diese hat einen schwach hellgrünen Schein am Außenrande (Phosphorsäure); letzterer

tritt nach dem Befeuchten des Minerals mit Schwefelsäure deutlicher hervor. Die Lithiumfärbung wird stärker sichtbar, wenn man das Mineral am Saume der Flamme mit Flußspat und Gips schmilzt. Mit Soda und Salpeter Manganreaktion; die Phosphorsalz- und die Boraxperle weisen die Färbungen des Eisens und des Mangans auf; in Salzsäure löslich.

Nach G. K. F. Gerlach (Ztschr. f. d. gesamt. Naturw. 9, 149, 1857) nimmt Triphylin von Bodenmais beim Glühen an der Luft infolge Oxydation des zweiwertigen Eisens zu dreiwertigem an Gewicht zu. — Über die kristallographisch-chemischen Beziehungen zwischen Triphylin und Beryllonit vgl. Edw. S. Dana und H. L. Wells (Am. Journ. of Sc. [3] 37, 23, 1889. Ztschr. f. Kryst. 15, 283, 1889).

Umbildung. Bei der Umbildung des Triphylins entstehen zunächst Substanzen von verschiedenartiger, außen meist grünlicher, im Inneren mehr schwarzgrüner Farbe; sie bilden die von R.J. Blum (Orykt. [2] 537, 1847) als "Pseudotriplit", von J. N. v. Fuchs (Journ. pr. Chem. 17, 171, 1839) als "Melanochlor" bezeichneten Pseudomorphosen nach Triphylin. Diese bestehen im wesentlichen aus körnigen bis strahligen Aggregaten von Kraurit, neben denen untergeordnet noch andere jüngere Phosphate auftreten. Durch weitere Umwandlung gehen diese Aggregate unter Verlust ihrer kristallinischen Struktur allmählich in Massen vom Habitus des Brauneisens über; sie bestehen jedoch nicht aus Brauneisenerz oder Eisen- und Manganoxyden, sondern stellen Gele von Eisenhydroxydphosphaten mit hohem Phosphorsäuregehalt dar und gehören zum Eisenpecherz. Bei einer zweiten Art der Umbildung entsteht brauner, meist recht gut spaltbarer und auch physikalisch einheitliche Pseudomorphosen bildender, häufig einen violetten Überzug aufweisender Heterosit und neben ihm, jedoch untergeordnet, namentlich auf Spalten des Heterosits als fein kristallinischer Überzug auftretender Purpurit. Bei der Umwandlung von Triphylin zu Heterosit und Purpurit werden das Eisenoxydul und das Manganoxydul in die entsprechenden Oxyde übergeführt und das Lithium durch Wasser ersetzt; in bezug auf das gegenseitige Verhältnis von Eisen und Mangan entspricht Heterosit dem Triphylin, Purpurit dem Lithiophilit. Der gleichfalls als Umwandlungsprodukt von Triphylin bezeichnete Hureaulit ist vielleicht nur ein Gemenge von Heterosit und Purpurit (Angaben über die Umbildung nach H. LAUBMANN und H. STEIN-METZ, Ztschr. f. Kryst. 55, 554, 573, 1920). Weitere Angaben über die Verwitterung von Triphylin oder Lithiophilit vgl. unter "Historisches und Synonyma" und "Vorkommen", insbesondere bei "Bayern", "Frankreich", "Finnland", "Pala, Californien", "Fairfield Co., Connecticut".

Historisches und Synonyma. Über die Entdeckung des Triphylins und die Bedeutung dieses Namens vgl. "Bayern", über Tetraphylin und Perowskyn vgl. "Finnland", über Lithiophilit, vgl. unten und "Branchville, Fairfield Co., Connecticut". Nach der Entdeckung des Triphylins im Jahre 1835 war man zunächst durch Aus-

führung quantitativer chemischer Analysen bestrebt, die chemische Formel des Minerals festzustellen, deren erste Auffindung C. G. WITTSTEIN (Vierteljahrsschr. pr. Pharm. 1, 506 (1851?) gelang. Im Jahre 1852 hatte J. D. DANA (Tr. Min. 1852, 112) unter dem Namen Triplit den Triplit, den Triphylin, den Alluaudit, den Zwieselit, den Hureaulit, den Tetraphylin, den Perowskyn und den Heterosit oder Hétéposit miteinander vereinigt. Diesem Vorgehen widersprach A. Kenngott (Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien 11, 610, 1853) mit dem Hinweis, daß die genannten Mineralien zu wenig bekannt seien, um ein derartiges Verfahren berechtigt erscheinen zu lassen. Im Gegensatz zu J. D. Dana, der das von ihm auch kristallographisch untersuchte Mineral von Norwich (vgl. S. 236) ebenfalls zu Triplit gestellt hatte (a. a. O.), kam A. Kenngott (a. a. O.) zu dem Ergebnis, daß dieses von ihm erneut untersuchte Mineral eine Pseudomorphose sei und næhm alsbald an (A. Kenngott, Übers. min. Forsch. 1853, 46), daß diese Pseudomorphose wohl aus Triphylin entstanden sei. Um die weitere Erforschung des Triphylins und seiner Umwandlungsprodukte machte sich zunächst G. TSCHERMAK (Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-nat. Cl. 47, 282, 1863) verdient; er klärte die genetischen Beziehungen des Pseudotriplits und Heterosits zum Triphylin weiter auf und bestimmte an Pseudomorphosen nach Triphylin von Bodenmais und Norwich die am Triphylin auftretenden Arten von einfachen Kristallformen. G. vom Rath (Verh. naturf. Ver. preuß. Rheinl. 36, Corresp.-Bl. 114, 1879) bestätigte die von G. Tschermak (a. a. O.) ausgesprochene Apsicht, daß Pseudotriplit nur ein Verwitterungsprodukt des Triphylins sei und gab an, aus welchen Mineralien sich die als "Pseudotriplit" bezeichneten Pseudomorphosen zusammensetzen (vgl. "Umbildung"). G. J. Brush und E. S. Dana (Am. Journ. of Sc. [3], 15, 481, 1878) entdeckten Lithiophilit als viertes neues Phosphat auf der Spodumen-Lagerstätte von Branchville, Fairfield Co., Connecticut, und zogen ursprünglich den Namen Lithiolit für ihn in Erwägung. Alsbald (ebenda [3], 16, 118, 1878) gaben sie ihm die Bezeichnung Lithiophilit (Lithium, vilos, lieb). Nach der Entdeckung des Lithiophilits entwickelte sich die Kenntnis des Triphylins und des Lithiophilits, abgesehen von der Entdeckung einiger weniger neuer Fundorte, besonders durch Ermittelung der gegenseitigen chemischen Beziehungen zwischen beiden Mineralien, die Feststellung ihrer optischen Eigenschaften und die Untersuchung ihrer Umbildung; vgl. die genannten Gegenstände.

Vorkommen. Triphylin tritt gemeinsam mit Beryll, Turmalin, Granat und Glimmer in Granitpegmatiten und pegmatitischen Graniten, Lithiophilit gemeinsam mit anderen Phosphaten in albitischem Granit auf.

a) Bayern. J. N. Fuchs (Journ. prakt. Chem. 3, 98, 1834) erkannte in einem Mineral der Gegend von Bodenmais, das ihm von einem seiner Zuhörer überbracht worden war, eine neue Mineralart und nannte es, da es nach der chemischen Analyse (Nr. I) drei Phosphate enthielt, Triphylin (τρις drei; ή φυλή, der Stamm). Später

(J. N. Fuchs, ebenda 5, 319, 1835) gab er den nördlichen Quarzbruch bei Rabenstein als Fundstätte des Minerals an, in dem sich auch Quarz, Beryll, Tantalit finden. Begleiter des Triphylins sind hier Feldspat, Quarz und Glimmer, mit denen er innig gemengt verwachsen ist. Der hier angeblich gefundene Triplit ist nach J. N. Fuchs (a. a. O.) nichts anderes als verwitterter Triphylin. Weiterhin führten zunächst W. Bär (Arch. d. Pharm. [2] 57, 274, 1849) (Analyse Nr. II), C. G. Wittstein (Vierteljahrsschr. pr. Pharm. I. 506, 1851) (Nr. III), C. F. Rammelsberg (Pogg. Ann. 85, 439, 1852) (Nr. IV), alsdann G. K. F. Gerlach (Ztschr. f. d. gesamt. Naturwiss. 9, 149, 1857) (Nr. V), F. Oesten (Pogg. Ann. 107, 436, 1859) (Nr. VI), M. Reuter (bei C. F. Rammelsberg, Handb. Min.-Chem. [2] 307, 1875) (Nr. VII), S. L. Penfield (Am. Journ. of Sc. [3] 17, 226, 1879) (Nr. VIII) und P. Jannasch (bei C. Doelter, Handb. Min.-Chem. 3, 302, 1918) (Nr. VIIIa), quantitative chemische

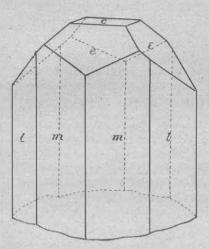


Fig. 15. Triphylin, Rabenstein, nach G. Tschermar, 1863. Lin. Vergr. etwa 1·15 der Originalfigur.

Analysen zur Aufklärung der chemischen Konstitution des Minerals aus. Sillem (N. Jahrb. f. Min. 1852, 517) beschrieb einen drei Zoll großen, in Triphylin umgewandelten grauen und braunen Peliomkristall von Bodenmais, mit grünem Strich. Nach H. LAUB-MANN (bei H. LAUBMANN U. H. STEINMETZ, Ztschr. f. Kryst. 55, 573, 1920) treten auf der Lagerstätte am Hühnerkobel bei Rabenstein Milchquarz, farbloser Fettquarz, Orthoklas, Muskovit, Biotit, Beryll, Columbit, Triphylin, kein Triplit, Pseudotriplit, Heterosit, Purpurit, Manganapatit, Uranglimmer, Kraurit, Kakoxen, Vivianit, Fairfieldit, Phosphosiderit, Strengit, Beraunit, Xanthoxen, Eisenkies. Arsenkies und Zinkblende auf. Frische Triphylinkristalle zerbrechen gewöhnlich bei der Gewinnung aus dem Gestein; man erhält blaugraue Spaltungsstücke, die ihre Färbung einer untergeordneten Neubildung von Vivianit und anderer sekundärer Phosphate verdanken, auch enthält das Mineral Eisenkies eingewachsen oder als feinen glänzen-

den Belag auf Spaltflächen. Die im Grus der Lagerstätte auftretenden matten, trüben, rauhen Pseudomorphosen nach Triphylin bestehen entweder aus vorherrschendem Kraurit mit etwas Xanthoxen oder aus Eisenpecherz, oder sie sind Heterosit oder Purpurit. Vgl. anch: "Historisches", "Optisches Verhalten", "Umbildung".

In der Feldspatgrube, unmittelbar am Orte Hagendorf, der ungefähr eine Stunde nordöstlich von der Station Pleystein der Lokalbahn Neustadt a. W.-Eslarn in der Oberpfalz liegt, gemeinsam mit Orthoklas, Muskovit, Quarz, Uranglimmer, Columbit, Triplit, Heterosit, Purpurit, Xanthoxen, Triploidit, Fluormanganapatit, Vivianit, Kraurit, Kakoxen, Eisenkies, Zinkblende, Phosphophyllit, Phosphoferrit, vereinzelt Natrolith, Mesolith in Pegmatit. Ziemlich große, derbe, etwas fettglänzende, ständig von Vivianit und Columbit begleitete und von feinschuppigem Vivianit umrandete und durchsetzte Massen; Farbe graugrün; nach drei aufeinander senkrechten Richtungen deutlich spaltbar. Gewöhnlich recht frisch, nur hie und da treten bräunlich bis purpurrot gefärbte Zersetzungsprodukte, und zwar Heterosit und Purpurit, auf. Triphylin kommt auch mit Columbitteilchen durchsetzt vor. Optische Eigenschaften vgl. S. 229; vgl. Analyse Nr. IX (H. Laubmann u. H. Steinmetz, Ztschr. f. Kryst. 55, 561, 1920).

b) Frankreich. Nach A. Lacroix (Min. Fr. 4, 364, 1910) haben Alluaud (Ann. sc. nat. 8, 346, 1826) unter der Bezeichnung Heterosit, N. VAUQUELIN (Ann. Chim. Phys. 7, 13, 1830) unter dem unrichtigen Namen Heteposit (wie besonders auch aus der späteren Schilderung von A. Dufrenox, Ann. des Min. 7, 13, 1830, hervorgeht) Mineralien von Les Huréaux in Saint-Sylvestre, Haute-Vienne, Plateau Central beschrieben, bei denen es sich zum Teil um graublauen Triphylin, zum Teil um violetten Heterosit, handelte. Später hat A. Dufrenov (Tr. Min. 2, 424, 1845) als Heterosit einen frischen Triphylin beschrieben, jedoch eine Analyse mitgeteilt, die mit bereits verwittertem Material vorgenommen worden war. Nach A. Lacroix (a. a. O.) besteht der Triphylin von Huréanx, ebenso wie der später im Steinbruch von La Vilate bei Chanteloube in Razès gefundene, aus groben, blätterigen, bis zu 1 dm großen Massen ohne Kristallflächen von graubläulicher, zuweileu ein wenig grünlicher Farbe und bildet einen wesentlichen Bestandteil des Pegmatits, in dem er von Triplit und seinen Verwitterungsprodukten begleitet wird. Bei der Umwandlung zu Heterosit geschieht die Umbildung längs der Spaltflächen, wobei Lithium und ein Teil des P₂O₅-Gehaltes verloren gehen, während Eisen und Mangan oxydiert werden. Die Umwandlung zu Hureaulit ist seltener als die zu Heterosit, sie ist auf die basischen Spaltflächen des Triphylins beschränkt, der nicht oxydiert wird und seine helle Farbe beibehält. Das Mineral ist von tiefen Klüften durchzogen, deren Ebene mit (001) zusammenfällt. Bei einer dritten Art der Umwandlung, die nur bei Vilate beobachtet wurde, ist dieser Vorgang weiter fortgeschritten; es hat sich eine an Manganoxyden (Psilomelan usw.) reiche Masse gebildet, die Dufrenit, Hureaulit, Anglarit usw. aufweist (A. Lacroix, a. a. O. 363).

Als Alluaudit bezeichnete A. DANOUR (Ann. Mines. [4] 13, 341, 1848) ein im Pegmatit von Chanteloube bei Limoges, Dep. Haute-Vienne, gefundenes Mineral, das ein Nest von 3 cdm Umfang und nelkenbrauner Farbe in Pegmatit bildete. Bruch blätterig und spiegelnd; einige scheinbar umgewandelte Teile schillern wie Hypersthen. Nach drei aufeinander senkrechten Richtungen und zwar nach zweien von ihnen gleichmäßig gut, also prismatisch, und nach der dritten weniger gut spaltbar. Gewisse Proben teilen sich in Bruchstücke mit ebenen Flächen; sie scheinen durch Anhäufung von Kristallen entstanden zu sein, die sich gegenseitig in ihrer Entwickelung gestört haben. An den Kanten mit rötlichbrauner Farbe schwach durchscheinend, Härte größer als 3, wird von Stahl geritzt; Pulver gelbbräunlich; Dichte 3.468. Stellenweise schienen die Proben Eisen- und Manganoxyd zu enthalten; zuweilen mit Vivianit vergesellschaftet. Schmilzt vor dem Lötrohr sehr leicht unter Aufkochen zu einer schwarzen, nicht magnetischen Perle, ist im Oxydationsfeuer in Phosphorsalz vollkommen löslich und gibt die Reaktion auf Mangan, Zerknistert unter Abgabe von neutralem Wasser im Kölbchen. Löst sich gepulvert bei gewöhnlicher Temperatur in Salzsäure; die Lösung ist zunächst schwarz und entwickelt Chlor, beim Erhitzen auf über 75° C. wird sie gelbbraun. In 20 prozentiger Schwefelsäure löst es sich in der Kälte nicht; bei 100° löst es sich zu einer violetten Flüssigkeit. Gewöhnliche Salpetersäure greift das Mineral nur nach längerem Erhitzen auf 75° an und löst es nicht vollständig; das Mineral wurde nach Alluaud genannt. Wie der Gehalt von freiem MnO2 beweist, handelt es sich um ein Verwitterungsprodukt. Eine quantitative chemische Analyse ergab: 41.25 P₂O₅, 25.62 Fe₂O₃, 23.08 MnO, 5.47 Na₂O, 2.65 H₂O, 0.60 SiO₂, 1.06 Mn₂O₃, Summe 99.73. Vgl. Analyse X.

c) Finnland. Als "Tetraphylin" bezeichnete J. J. Berzelius (Jahresber. 15, 211, 1836) einen im Jahre 1833 gemeinsam mit N. Nordenskiöld untersuchten Triphylin von Keiti, bei Torro im Tammela-Kirchspiel, um anzudeuten, daß das Mineral aus vier Phosphaten (vgl. Analyse XI) besteht; N. Nordenskiöld wollte das Mineral zu Ehren des russischen Mineralogen v. Perowskyn nennen.

- Nach J. J Berzelius (a. a. O.) glich das Mineral dem Triphylin mit dem einzigen Unterschiede, daß es an der frischen Oberfläche gelb war, an der Luft allmählich schwarz wurde und eine starke Manganreaktion gab; bei der Analyse ist wahrscheinlich das Lithium nicht genau bestimmt worden. Eine eingehende Beschreibung dieses Triphylins gab A. E. NORDENSKIÖLD (Beskrifn. Finl. Min. 1855, 52). Ohne Kristallform, deutlich spaltbar; Härte 4-4.5; Strich weiß; Bruch muschelig bis uneben; durchscheinend, fettglänzend, graugelb bis gelbgrün. Verwittert leicht und wird dann matt, undurchsichtig, auch schwarz; Dichte 3.5-3.6. Tritt eingesprengt in weißem Granit, zusammen mit Spodumen, Turmalin, Lithionapatit auf. F. J. Wiik (Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. 22, 113, 1880) untersuchte Heterosit von Härkäsaari in Tammela, der nach ihm aus Triphylin (Tetraphylin) entstanden ist, und der unter entsprechenden paragenetischen Verhältnissen wie der Heterosit von Limoges auftritt. Triphylin von Sukula beschreibt F. J. Wiik (ebenda, 24, 58, 1882). Das Mineral fand sich in Quarz und Pegmatitbrocken von Kulmala. Je nach dem Verwitterungsgrad verschiedenartig aussebend, mit dem Triphylin von Bodenmais übereinstimmend; im frischeu Zustande ziemlich homogen; im Dünnschliff farblos mit starker Doppelbrechung. Härte 4-4.5; Dichte 3.5-3.6; wird von Triplit begleitet. Nach F. J. Wiik (Ztschr. f. Kryst. 7, 80, 1883) sind Heterosit, Triplit und Triphylin in den Tantalitbrüchen von Tammela nur in geringen, Mengen gefunden worden. Nach E. Mäkinen (Bull. Comm. Géol. de Finlande Nr. 35, 96, 1913) kommt Triphylin in den Granitpegmatiten von Tammela an zwei Stellen vor und zwar mit Heterosit, Apatit und Spodumen im Albitaplit von Kietyönmäki und in losen Bruchstücken von Pegmatit und Quarz von Kulmala in Sukula, die aus einem aus Quarz, Feldspat, Glimmer und Turmalin bestehenden Pegmatit stammen sollen. Der Triphylin von Kietyönmäki enthält 30.92 % FeO und 1.02 % Fe₂O₃; über die chemische Zusammensetzung des Triphylins von Sukula vgl. Analyse XII, über die optischen Eigenschaften beider Vorkommen vgl. S. 229.
- d) Südamerika. In granitischen Quarzstücken, die von A. Stelener (Tscherm. Mitt. 1873, 619) in der Gegend von Cordoba, Argentinien gesammelt worden waren, fand sich Triphylin gemeinsam mit Beryll, Triplit, Heteroşit und Columbit (G. vom Rath, Verh. naturhist. Vereins preuß. Rheinl., Bonn, 35, Sitz.-Ber., 148, 1878).
- e) Vereinigte Staaten von Nordamerika. Nach W. E. Ford (3. App. to Edw. S. Dana, Syst. Min. [6] 1915, 46) beabsichtigt W. T. Schaller, Mitteilungen über Lithiophilitkristalle von Stewart Mine, Pala, Californien in U. S. A. Geol. Surv., Prof. Pap. 94, bekanntzugeben. Nach L. C. Graton und W. T. Schaller (Am. Journ. of Sc. [4] 20, 146, 1905) ist der Purpurit vom Hiriat Hill, Pala, St. Diego Co., Californien, wahrscheinlich aus Lithiophilit entstanden. Durch Umwandlung des Lithiophilits der Naylor-Vanderburg-Mine, Hiriat Hill, entsteht nach W. T. Schaller (Journ. Wash. Acad. Sc. 2, 143, 1912; Auszug: Ztschr. f. Kryst. 55, 404, 1920) das nach der Familie Sickler benannte neue Mineral Sicklerit (Fe₂O₃·6MnO·4P₂O₅·3(Li, H)₂O); Analyse XIII. Dunkelbraun mit hellgelbem Strich; Dichte 3·45; mittlerer Brechungsindex etwa 1·74; Doppelbrechung mäßig stark; in gelben und braunen Tönen pleochroitisch; vor dem Lötrohr leicht schmelzbar.

Auf der Spodumen-Lagerstätte von Branchville, Fairfield Co., Connecticut; hier wurde Lithiophilit von G. J. Brush und E. S. Dana (Am. Journ. of Sc. [3] 15, 481, 1878) entdeckt; H. L. Wells (a. a. O. u. Ztschr. f. Kryst. 2, 546, 1878) untersuchte das "bei 1·5" schmelzende, vor dem Lötrohr eine helle Lithiumflamme gebende, lebhaft lachsrote und halbharzartig glänzende Mineral chemisch; Härte 3, Dichte 3·424. Nach G. J. Brush und E. S. Dana (ebenda [3] 16, 118, 1878; Ztschr. f. Kryst. 2, 546, 1878) kam Lithiophilit eingebettet in Albit in unregelmäßig begrenzten, abgerundeten Massen von bis zu 3 Zoll Durchmesser und mit einem schwarzen Mineral, seinem Oxydationsprodukt, bedeckt, vor, und zwar in einer Ader von albiti-

schem Granit mit Albit, Quarz, Mikroklin, Muskovit, Spodumen, Cymatolith, Apatit, Mikrolith, Columbit, Granat, Turmalin, Staurolith, Eosphorit, Triploidit, Rhodochrosit, Amblygonit, Vivianit, Reddingsit, Fairfieldit, Uraninit. Kristallflächen nicht vorhanden; Spaltbarkeit nach e vollkommen, nach b ziemlich vollkommen, nach m unvollkommen; Härte 4.5, Dichte 3.424-3.432. Frisch mit hell lachsfarbener, gelegentlich honiggelber, auch gelblichbrauner und umhrabrauner (? verwittert) Farbe, harzartig bis glasartig glänzend; im allgemeinen durchscheinend, manche Spaltstücke sind durchsichtig; Bruch uneben bis muschelig. Optische Eigenschaften vgl. S. 228, Analyse Nr. XIV. Eine chemische Analyse (Nr. XV) eines abweichend, nämlich hell nelkenbraun gefärbten Lithiophilits von einer, der soeben beschriebenen benachbarten Lagerstätte teilte S. L. Penfield (ebenda [3] 17, 228, 1879 und bei G. J. Brush u. E. S. Dana, Ztschr. f. Kryst. 4, 71, 1880) mit. Umgewandelten Lithiophylit aus diesem Gebiete untersuchten G. J. Brush und E. S. Dana (ebenda [3] 17, 367, 1879; Ztschr. f. Kryst. 3, 586, 1879). Ein Teil des zersetzten Minerals ließ noch deutliche Spaltbarkeit (Analyse XVI, von F.P. Dewey) erkennen, ein anderer wies nur muscheligen Bruch auf (Analyse XVII, von H.L. Wells) und ein dritter Teil bildete krümelige, lose angehäufte Massen. Farbe gewöhnlich grünlichschwarz bis pechschwarz, gelegentlich purpurviolett infolge der verschiedenen Farben der Oxydationsstufen des Mangans. Dichte 3.26-3.40, Härte 3-4; Glanz halb harzartig bis stumpf. Taucht man das schwarze Mineral in Salzsäure, so wird es ebenso rot wie das frische Mineral. Bei weiterer Untersuchung der Lagerstätte fanden G. J. Brush und E. S. Dana (ebenda [3] 18, 45, 1879) Lithiophilit in beträchtlichen Mengen in einzelnen abgesonderten Massen vom Umfang einer Kirsche bis zu einem Zoll Durchmesser und von teils unregelmäßiger, teils gerundeter, zuweilen winkeliger Er durchsetzt von den begleitenden Mineralien besonders Feldspat (gewöhnlich Albit) und (meist verwitterten) Spodumen; Rhodochrosit ist in Lithiophilit eingebettet. Außer den oben angeführten Begleitern werden jetzt noch Uranphosphate und Cyrtolith genannt. Nicht alle auf der Außenseite mit einer schwarzen Schicht bedeckten Lithiophilite sind zersetzt, sondern nur die aus Schichten der Nähe der Erdoberfläche stammenden. Lithiophilit tritt in einem lachsrosafarbenen, pur 3.56 % FeO aufweisenden und in einer eisenreichen, 13.01 % FeO enthaltenden Abart auf, die also ein Zwischenglied zwischen Lithiophilit und Triphylin bildet; das Mineral ist nelkenbraun, glänzt lebhaft, ist durchsichtig und klar und war mit einem grünen chloritischen Mineral verwachsen. Später entdeckte S. L. Penfield (ebenda [3] 26, 176, 1883) auf dieser Lagerstätte noch eine dritte, sehr blaßblaue, lebhaft glänzende, durchsichtige und klare Lithiophilitabart (Analyse XVIII) mit 16.36 % FeO. Nach G. J. Brush und E. S. Dana (Ztschr. f. Kryst. 18, 10, 1891), die weitere Teile der Lagerstätte untersuchten, ist der Lithiophilit von Branchville ursprüngliches Gangmineral und innigst mit Albit, Quarz und Spodumen verhunden. Mit ihm, und zuweilen in ihn eingewachsen, findet sich scheinbar ebenfalls primärer Triploidit. Die Lithiophilitmassen sind im allgemeinen unzersetzt, zeigen nur an der Oberfläche oder auf Bruchflächen eine Haut von einem glänzenden, blauen, kristallisierten Mineral von vivianitähnlichem Aussehen; in einigen Fällen ließen sich ausgesprochene, wenn auch unvollkommene Kristallformen von m, l und e erkennen. Einer der Kristalle war 18 Zoll lang und 15 (engl.) Pfund schwer; Messungen ergaben: $(110)(\overline{110}) = 48^{\circ}$, $(110)(120) = 17-18^{\circ}$, (010)(021)= 42°; der Winkel der Spaltflächen (110) (110) betrug 48° 30'-49°. Zuweilen sind manche Lithiophilite äußerst zersetzt; besonders die nierigen Einschlüsse des Ganges, und es treten mit ihnen Dickinsonit, Hureaulit und Eosphorit auf, ohne daß sich eine allgemeine Regel über die Altersfolge und die Paragenesis der Mineralien aufstellen ließe. - Ein ursprünglich für Rhodonit gehaltenes rosafarbenes Mineral aus dem Strickland Steinbruch, Collins Hill, Portland, Connecticut, ist nicht Rhodonit, sondern Lithiophilit (W. G. Fove, Amer. Min. 5, 120, 1920. Auszug: Min. Abstr. 1, Nr. 6, 171, 1921).

E. Hitchcock und Hartwell entdeckten nach J. W. Mallet (Am. Journ. of Sc. [2] 18, 33, 1854) ein zuerst von W. J. Craw (ebenda [2] 11, 99, 1851) analysiertes Mineral von Norwich, Massachusetts (Analyse XIX, XX). W. J. Craw (a. a. O.) kam zu dem Ergebnis, daß das Mineral dem Triphylin ähnlich, aber weit davon entfernt sei, mit ihm identisch zu sein. J. D. Dana (ebenda [2] 11, 100, 1851) beschrieb es wie folgt: Kristalle eingebettet in Quarz und Spodumen, eisenschwarz, mit stark entwickelten Prismen mit den Normalenwinkeln 50—52°; nach zwei Pinakoiden spaltbar; nach seinen bei der Messung von 10 Kristallen erhaltenen Werten vermochte J. D. Dana nicht anzugeben, ob ein neues Mineral vorliegt. J. W. Mallet (a. a. O.) analysierte ein Stück des Minerals (Analyse XXI); nach ihm sind die Kristalle undurchsichtig, dunkelschwarzbraun, mit schön violettem Strich; Härte etwa 5; er hielt es für ein umgewandeltes Mineral. S. L. Penfield (ebenda [3] 17, 226, 1879) veröffentlichte eine Analyse (Nr. XXII) des Minerals von Norwich unter der Bezeichnung "Triphylin". Er benutzte Substanz, die den unzersetzten Kern eines großen, umgewandelten Triphylins bildet. Das Mineral begleitet Spodumen, ist frisch grau-

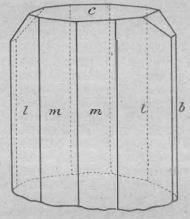


Fig. 16. Triphylin, Norwich, nach G. Tschermak, 1863, nach J. D. Dana, 1851. Lin. Vergr. etwa 1·19 der Originalfigur von G. Тschermak.

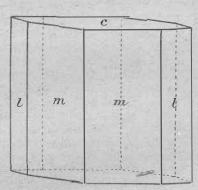


Fig. 17. Triphylin, Norwich, nach G. TSCHERMAK, 1863. Lin. Vergr. etwa 1.27 der Originalfigur.

lichgrün, glänzend und deutlich spaltbar. Nach dieser Analyse ist das Mineral manganreicher und eisenärmer als der Triphylin von Bodenmais (vgl. auch "Historisches").

S. L. Penfield (Am. Journ. of Sc. [3] 13, 425, 1877) analysierte Triphylin von Grafton, New Hampshire (Analyse XXIII, XXIV). Das in verschieden großen, bis über 50 engl. Pfund schweren Massen auftretende, hellblaue, fett- bis harzglänzende, vollkommen spaltbare und äußerlich Anzeichen von Zersetzung aufweisende Mineral stammt aus glimmerreichem Granit. Über die regelmäßige Verwachsung dieses Triphylins mit Graftonit vgl. dieses Mineral; vgl. auch Analyse XXV.

Auf der Topas-Lagerstätte von Stoneham, Maine, fand sich ein einziger, unvollkommen ausgebildeter Kristall von Triphylin (G. F. Kunz, Rec. Am. Ass. Adv. Sc. Minneapolis, August 1883; Am. Journ. of Sc. [3] 27, 214, 1884).

S. L. Penfield (Am. Journ. of Sc. [3] 26, 176, 1883) analysierte (Analyse XXVI) einen gemeinsam mit Quarz, Albit und Turmalin bei Tubbs Farm, Norway,

Maine, auftretenden Lithiophilit; ihm lag ein außen schwarzes, innen hell lachsfarbenes Bruchstück von beträchtlicher Größe vor.

Nierenförmige, amorphe Massen eines wegen seiner chemischen Zusammensetzung mit Triphylin verwandten Minerals treten nach W. P. Headden (Am. Journ. of Sc. [3] 41, 416, 1891) im Granit der Nickel Plate Zinngrube, Pennington Co., Süd-Dakota, gemeinsam mit Beryll und Spodumen auf. Das Mineral enthält im Innern keine fremden Einschlüsse, in seinen äußeren Teilen dagegen kleine Büschel von Glimmerblättchen, stellenweise kleine Schmitzen eines harzartig glänzenden, hellbraun gefärbten, nach einer Richtung deutlich spaltbaren Minerals mit muscheligem Bruch und wenige schwarz gefärbte, einzeln auftretende Kristalle von Zinnerz, die zum Teil so stark angefressen sind, daß sie fast wie Kristallskelette aussehen. Dichte 3.612, Bruch uneben bis schwach muschelig, nach zwei zueinander senkrechten Richtungen, davon in einer vollkommen, in der anderen sehr unvollkommen, spaltbar; Härte etwa 5. Glazglanz, Farbe dunkelgrün; frische Bruchflächen dunkeln an der Luft in kurzer Zeit infolge von Oxydation oberflächlich nach; in dünnen Splittern mit hellgrüner Farbe durchscheinend bis durchsichtig. Strich und Farbe im gepulverten Zustande sehr hellgrün, fast weiß. Dünne Stücke in der Flamme einer Kerze an den Kanten leicht zu einer dunkelbraunen, magnetischen Kugel schmelzbar; färbt die Lötrohrflamme schwach gelb. Zwei an frischer Substanz vorgenommene, miteinander gut übereinstimmende Analysen ergaben als Mittel Analyse Nr. XXVII. Hiernach ist das Verhältnis R^I₃PO₄ zu R^{II}₃P₂O₈, das für Triphylin den Wert 1:1 hat, für das vorliegende Mineral 1:2.25; im Vergleich zu Triphylin ist ferner Lithium fast völlig durch Natrium und Kalium ersetzt. Nach W. P. Headden (a. a. O.) ist das an der Außenseite der nierenförmigen Massen auftretende hellbraune Mineral kein Verwitterungsprodukt des triphylinähnlichen Minerals. C. C. O'HARRA (Bull. Nr. 6, S.-Dakota School of Min. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 38, 695, 1904) erwähnt Triphylin, Triplit und Heterosit unter den in den Zinnerzablagerungen der Black Hills vorkommenden Mineralien.

Analysen.

Theor. LiFePO₄. 9.46 Li₂O, 45.52 FeO, 45.02 P₂O₅. LiMnPO₄. 9.52 Li₀O, 45.21 MnO, 45.27 P₀O₅.

a) Triphylin, Bodenmais. I.—VIII. I. J. N. Fuchs, Journ prakt. Chem. 3, 98, 1834. II. W. Bär, Arch. d. Pharm. [2] 57, 274, 1849. III. C. G. Wittstein, Vierteljahrsschrift pr. Pharm. 1, 506 (1851?); nach C. F. Rammessberg, Handb. Min. Chem. [2] 305, 1875. IV. C. F. Rammelsberg, Pogg. Ann. 85, 439, 1852. V. G. K. F. Gerlach, Ztschr. f. d. gesamt. Naturw. 9, 149, 1857. VI. F. Oesten, Pogg. Ann. 107, 436, 1859. VII. M. Reuter bei C. F. Rammelsberg, Handb. Min. Chem. [2] 307, 1875. VIII. S. L. Penfield, Am. Journ. of Sc. [3] 17, 226, 1879. VIIIa. P. Jannasch, bei C. Doelter, Handb. Min. Chem. 3, 302, 1918 ("Zwiesel (Rabenstein)").

Triphylin, Hagendorf bei Pleystein, Oberpfalz. IX. H. LAUBMANN

und H. STEINMETZ, Ztschr. f. Kryst. 55, 561, 1920.

b) Triphylin, La Vilate bei Chanteloube, Frankreich. X. F. PISANI bei A. LACROIX, Min. de France 4, 362, 1910.

c) "Tetraphylin" oder "Perowskyn", Keiti bei Torro in Finnland. XI. J. J. Berzelius und N. Nordenskiöld, Jahresber. 15, 211, 1835. A. Nordenskiöld, Beskrifn. Finl. Min. 1855, 22.

Triphylin, Sukula, Finnland. XII. E. Mäkinen, Bull. Comm. Géol. de

Finlande, Nr. 35, 96, 1913.

e) Sicklerit, Hiriat Hill, Pala, San Diego Co., Californien. XIII. W. T. Schaller, Journ. Wash. Acad. Sc. 2, 143, 1912. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 55, 404, 1920.

Nr.	Dichte	Li ₂ O	FeO	» MnO	P ₂ O ₅
I.	3.6	3 • 401	48.57	4.70	41.47
II.		5.09	44.52	5.76	36.36
III.	south and the	5.47	$38 \cdot 59^{5}$	11.40	41.09
IV.	4.403	7.28	39.97	9.80	40.72
v.		6.84	36.54	9.05	40.32
VI.	3·545 3·561	7.69	38 • 22	5.63	44 · 19
VII.		6.25	39.20	5.87	42.68
VIII.	3.549	8.15	36 • 21	8.96	43-18
VIII a.		8.77	30.03	9.72	42.51
IX.		8.59	35.06	11.40	44.48
х.		7.91	31.90	14.40	43.00
XI.	3.5-3.6	8.2	38.6	12.1	42.6
XII.		6.95	31.09	8.49	41.08
XIII.	3 · 45		-	33.60	43.10
XIV.7	3 • 424 — 3 • 432	8.63	4.02	40.86	44.67
XV.	3.482	9.26	13.01	32.02	45 - 22
XVI.	3.39-3.40	5.66		11.66	40.66
XVII.	3.26—3.27	4.83	_	18.80	40.38
XVIII.	3.504	8.59	16.36	28.58	44.98
XIX.	2.876	2.27	-	-	41.35
XX.	2.876	2.20		-	44.64
XXI.	3.364	1.79			43.04
XXII.	3.534	9.36	26.40	17.84	44.76
XXIII.	3 • 52	8.77	26.09	18.17	44.18
XXIV.	3.52	8.81	26.38	18.24	43.88
XXV.	3.58	9.2	33.4	9.9	42.3
XXVI.	3.398	8.50	8.60	35.98	44.40
XXVII.	3.612	0.28	25.05	15.54	38 • 64

¹ Nachträglich aus dem "Verlust" (4.05) berechnet.

³ Im Original steht irrtümlich 100.59.

 $^{^5}$ Bei C. F. Rammelsberg, Handb. Min. Chem. 1860, 1016 ist angegeben: 3.31 Fe $_2{\rm O}_8$, diese Zahlen nicht wiedergegeben.

⁶ Im Original sind Hundertstel in den Einzelzahlen noch mit angegeben; hier

⁷ Mittel aus zwei Analysen.

Summe	einschließlich
98 • 142	
101.593	1.78 SiO ₂ , 1.00 CaO, 0.73 MgO, 1.19 K ₂ O, 4 5.16 Na ₂ O
97.975	0.07 K ₂ O, 0.87 Na ₂ O, 0.48 CaO
100.05	1.45 Na ₂ O, 0.58 K ₂ O, 0.25 SiO ₂
98 • 16	0.58 CaO, 1.97 MgO, 0.35 K ₂ O, 2.51 Na ₂ O
100·06 ⁶	0.76 CaO, 2.39 MgO, 0.04 K ₂ O, 0.74 Na ₂ O, 0.40 SiO ₂
99.87	1.70 CaO, 3.77 Na ₂ O, 0.45 K ₂ O
99.39	0.10 CaO, 0.83 MgO, 0.26 Na ₂ O, 0.87 H ₂ O, 0.83 Gangart
99.92	$3.64 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, 0.51 CaO , 1.49 MgO , $0.53 \text{ K}_2\text{O}$, $1.76 \text{ Na}_2\text{O}$, $0.96 \text{ H}_2\text{O}$
100.08	0.60 unlöslich
99.04	0.40 Na ₂ O, 1.03 MgO, 0.40 H ₂ O
103.2	1.7 MgO
100.13	$\begin{array}{c ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
99.95	0.20 CaO, 11.26 Fe ₂ O ₃ , 2.10 Mn ₂ O ₃ , 1.71 H ₂ O über 110°, 3.80 SiO ₂ , 4.18 Rückstand
99.78	0.14 Na ₂ O, 0.82 H ₂ O, 0.64 SiO ₂
100.26	0.29 Na ₂ O, 0.17 H ₂ O, 0.29 Glühverlust
99.65	$\begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$
99.86	15.89 Fe ₂ O ₃ , 14.71 Mn ₂ O ₃ , 0.72 CaO, 0.26 K ₂ O, Spur Na ₂ O, 3.37 H ₂ O, 0.90 Rückstand
99.39	0.05 CaO, 0.21 Na ₂ O, 0.54 H ₂ O, 0.13 Gangart
100.01	27.36 Fe ₂ O ₃ , 24.70 Mn ₂ O ₃ , Spur Al ₂ O ₃ , 1.97 CaO, Spur MgO, 2.07 H ₂ O, 0.29 unlöslich
100.14	26.02 Fe ₂ O ₃ , 23.30 Mp ₂ O ₃ , Spur Al ₂ O ₃ , 1.61 CaO, Spur MgO, 2.07 H ₂ O, 0.30 unlöslich
99.79	29.50 Fe ₂ O ₃ , 22.59 Mn ₂ O ₃ , 0.09 CaO, 0.73 MgO, 2.05 H ₂ O
99.84	0.24 CaO, 0.47 MgO, 0.35 Na ₂ O, 0.42 H ₂ O
100.61	0.89 CaO, 0.56 MgO, 0.32 K ₂ O, 0.16 Na ₂ O, 1.47 H ₂ O
100.79	0.99 CaO, 0.61 MgO, 0.32 K ₂ O, 0.09 Na ₂ O, 1.47 H ₂ O
98•0	0.2 CaO, 1.3 MgO, 1.7 H ₂ O
99.71	0.78 CaO, 0.14 Na ₂ O, 1.19 H ₂ O, 0.12 Gangart
99.89	5.53 CaO, 1.50 MgO, 7.46 Na ₂ O, 2.00 K ₂ O, F 0.69, 0.73 Glühverlust, 2.47 Gangart

² Nach Fortlassung von 0.68 H₂O, 0.53 SiO₂ und 0.65 Rest vom "Verluste".

wurde auf Zehntel abgerundet; die Summe beträgt a. a. O. 100.047.

⁴ Im Original steht irrtümlich "Kalk".

^{35.61} FeO, 0.48 MgO (statt CaO), 1.03 H2O; beim Abdruck in der 2. Aufl. sind

f) Lithiophilit, Branchville, Fairfield Co., Connecticut. XIV.—XVIII. XIV. "Lachsfarbig bis gelbbraun." H. L. Wells bei J. Brush und E. S. Dana, Am. Journ. of Sc. [3] 16, 118, 1878; Ztschr. f. Kryst. 2, 546, 1878. XV. "Frisch, glänzend, durchsichtig, nelkenbraun." S. L. Penfield, Am. Journ. of Sc. [3] 17, 228, 1879. Auch bei G. J. Brush und E. S. Dana, Am. Journ. of Sc. [3] 18, 45, 1879; Ztschr. f. Kryst. 4, 71, 563, 1880. XVI.—XVII. "Umgewandelter Lithiophylit." F. P. Dewey (XVI.), H. L. Wells (XVII.) bei G. J. Brush und E. S. Dana, Am. Journ. of Sc. [3] 17, 367, 1879; Ztschr. f. Kryst. 3, 586, 1879. XVI. "Noch spaltbare Abart." XVIII. "Dichte, stumpfe Abart." XVIII. "Blaßbläulich, durchsichtig, glänzend." S. L. Penfield, Am. Journ. of Sc. [3] 26, 176, 1883.

Triphylin, Norwich, Massachusetts. XIX.—XXI. "Triphylinähnliches Mineral; vielleicht verwitterter Triphylin." XIX.—XX. W. J. Craw, Am. Journ. of Sc. [2] 11, 99, 1851. XXI. J. W. Mallet, Am. Journ. of Sc. [2] 18, 33, 1854. XXII. "Graulichgrün, glänzend, deutlich spaltbar." S. L. Penfield, Am.

Journ. of Sc. [3] 17, 226, 1879.

Triphylin, Grafton, New Hampshire. XXIII.—XXIV. S. L. PENFIELD, Am. Journ. of Sc. [3] 13, 425, 1877. XXV. "Triphylin, von dem mit ihm verwachsenen Graftonit getrennt". S. L. Penfield, Am. Journ. of Sc. [4] 9, 20, 1900. Ztschr. f. Kryst. 32, 433, 1900.

Lithiophilit, Tubbs Farm, Norway, Maine. XXVI. S. L. PENFIELD,

Am. Journ. of Sc. [3] 26, 176, 1883.

Triphylinähnliches Mineral, Nickel Plate Zinngrube, Pennington Co., Süddakota. XXVII. W. P. HEADDEN, ebenda [3] 41, 416, 1891.

Vierte Gruppe.

Normale Salze dreiwertiger Metalle.

- 1. Xenotim
- 2. Fergusonit
- 3. Monazit
- 4. Risörit
- 5. Sipylit

- 6. Cervantit
- 7. Pucherit
- 8. Stibiotantalit
- 9. Carminit

1. Xenotim. 1 YPO4.

Tetragonal. a: c = 1: 0.61867 G. vom Rath, ² C. Klein. ³ Beobachtete Formen: $c\{001\}$ O P. $a\{100\} \infty$ P ∞ . $m\{110\} \infty$ P. $e\{101\}$ P ∞ . $f\{201\}$ 2 P ∞ .

¹ Hussakit, vgl. S. 266; 268!

 $^{^2}$ G. vom Rath, Pogg. Ann. 123, 187, 1864; aus (111) ($\overline{111}$) = 55 $^{\circ}$ 30′ an einem Kristall von der Fibia, St. Gotthard.

 $^{^{\}rm s}$ C. Klein, N. Jahrb. f. Min. 1879, 536; aus (111)(111) = 55° 30′ an einem Kristall aus dem Binnental.

```
\approx \{111\} P. u\{331\} 3 P. v\{115\} \frac{1}{5} P. w\{447\} \frac{4}{7} P.
 \tau {311} 3 P 3.
e: e = (101)(011) = 43^{\circ} 41'
                                                 v: v = (115)(11\overline{5}) = 160^{\circ} 9'
e: e = (101)(10\overline{1}) = 116
                                                w: w = (447)(4\overline{4}7) = 3653
f: f = (201)(021) = 66
                                                w: w = (447)(44\overline{7}) = 126
                                                                                   51
f: f = (201)(20\overline{1}) =
                                                \tau: \tau = (311)(131) = 46
                                  53
                                                                                   56
x : x = (111)(1\overline{1}1) =
                            55
                                                \tau: \tau = (311)(3\overline{1}1) = 32
                                 30
                                                                                   421
z: z = (111)(11\overline{1}) =
                                                \tau: \tau = (311)(31\overline{1}) = 54
                            97
                                  38
                                                                                   9
u: u = (331)(3\overline{3}1) =
                                 43
                                                z: \tau = (111)(311) = 29
                                                                                   531
                                                x: m = (111)(110) = 48
u: u = (331)(33\overline{1}) =
                            41
                                 43
                                                                                   49
v: v = (115)(1\overline{1}5) =
                                                 \tau: m = (311)(110) = 37
```

Gewöhnlich pyramidal, lang- oder kurzprismatisch ausgebildete, häufig zirkonähnliche Kristalle; ausnahmsweise auch solche mit isometrischem oder kubischem Habitus.¹ Gelegentlich auch gedrehte oder in der Richtung einer Zwischenachse verlängerte oder scheinbar hemimorphe Kristalle. Am häufigsten sind die Formen m, a, z, e; die übrigen treten z. T. sehr selten auf. Unregelmäßig abgerundete Anhäufungen, garben- oder rosettenförmige Massen, radialstrahlige Aggregate, auch langgestreckte Gruppen aus reihenförmig angeordneten Kristallen. — Auf sekundärer Lagerstätte in abgerollten Kristallen oder Körnern.

Zwillinge nach e (101), wie bei Zinnerz, nicht häufig. — Regelmäßige Verwachsungen mit Zirkon; hierbei sind beide Mineralien so miteinander vereinigt, daß die gleichnamigen kristallographischen Achsen parallel liegen; eine zusammenfassende Beschreibung der Erscheinung gab O. Mügge (N. Jahrb. f. Min. 1903; Beil.-Bd. 16, 391, 397). Weitere Angaben siehe unter "Skandinavien" (W. C. Brögger, E. Zschau), "Brasilien" (O. A. Derby, E. Hussak), "Nordkarolina" (W. E. Hidden), insbesondere jedoch Bd. I₂, 1650, Fig. 494; 1661, Fig. 498. E. Hussak (Min. petr. Mitt. 12, 465, 1891) fand in brasilianischen Xenotimkristallen Zirkonsäulchen parallel zur c-Achse und parallel zu einer Polkante von {111} eingewachsen (vgl. S. 264). Über Verwachsungen mit Monazit vgl. S. 296.

Als Einlagerungen wurden in frischen Xenotimen außer Zirkonkristallen noch Flüssigkeitseinschlüsse beobachtet; im allgemeinen sind die frischen Kristalle homogen. Dichte 4·5—5·1, Härte 4—5.

Bruch uneben und splitterig; nach (110) vollkommen spaltbar. Spröde.

Glasglanz bis Fett- oder Harzglanz; graulichweiß, aschgrau, grau mit einem Stich ins Olivgrün, graugrünlich bis gelbweiß, hellgelb, licht- bis dunkelweingelb, bräunlich hellgelb, honiggelb mit Stich ins Bräunliche, ziegelrot, fleischrot, grün, hellnelkenbraun, gelblichbraun, braun, haarbraun,

¹ Über scheinbar triklin ausgebildete Kristalle vgl. Xenotim von Schüttenhofen, S. 257, über scheinbar rhombische vgl. Xenotim von Clarksville, S. 269.

schokoladebraun, dunkelbraun, tief braunrot. Durchsichtig bis durchscheinend oder opak, je nach dem Erhaltungszustande. Strich weiß mit rosagelbem Stich, gelblich, hellbraun, rötlich.

Licht- und Doppelbrechung¹ stark, optisch einachsig positiv; Zahlenangaben siehe bei Hussakit, S. 266. Im durchfallenden Lichte farblos, gelblich, hellbräunlich. H. Rösler (S. 255) beobachtete Pleochroismus am Xenotim (Hussakit) von Hirschau bei Amberg (o blaßrosa, e bräunlichgelb) und von Ottowitz (o lichtgelbbraun, e graubraun), Absorption e > o; es ist jedoch nicht sicher, ob hier wirklich Xenotim vorlag (vgl. S. 256). H. Becquerel (Ann. de chim. et de phys. [6] 14, 170, 257, 1888) untersuchte Absorptionsspektren des ordentlichen und des außerordentlichen Strahles von Xenotim, dessen Fundort nicht angegeben ist, mittels einer Vorrichtung, bei der Licht einer Wasserstoff-Sauerstoffflamme durch ein drehbares Nicol geradlinig polarisiert wurde, dann die Kristallplatte durchsetzte und schließlich durch ein geradsichtiges Spektroskop hindurchging. Die Beziehung zwischen den bei den Teilstrichen M des Mikrometers liegenden Absorptionsstreifen und der Wellenlänge λ (in $\mu \mu$) ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich.

		A	bsorptionss	pektrum de	es			
ordentlichen			entlichen		ordentlichen		außerordentlicher	
Stra			hles		hles		hles	
M	λ	M	λ	M	λ	M	λ	
45.8	670.0	38.8	692.0	108.8	543.0	108.0	544 - 2	
46.3	669.0	43.0	679 • 1	110.0	541.5	110.0	541.5	
47.4	665 • 5	46.0	669.6	110.5	540.8	111.2	539.8	
48.9	661.3	47.0	666 - 7	111.3	539 • 8	111.8	539 . 0	
49.6	659.3	47.4	665 • 5	113.1	537.3	118.5	530 • 4	
50.4	656.6	49.9	658 · 1	120.3	528 • 2	121.1	527.3	
51.1	655.0	50.1	657.5	123.0	525.0	122.5	525 • 6	
51.8	653.1	51.0	655 • 1	123.5	524.4	123.5	524 . 4	
52.6	651.0	51.5	653.9	124.0	523.7	124.0	523 - 7	
53.5	649.0	52.2	652.3	125.0	522.5	125.0	522 - 5	
55.1	644.0	53.9	647.7	125.7	521.6	125.0	522 - 5	
55.6	642.9	54.2	646 • 5	126.2	521.0	126 - 1	521 - 2	
55.6	642.9	55.1	644.0	153.5	492.3	151.6	494 - 2	
98.5	557.8	55.6	642.9	157.2	488.9	153.0	492.8	
102.5	551.9	55.6	642.9	158.1	488.1	158.4	487.8	
103.5	550.3	103.5	550.3	159.0	487.3	158.4	487 - 8	
104 · 4	549.1	103.5	550.3	160.1	486.3	158.4	487.8	
105.6	547.5	105.6	547.5	195.1	458.6	158.4	487.8	
106.4	546.2	106.8	545.7	200.2	455.3	158.4	487.8	
107.8	544.5	107.8	544.5	207.3	450 • 6	158 • 4	487.8	
108.0	544.2	108.0	544.2			No. of Sales		

¹ Wie bereits A. Des Cloizeaux, Ann. d. Min. [5] 14, 549, 1858 feststellte.

Eine Zusammenstellung der Hauptergebnisse der Arbeit findet sich bei H. Becquerel, Bull. Soc. fr. de Min. 10, 120, 1888.

Nach O. A. Derby (Am. Journ. of Sc. [3] 41, 311, 1891) ergaben Versuche von S. Gage, daß mikroskopisch kleine Körner ("vermutlich auch in Dünnschliffen") von Xenotim bei Untersuchung mit einem Spektroskop-Okular die für Didym und Erbium charakteristischen Absorptionsbanden aufweisen. Die spektroskopische Prüfung des Xenotims von Nil St. Vincent ergab, daß das Mineral zweifellos Didym, Erbium und Cerium enthält (W. Prinz, Bull. Acad. Belgique, Cl. d. Sc. 1904, 313).

Nach G. EBERHARD (S. B. Akad. d. Wiss. Berlin 1908, 851) ließen sich im Funkenspektrum des Xenotims von Tvedestrand, Norwegen, nur die stärksten Scandium-Linien eben noch erkennen. Das Spektrum des Xenotims von Dattas, Brasilien, wies keine Scandium-Linien auf; bei einem Xenotim von einem unbekannten Fundort waren die Scandium-Linien leicht sichtbar. Alle drei untersuchten Xenotime zeigten im Spektrum Linien der seltenen Erden. H. A. ROWLAND (bei W. E. HIDDEN, Am. Journ. of Sc. [3] 46, 255, 1893) fand im Xenotim von Brindletown, Burke Co., Nordkarolina, auf spektroskopischem Wege ungewöhnlich viel Scandium.

J. Becquerel¹ studierte seit dem Jahre 1906 die Veränderungen, die in den Absorptionsspektren des ordentlichen und des außerordentlichen Strahles von Xenotim von Dattas, Minas Geraes, Brasilien, auftreten, wenn eine Kristallplatte des Minerals in die Kraftlinien eines Magnetfeldes gebracht wird.

Die Spektren, die sehr feine, hauptsächlich dem Erbium angehörende Linien aufweisen, wurden folgendermaßen erzeugt. Das Licht einer Nernstlampe durch-

¹ Von einer ausführlicheren Behandlung des Gegenstandes muß abgesehen werden; es sei jedoch auf die nachstehend angegebene Literatur verwiesen. a) J. Becquerel, C. R. 142, 775, 874, 1144 (1906); 143, 769, 890, 962, 1133 (1906); 144, 132, 167, 168, 420, 682, 1032, 1078, 1336 (1907); 145, 413, 795, 916, 1150, 1412 (1907); 146, 683, 1308 (1908); 147, 121, 1281 (1908); 148, 158, 546, 622, 707, 775, 913 (1909); 149, 200, 392, 1364 (1909). — Le Radium, 4, 49, 107, 328 (1907); 5, 5, 356 (1908); 6, 45, 327 (1909); 7, 234, 236 (1910). — Bull. Soc. fr. de Phys. 1907, 55; 1909, 61. — Soc. fr. de Phys. Nr. 225, 5 (1907); Nr. 264, 2 (1907); Nr. 293, 3 (1909); Nr. 302, 2 (1909). — Journ. de Phys. [4] 8, 411 (1909). — Phys. Ztschr. 8, 632, 929 (1907); 9, 94 (1908). — Phil. Mag. [6] 16, 153 (1908). — Versl. Amsterdam 18, 146 (1909). - Onnes Comm. Leiden. Suppl. 20 zu Nr. 109-120 (1909). b) J. Becquerel und H. Kamerlingh Onnes, C. R. 146, 625 (1908). — Soc. fr. de Phys. Nr. 208, 2 (1908). — Proc. Amsterdam 16, 678 (1908). — Onnes Comm. Leiden, Nr. 103 (1908). — Le Radium, 5, 227 (1908). — Bull. Soc. fr. de Phys. 1908, 48. . c) W. Voigt, Göttinger Nachr. 1906, 507. — Proc. Amsterdam 11, 360 (1908). — Elektro- und Magnetooptik, S. 217ff., Leipzig 1908. - Hand.-Wtb. d. Naturw. Bd. 6, 713, Jena 1912. d) J. Beckenkamp, Ztschr. f. Kryst. 45, 255 (1908). e) A. Bestelmeyer, Phys. Ztschr. 9, 541 (1908). f) A. Dufour, Le Radium 6, 44 (1909). g) K. Kil-CHING und J. KOENIGSBERGER, Verh. Deutsch. Phys. Ges. 10, 537 (1908). h) W. M. PAGE, Trans. Cambr. Phil. Soc. 20, 291 (1908) (nach C. DOELTER, Handb. d. Min.-Chem. III₁, 564 (1918).

Tabelle 1. Veränderungen an zwei Hauptgruppen im Spektrum von Xenotim in einem zu 25440 C.-G.-S.-Einheiten ausgewerteten Magnetfelde, wenn sich das Licht senkrecht zu den Kraftlinien fortpflanzt.

Wellenlängen			hse parallel zum netfeld		chse parallel zum hlenbündel	III. Optische Achse normal zum Magnetfeld und zum Licht- strahlenbündel		
Ordent- liches Spektrum	Außer- ordent- liches Spektrum	a) Ordentliche Schwingung normal zur Feld- richtung	b) Außerordent- liche Schwingung	c) Ordentliche Schwingung normal zur Feld- richtung	d) Ordentliche Schwingung par- allel zur Feld- richtung	e) Außerordent- liche Schwingung normal zur Feld- richtung	f) Ordent- liche Schwin- gung parallel zur Feld- richtung	
520 • 651		Symmetrisches Dublett mit wenig auseinander liegen- den Komponenten		Unsymmetrisches Dublett mit un- gefähr 0·31 μμ Abstand	Breitet sich nach Violett aus			
	520 · 671		Unsymmetrische Verbreiterung und Deformation	Ē		Unsymmetrisches Dublett mit 0.37 μμ Abstand		
521 • 131		Symmetrische Verbreiterung		Dublett mit wenig auseinander liegen- den Komponenten	Verbreiterung			
521.551	_	Symmetrische Verbreiterung	-	Leichte Verschie- bung nach der roten Seite hin	Dublett mit 0·37 μμ Abstand	-		
-	522.011	-	Sehr unsymmetrische Verbreiterung, Deformation	-		Verbreiterung und leichte Verschie- bung nach der roten Seite hin		
522·15¹	-	Symmetrisches Dublett mit 0·59 μμ Abstand		Verschiebung nach Violett um 0·1 μμ, Deformation	Verschiebung nach Violett, Deforma- tion	- To a second		
522.56		Symmetrisches Dublett mit 0.51 μμ Abstand		Verschiebung nach Violett um 0·1 μμ	Verschiebung nach Violett, Deforma- tion			
523 • 66 ¹		Symmetrische Verbreiterung		Verbreiterung	Symmetr. Dublett mit wenig auseinan- der liegenden Komponenten			

44

Normale Salze dreiwertiger Metalle.

Dieselben Veränderungen wie im Falle IId

	523.721		Verbreiterung			Verbreiterung	
524 • 201		Symmetrische Verbreiterung		Verbreiterung; vereinigt sich mit 524.58	Verbreiterung	-	
524.582		Verbreiterung		Sehr unsymmetri- sches Dublett	Verbreiterung		
525 • 11	525 • 11 1	Dublett mit 0·26 μμ Abstand und schwachen Komponenten	Verbreiterung	Kaum sichtbares unsymmetrisches Dublett	-	Unsymmetrisches Dublett mit wenig auseinander liegen- den Komponenten	
	526 82		Verbreiterung	<u> </u>			
-	538 • 81		Unsymmetrisch. Dublett		_	Breitet sich nach Violett hin aus	
	539.41		Unsymmetrisch. Dublett Unsymmetrisch. Dublett Unsymmetrisch. Dublett	-		-	
624-27		Dublett mit 0·89 μμ Abstand		Scheint sich nicht zu verändern			
-	642 • 461		Verbreiterung			Wird verwaschener	
643 • 45	-	Dublett mit 0 · 77 μμ Abstand	-	Scheint sich nicht zu verändern	-	-	
	643.581		Unsymmetrisches Dublett mit $0 \cdot 96 \mu\mu$ Abstand			Wird verwaschener	
-	646.3		Sehr unsymmetri- sches Dublett			Verbreitert sich	
650·56²	650 · 45	Symmetrisches Du- blett mit wenig auseinander liegen- den Komponenten	-	Unsymmetrisches Dublett mit 0·38 µµ Abstand	Breitet sich nach Violett hin aus		

¹ Sehr starke Bande.

² Starke Bande.

Wellenlängen			hse parallel zum netfeld	* * * * * * * * * * * * * * * * * * *	ehse parallel zum hlenbündel	III. Optische Achse normal zum Magnetfeld und zum Licht- strahlenbündel		
Ordent- liches Spektrum	Außer- ordent- liches Spektrum	a) Ordentliche Schwingung normal zur Feld- richtung	b) Außerordent- liche Schwingung	c) Ordentliche Schwingung normal zur Feld- richtung	d) Ordentliche Schwingung par- allel zur Feld- richtung	e) Außerordent- liche Schwingung normal zur Feld- richtung	f) Ordent- liche Schwin- gung parallel zur Feld- richtung	
652.341	652.82	Symmetrisches Du- blett mit wenig aus- einander liegenden Komponenten		Leicht unsymmetrisches Dublett mit 0·44 μμ Abstand	Breitet sich um 0·3 μμ nach Vio- lett hin aus	Deformation; das Maximum rückt nach Violett hin		
653·70 ²	653.8	Verbreiterung	-	Verschiebung um $0.2 \mu\mu$ nach der roten Seite hin	Sehr unsymmetrisches Dublett mit 0.66 µµ Abstand	Verschiebung nach der violetten Seite hin		
-	654.281		Sehr scharfes un- symmetr. Dublett mit 0·47 μμ Abstand		-	Leichte Verschie- bung nach Violett hin		
654.25		Vereinigt sich mit der vorstehenden		Vereinigt sich mit der vorstehenden	Vereinigt sich mit der Komponente der vorstehenden		Dieselben Verän-	
	656.3		Verschiebt sich nach Violett hin		-	Verbreitert sich stark	derungen wie im	
656 • 442		Symmetr. Dublett mit $0.44 \mu\mu$ Abstand u. schwachen Komp.	_	Unsymmetrisches Dublett mit 0.46 µµ Abstand	-	_	Falle IId	
	657.31		Sehr scharfes symm. Dublett mit $0.43 \mu\mu$ Abstand			Breitet sich nach Rot hin aus		
657.16		Verschiebung um 0·17 μμ nach Rot hin		-	Leichte Verschie- bung n. Violett hin	-		
$658 \cdot 10^2$	-	Symmetrische Verbreiterung		Wird schwächer	Breitet sich nach Violett hin aus			

¹ Sehr starke Bande.

² Starke Bande.

setzt eine in einer drehbaren Fassung angebrachte Kristallplatte des Xenotims und wird alsdann von einem Rowlandschen Plangitter zerlegt. Die Beobachtung oder die photographische Fixierung der Spektren geschah in der Brennebene eines Objektivs, durch das gleichzeitig die einfallenden und die abgebeugten Strahlen hindurchgehen. Die Spektren des ordentlichen und des außerordentlichen Strahles wurden mit einem Kalkspat-Rhomboeder voneinander getrennt. Die Wellenlängen ergaben sich aus dem Vergleich mit einem Eisenspektrum. Die Kristalle befanden sich zwischen den Polen eines Elektromagneten. Die magnetische Feldstärke wurde durch Messung des Kraftflusses bestimmt, der bei Umkehrung der Stromrichtung in den Spulen des Elektromagneten innerhalb einer Magnetspule verläuft, die man zwischen die Pole des Elektromagneten gebracht hat.

Die Veränderungen, die an zwei Hauptgruppen der Spektren von Xenotim in einem zu 25440 C.-G.-S.-Einheiten ausgewerteten Magnetfelde beobachtet wurden, wenn sich das Licht senkrecht zu den Kraftlinien des Magnetfeldes fortpflanzt, sind in der vorstehenden Übersicht nach J. Becquerel [Phys. Zeitschr. 8, 632, 929 (1907); Le Radium 4, 49, 328 (1907)] zusammengestellt (vgl. Tabelle 1, S. 244—246).

Pflanzt sich das Licht parallel zu den Kraftlinien des Magnetfeldes fort, so treten folgende Erscheinungen auf.

- 1. Optische Achse senkrecht zum Magnetfelde: g) Das Spektrum der ordentlichen Schwingungen normal zur Feldrichtung verhält sich wie im Falle I, 2, e der Übersicht und weist dieselben Veränderungen auf. h) Das außerordentliche Spektrum mit Schwingungen normal zur Feldrichtung zeigt dieselben Veränderungen wie im Falle I, 3, e.
- 2. Optische Achse parallel zu den Kraftlinien. Die Banden verhalten sieh wie im Falle I, 1, a der Übersichtstafel; jede Bande zeigt also eine symmetrische Verschiebung oder ein symmetrisches Dublett, dessen Abstand bei gleicher Feldstärke derselbe ist wie im Falle (a). Jede der Komponenten ist dabei schwächer als die ursprüngliche Bande. Die Banden eines und desselben Bildes verschieben sich nicht alle nach derselben Richtung. Die Banden, welche zirkular-polarisierten

Tabelle 2. Werte der Verschiebung für zwei der Hauptgruppen im Spektrum des Xenotims, die zwischen den Komponenten beobachtet wurden, welche entgegengesetzt gerichteten Zirkularschwingungen entsprechen.

Wellenlängen in μμ	Verschiebung Δh in einem Magnetfelde von R =14300 CGS.	Wellenlängen in μμ	Verschiebung Δh in einem Magnetfelde von R =14 300 CGS
520·65¹	0.09	643 • 45	0.44
521.131	0.006	647.40	0.12
521 • 55 1	0.045	650 • 56 2	0.16
522 · 15 ¹	0.033	652 • 34 1	0.19
522.56	0.029	653.70	0.09
523 • 66 1	0.006	654 • 25	0.11
524.20	0.04	656 • 44	0.28
524 • 58 2	0.09	657.16	Verschiebung nach
525 • 11	0.15		dem roten Ende des Spektrums um 0·1
642.27	0.50	658·10 ²	0.12

¹ Sehr starke Bande.

² Starke Bande.

Schwingungen entsprechen, die mit dem in den Spulen des Elektromagneten fließenden Strom gleichen Drehungssinn haben, sind ebenso oft nach dem roten wie nach dem violetten Teile des Spektrums abgelenkt. Es besteht also hier ein Gegensatz zum Verhalten der Spektren von Gasen und Dämpfen im Magnetfelde, bei denen stets diejenige von den beiden Schwingungen des Zeeman-Effektes nach dem violetten Ende des Spektrums verschoben ist, deren Drehungssinn mit dem des Magnetisierungsstromes übereinstimmt. Vorstehende Tabelle entbält für zwei der Hauptgruppen im Spektrum von Xenotim Werte der Verschiebung, die zwischen den Komponenten beobachtet wurden, welche entgegengesetzt gerichteten Zirkularschwingungen entsprechen (Tabelle 2, S. 247).

Im Jahre 1907 fand J. BECQUEREL (C. R. 144, 420, 1907), daß jede der Gruppen der grünen und roten Banden im Spektrum des Xenotims sich untereinander vereinigen, wenn die Temperatur erhöht wird, und daß sie bei einer Temperatur unter Dunkelrotglut einen verwaschenen Eindruck machen. Das Umgekehrte geschieht bei Erniedrigung der Temperatur, und bei der Temperatur der flüssigen Luft sind die feinen dunklen Linien der Spektren so klar und intensiv, daß die Spektren denen von Gasen und Dämpfen gleichen. Unter dem Einfluß der Temperaturerniedrigung werden ferner die Banden im Spektrum ein wenig verschoben, und ihre Breite ändert sich proportional der Quadratwurzel aus der absoluten Temperatur. Für Xenotim ergab sich nach J. BECQUEREL (Phys. Ztschr. 8, 929, 1907; Le Radium 4, 328, 1907):

Tabelle 3. Verschiebung von Banden in den Absorptionsspektren von Xenotim unter dem Einfluß einer Erniedrigung der Temperatur.

Spektri	um des ordentlichen Strahles	Spektrum des außerordentlichen Strables			
λ bei 25°	Verschiebung zwischen 25 und -188° in $\mu\mu$		Verschiebung zwischen 25 und -188° in $\mu\mu$		
520.65	(Es entsteht ein Dublett. Dieses	524.20	0.09 nach Rot		
	verschiebt sich um 0.04 uu	524.28	0.05 nach Rot		
	nach Violett)	525.11	0.06 nach Rot		
521 • 15	0.01-0.02 nach Violett (ver-	520.67	0.04 nach Violett		
	doppelt sich)	522.01	0.01-0.02 nach Violett		
521.55	0.05 nach Violett	523.72	0.05 nach Rot (verdoppelt sich)		
522 • 16	0.005-0.01 nach Violett	525.11	0.06 nach Rot		
523.66	0.05 nach Rot (verdoppelt sich)	526.8	0.04 nach Violett		

Weiterhin wurde der Einfluß, den ein Magnetfeld und eine gleichzeitig wirkende Erniedrigung der Temperatur auf die Beschaffenheit der Absorptionsspektren von Xenotim ausüben, bis zur Temperatur des festen Wasserstoffes herab von J. Becquerel gemeinsam mit H. Kamerlingh Onnes geprüft. Hierzu sei nachstehende Übersicht wiedergegeben (Tabelle 4, S. 249).

H. DU BOIS und G. J. ELIAS (Ann. d. Phys. [4] 27, 279, 1908) untersuchten die Absorptionsspektren von dünnen, parallel zur optischen

Tabelle 4. Einfluß der Temperatur und der Stärke des Magnetfeldes auf Banden im Spektrum von Xenotim. Das Mineral ist in der Richtung der optischen Achse durchstrahlt, die Kraftlinien sind parallel zur optischen Achse und zum Lichtbündel gerichtet.

J. Becquerel (Verslag Vergad. Akad. Wet. Amsterdam 18, 146, 1909).

Wellenlänge der	Vorzeichen des Zeeman-	Stärke des	h- npe- Kel- len	les in	Relative Lage des Haup	otdubletts und des Nebendubletts
Mitte der Bande (gemessenbei 80° Kelvin) in $\mu\mu$	effekts für das Haupt- dublett	Magnetfeldes in Gauss	Beobach- tungstempe- ratur in Kel- vin-Graden	Breite des Haupt- dubletts in $\mu\mu$	Komponenten, die in der Richtung nach den abnehmenden Wellenlängen verschoben sind	Komponenten, die in der Richtung nach den zunehmenden Wellenlängen verschoben sind
487•7 (kräftige Bande)	positiv	16 700	20°	0.18	Keine wahrnehmbare Verschie- bung zwischen der Haupt- und der Nebenkomponente.	Die Nebenkomponente ist um 0.04 bis $0.06~\mu\mu$ aus dem Hauptdublett verschoben.
522·1 (feinundintensiv)	positi⊽	24 300	80	0.58	Die Nebenkomponente ist um 0.05 bis $0.06~\mu\mu$ in das Innere des Hauptdubletts verschoben.	Die Nebenkomponente ist in einem starken Magnetfelde nicht wahrnehmbar.
523.00 (fein und sehr schwach)	negativ	24 300	80	0.24	Die Hauptkomponente ist sehr schwach.	Die Hauptkomponente ist intensiver als die ursprüngliche Bande. Die Nebenkomponente liegt innerhalb des Hauptdubletts, die Größenordnung der Verschiebung ist 0·01 μμ.
525·2 (fein, ziemlich intensiv)	negativ	24 300	80	0.31	Die Nebenkomponente liegt 0.02 bis $0.03~\mu\mu$ außerhalb des Hauptdubletts.	Die Nebenkomponente ist kaum sichtbar.
642·3 (mittlere Intensität)	negativ	16 700	14	0.56	Die Nebenkomponente liegt $0.06~u\mu$ außerhalb des Hauptdubletts.	Die Nebenkomponente ist sehr schwach und liegt innerhalb des Hauptdubletts.
643.4 (mittlere Intensität)	negativ	16 700	14	0.54	Die Nebenkomponente liegt $0.11~\mu\mu$ außerhalb des Hauptdubletts.	Die Nebenkomponente ist kaum be- merkbar.
646·6 (schwach)	negativ	16 700	14	0.60	Die 'Nebenkomponente liegt 0.02 bis $0.03~\mu\mu$ außerhalb des Hauptdubletts.	Die Nebenkomponente liegt 0.02 bis 0.03 $\mu\mu$ außerhalb des Hauptdubletts.
654·2 (ziemlich fein, intensiv)	positiv	22 000	80	0.25	Die Nebenkomponente liegt 0.03 bis 0.05 $\mu\mu$ außerhalb des Hauptdubletts.	Die Nebenkomponente ist nicht deutlich sichtbar.
655.9 (außerordentlich fein)	negativ	16 700	14	0.18	Die Nebenkomponente liegt 0·02 bis 0·03 μμ außerhalb des Hauptdubletts.	Die Hauptkomponente ist sehr schwach, die Nebenkomponente unsichtbar.

Achse geschnittenen Platten von brasilianischem Xenotim (Hussakit, S. 268) bei verschiedenen Temperaturen und bei Längs- und Quer-Magnetisierung durch ein Magnetfeld von 39—40 Kilogauss. Die Richtung der optischen Achse verlief bei der Beobachtung senkrecht zur Richtung der einfallenden Lichtstrahlen und senkrecht zur Richtung des Magnetfeldes; die Beobachtungstemperaturen waren + 18° und — 190°. Die Versuchsergebnisse sind in umfangreichen Tabellen niedergelegt; vgl. auch H. du Bois und G. J. Elias (Verh. Deutsch. Phys. Ges. 10, 429, 1908) und H. du Bois (Arch. neerl. des Sc. exact. et nat. [3a] 1, 209, 1911).

Bei Untersuchungen über die Beugung von Röntgenstrahlen an den Raumgittern kristallisierter Körper prüfte M. DE BROGLIE (C. R. 156, 1753, 1913) an einem Xenotimkristall, ob in den Interferenzdiagrammen Änderungen auftreten, wenn der Kristall in ein Magnetfeld gebracht wird. Es ergab sich, daß bei Anwendung eines Magnetfeldes mit einer Feldstärke von der Größenordnung 8000 "Einheiten" das Interferenzdiagramm unverändert bleibt. Eine eingehende Untersuchung der Kristallstruktur von Xenotim mit Hilfe des Braggschen Verfahrens führte jedoch erst L. VEGARD (Phil. Mag. [6] 32, 505, 1916; 33, 395, 1917) aus. Er benutzte Xenotim von Langesundfjord und von Raade in Norwegen und fand ursprünglich (L. VEGARD, a.a.O. 1916), daß das Raumgitter des Xenotims dem Zirkontypus nicht angehört und daß der Xenotimsubstanz im kristallisierten Zustande die Formel YPO4 zukommt. Eine eingehende Beschreibung des Raumgitters, das dem Xenotim nach den von L. VEGARD im Jahre 1916 veröffentlichten Versuchen zugeschrieben werden muß, teilte A. Johnsen (C.-Bl. f. Min. 1919, 104) mit. Im Jahre 1917 kam L. VEGARD (a. a. O. 1917) bei der Wiederholung seiner Untersuchungen an Xenotimen mit einem verbesserten Prüfungsverfahren zu dem Ergebnis, daß die Anordnung der Atome im Raumgitter des Xenotims der Anordnung der Atome in einem Raumgitter vom Zirkontyp entspricht. L. VEGARD hatte (a. a. O., S. 68, 505, 1916) erklärt, daß beim Zirkon die Struktursymmetrie mit der Symmetrie der ditetragonal-bipyramidalen Gruppe übereinstimmt. Im Gegensatz hierzu zeigte A. Johnsen (a. a. O., S. 100) auf Grund der Versuchsergebnisse von L. VEGARD (a. a. O. 1916, S. 68), daß Zirkon nach seiner Struktursymmetrie nicht der ditetragonal-bipyramidalen, sondern entweder der ditetragonal pyramidalen oder der tetragonal pyramidalen Gruppe zuzuweisen ist. Gemäß den neueren Untersuchungsergebnissen von L. VE-GARD (a. a. O. 1917) gehört also Xenotim ebenso wie Zirkon nach seiner Struktursymmetrie entweder der ditetragonal-pyramidalen oder der tetragonal-pyramidalen Gruppe an. Nach A. Johnsen (a. a. O., S. 100) bestimmen beim Zirkon sämtliche in und auf einer flächenzentrierten Säule {100} {001} liegenden Silicium-, Zirkon- und Sauerstoffatome zwei Zirkongitter nach flächenzentrierten tetragonalen Säulen (100) (001), zwei ebensolche Siliciumgitter und acht ebensolche Sauerstoffgitter; die Trans-

lationsgruppe ist also Γ_q . Die drei Kanten einer solchen Säule seien $\mathfrak{a}_1(\parallel X), \ \mathfrak{a}_2(\parallel Y), \ \mathfrak{c}(\parallel Z)$. Dann ist: $|\mathfrak{a}_1| = |\mathfrak{a}_2| = a = \text{für Zirkon gleich } 9.20$ Ångströmeinheiten (Å.), für Xenotim gleich 9.60 Å., $|\mathfrak{c}| = c$ für Zirkon gleich 5.87 Å., für Xenotim gleich 5.94 Å., wobei $\frac{a}{c}$ identisch ist mit dem zugehörigen morphologischen Achsenverhältnis. Sind \mathfrak{a}_1 , \mathfrak{a}_2 , \mathfrak{c} eines der beiden "Zirkon-Gitter" als Koordinatentripel gewählt, dann wird es in das andere "Zirkon-Gitter", die beiden "Silicium-Gitter" und die acht "Sauerstoff-Gitter" durch folgende elf Translationen \mathfrak{t}_2 bis \mathfrak{t}_{12} übergeführt:

$$\begin{split} &t_2 = \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + c}{A} \; ; \qquad t_3 = \frac{\alpha_1}{2} \; ; \qquad t_4 = t_3 + t_2 ; \\ &t_5 = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{a \sqrt{2}} \cdot \mathfrak{l}_1 \; ; \qquad \qquad t_6 = - \; \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{a \sqrt{2}} \cdot \mathfrak{l}_1 \; ; \\ &t_7 = \mathfrak{l}_2 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{a \sqrt{2}} \cdot \mathfrak{l}_1 \; ; \qquad \qquad t_8 = t_2 - \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{a \sqrt{2}} \cdot \mathfrak{l}_1 \; ; \\ &t_9 = t_3 + \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{a \sqrt{2}} \cdot \mathfrak{l}_2 \; ; \qquad t_{10} = t_3 - \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{a \sqrt{2}} \cdot \mathfrak{l}_2 \; ; \\ &t_{11} = t_4 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{a \sqrt{2}} \cdot \mathfrak{l}_2 \; ; \qquad t_{12} = t_4 - \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{a \sqrt{2}} \cdot \mathfrak{l}_2 \; , \end{split}$$

wo $\mathfrak{l}_1=2\cdot71$ Å. und $\mathfrak{l}_2=1\cdot08$ Å. die Abstände Zr—O und Si—O in den Richtungen [110] sind. Beim Xenotim beträgt der Abstand eines Yttriumatoms von einem der ihm benachbarten Sauerstoffatome $\mathfrak{l}_r=2\cdot55$ Å., der entsprechende Abstand für die Phosphoratome $\mathfrak{l}_P=1\cdot42$ Å.

Die höchstsymmetrische der hiermit übereinstimmenden Raumgruppen ist $\mathfrak{C}^{11}_{4,\mathbf{v}}.$

Wenn Zirkon ditetragonal-pyramidal kristallisiert, so ist die Minimal-symmetrie des Zirkonatoms und des Siliciumatoms rhombisch-pyramidal mit den Spiegelungsebenen parallel $\{110\}$ des Zirkons, diejenige der Sauerstoffatome monoklin-domatisch mit der Spiegelungsebene parallel $(1\overline{10})$ des Zirkons. Falls Zirkon tetragonal-pyramidal kristallisiert, ergibt sich \mathfrak{C}_4^6 als Raumgruppe. Dann sind die Zirkonatome und die Siliciumatome monoklin-sphenoidisch und die Sauerstoffatome asymmetrisch.

Nach O. A. Derby (Am. Journ. of Sc. [4] 10, 217, 1900) kann bei geeigneter Versuchsanordnung Xenotim von dem ihn begleitenden Monazit durch einen Elektromagneten getrennt werden.

E. Jannetaz (C. R. 114, 1352, 1892; Bull. Soc. franç. de Min. 15, 133, 1892) stellte nach dem Verfahren von Sénarmont fest, daß Xenotim thermisch positiv ist. Die Länge der Umdrehungsachse des isothermischen Rotationsellipsoides verhält sich zu der Länge der auf ihr senkrechten Achsen wie 1 zu 0.926.

Gibt im Kölbehen nichts Flüchtiges ab. In der Platinpinzette vor dem Lötrohr unter schwachem Aufwallen schwer an den Kanten schmelzend und nach dem Befeuchten mit Schwefelsäure die Flamme kurze Zeit deutlich blaugrün färbend. Vor dem Lötrohr auf Kohle unschmelzbar, wird beim Glühen weiß oder schmutziggrau; mit Soda zersetzt sich das Mineral unter Brausen zu einer hellgrauen, unschmelzbaren Masse. Gibt, nachdem es in Pulverform mit metallischem Magnesium im Kölbchen stark erhitzt worden ist, beim Befeuchten mit Wasser die Phosphorwasserstoff-Reaktion. In Borax langsam zu einem klaren Glase löslich, das warm von einem geringen Eisengehalte schwach gelb erscheint, bei mäßiger Sättigung milchweiß geflattert werden kann und bei noch stärkerer Sättigung während der Abkühlung von selbst unklar wird. Von Phosphorsalz in Stücken sehr schwer, gepulvert etwas leichter aufgelöst, das Glas ist, falls wenig Xenotim verwendet wurde, farblos und durchsichtig; es wird bei einem Überschuß des Minerals undurchsichtig und milchweiß. (Angaben z. T. nach C. F. Plattner, Probierkunst m. d. Lötrohre [7. Aufl.] 163, 1907, dort sind auch weitere Reaktionen, insbesondere solche zum Nachweis des Yttriums angeführt).

In einer Borax-Bleioxydperle bringt Xenotimpulver nach W. Florence (N. Jahrb. f. Min. 1898, 2, 139) die für Phosphorsäure (a. a. O. S. 137), in einer Phosphorsalz-Bleioxydperle die für Yttererde (a. a. O. S. 127) charakteristische Reaktion hervor. Nach E. Hussak (C.-Bl. f. Min. 1907, 533) ist diese Reaktion zur Unterscheidung kleiner Mengen von

Xenotim und Zirkon "entscheidend und sicher".

In kochenden Säuren unlöslich; nach G. Тясневнік (vgl. S. 268) ist jedoch der unzersetzte (gelblichgrüne) Xenotim (Hussakit) von Idaho in heißer Salzsäure löslich; mit fortschreitender Verwitterung nimmt die Löslichkeit ab. Ebenfalls in heißer Salzsäure löslich ist der feingepulverte (grüne) Xenotim von Brindletown (S. 271), der sich auch beim Kochen in konzentrierter Schwefelsäure und Aufnehmen des Rückstandes in Wasser bis auf einen Rest von Siliciumdioxyd vollständig löst. — Wird durch Schmelzen mit Kaliumbisulfat und Alkalicarbonaten zersetzt. Angaben über Analysenmethoden usw. siehe z. B. bei R. Вöнм, Selt. Erd. 2, 116, 1905.

Nach O. Hauser und F. Wirth (Ber. Deutsch. Chem Ges. 42, 4443, 1909) ist Xenotim ein besonders geeignetes Ausgangsmaterial für die Herstellung farbloser Yttererden. Die außer diesen Stoffen noch in dem Mineral gefundenen Elemente sind aus den Analysen (S. 272) zu entnehmen. Über das Vorkommen von Scandium in Xenotimen vgl. oben (S. 243); über die Rolle der Kieselsäure im Xenotim von Brindletown vgl. S. 271. Wassergehalt bei Xenotimen ist wohl stets auf Verwitterung zurückzuführen.

H. Erdmann (Ber. Deutsch. Chem. Ges. 29, 1710, 1896) wies durch Erhitzen von gepulvertem Xenotim von Hitteroe, Norwegen, mit Ätznatron (aus Natriummetall), Einleiten des frei werdenden Gases in ver-

dünnte Salzsäure und Eindampfen dieser Flüssigkeit mit Platinchlorid nach, daß das Mineral Ammoniak enthält. Der aus dem Ammoniakgehalt berechnete Gehalt des Xenotims an Stickstoff betrug 0.006%. Nach W. Ramsay, J. N. Collie, M. Travers (Journ. Chem. Soc. London 67, 684, 1895) enthält Xenotim aus Brasilien Wasserstoff, und das aus ihm entwickelte Gasgemisch läßt nach Explosion mit Sauerstoff eine Spur Helium erkennen (vgl. Monazit, S. 309).

E. T. Wherry (Mineral Collector 14, 17, 1907. Auszug Ztschr. f. Kryst. 46, 391, 1909) wies nach, daß Xenotim aus Pennsylvanien radioaktiv ist. Nach F. PISANI (Bull. Soc. min. de Fr. 27, 58, 1904) brachte Xenotim in 24 Stunden einen ziemlich deutlichen Eindruck auf einer photographischen Platte hervor (vgl. Monazit, S. 311). Nach G. BARDET (Bull. Soc. min. de Fr. 27, 63, 1904) ergab sich für Xenotim die "radioaktive Kraft" bei verschiedenen Proben zu 20, 10 und 5 relativen Einheiten (vgl. Samarskit, S. 415). R. J. STRUTT (Proc. Roy. Soc. London [A] 76, 312, 1905) fand in Xenotim von Råde, Moss, Norwegen, 3.89% ThO₂ und $0.90 \cdot 10^{-6}\%$ Ra. Nach B. B. Boltwood Am. Journ. Sc. [4] 23, 80, 1907) ergeben sich für Xenotim von Narestö, Norwegen, unter Zugrundelegung der von C. W. Blomstrand (Geol. För. Förh. 9, 185, 1887) ausgeführten Analyse (Nr. II.) folgende Zahlen: $2.9^{\circ}/_{0}$ U, $0.62^{\circ}/_{0}$ Pb; Pb: U = 0.21 (vgl. Samarskit, S. 416). Weitere Angaben über die Radioaktivität von Xenotim siehe bei Monazit (S. 310, P. u. S. Curie, 1898 u. 1900).

Nach G. T. Prior (Min. Mag. 13, 222, 1903) bestehen zwischen Xenotim und den unten angegebenen Mineralien folgende Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Kristallform und dem Molekularvolumen V:

Mineral	Formel	Kristallsystem	a:c	V
Zirkon	ZrSiO ₄	tetragonal	1:0.6404	39
Rutil	TiTiO ₄	"	1:0.6442.	38
Sellait	MgMgF ₄	,,	1:0.6596	41
Xenotim	YPO ₄	"	1:0.6187	41

W. C. Brügger (Min. südnorweg. Granitpegmatitg. Vid. Selsk. Skrift., I. Mathnat. Cl. 1906, Bd. 1, Nr. 6, 213) faßt Xenotim als ein Glied der Gruppe Zirkon [(ZrO)·SiO₃], Rutil [(TiO)·TiO₃], Zinnerz [(SnO)·SnO₃], Polianit [(MnO)·MnO₃], Plattnerit [(PbO)·PbO₃], Tapiolit [(Fe, Mn)·{(Ta, Nb)O₃}], Sellait [Mg₂F·F₃], auf und sehreibt ihm die Formel (YO)·PO₃ zu.

Künstliche Darstellung. J. Radominski (C. R. 80, 306, 1875) schmolz 2 g Yttriumphosphat und 20 g geschmolzenes Yttriumchlorid in einem Platintiegel. Beim Behandeln der erkalteten Schmelze mit Wasser zeigte sich Xenotim in sehr feinen, stark glänzenden Nadeln von der Zusammensetzung 36·09°/₀ P₂O₅, 63·59° Yttriumoxyd. A. Duboin (C. R. 107, 622, 1888) erhielt künstlichen Xenotim, indem er entweder 10 Stunden lang ein Gemenge von 4 Gewichtsteilen Yttriumphosphat

und 40 Gewichtsteilen Kaliumsulfat auf eine sehr hohe Temperatur erhitzte, oder geschmolzenes Kaliumpyrophosphat bei sehr hoher Temperatur mit Yttriumoxyd sättigte, die Schmelze erkalten ließ und sie alsdann in Kaliumchlorid umschmolz. In beiden Fällen ergaben sich kleine tetragonale prismatische Kristalle mit gerieften Flächen und hoher Doppelbrechung (0·100).

Xenotim von Dattas, Minas Geraes, Brasilien, gibt nach H. E. BAUER (bei W. Florence, N. Jahrb. f. Min. 1898, 2, 139) in einer mit ihm gesättigten Boraxperle prächtige, prismatische, zirkonähnliche, tetragonale, stark doppelbrechende, optisch positive Kristalle, deren Prismenflächen vertikal gestreift und deren Enden pyramidal begrenzt sind. Eine mit demselben Mineral gesättigte Phosphorsalzperle zeigt ganz ähnliche, stark vertikal gestreifte, prismatische Kristalle, die jedoch selten pyramidal endigen. Nach W. Florence (a. a. O.) bringt Xenotim in einer genügend Bleioxyd enthaltenden Doppelboratperle (vgl. Monazit, S. 308) die für Yttererde und Bleioxyd charakteristischen diskusförmigen, dem hexagonalen System angehörigen Kristallgebilde hervor. Beim Zusatz von Kalium-Natriumborat zu einer solchen Perle treten zunächst an Stelle der Scheiben sehr dünne, breite, nadelförmige Kristallskelette auf, die mit zunehmendem Gehalt der Perle an Doppelborat tetragonalprismatische Form annehmen. Auf diese Weise ergeben sich also dieselben Kristalle, die H. E. BAUER erhielt. Sie können wohl als künstliche Xenotimkristalle aufgefaßt werden, zumal ihre Analyse 61·18°/0 Yttererden und 32.92% P₂O₅ ergab. Ebenso wurden diese Kristalle bei Zusatz von Phosphorsalz zu einer mit Yttererde gesättigten Kalium-Natriumborat-Bleioxydperle erhalten.

Historisches. J. J. Berzelius (Vet. Akad. Handl. 1824, 334; Pogg. Ann. 3, 203, 1825) untersuchte die Eigenschaften des Minerals an einem Stück aus der Gegend von Lindesnäs, Norwegen (vgl. S. 260) und nannte es nach seiner Zusammensetzung "Phosphorsyrad Ytterjord", also "Phosphorsaure Yttererde". Nach Ed. S. Dana (Syst. of Min. [6] 749, 1892) ist die Bezeichnung Xenotim auf F. S. Beudant (Tr. de Min. 2, 252, 1852) zurückzuführen. Dieser gab zwei Ableitungen für den Namen; von ξενός, fremd, ή τιμή, die Ehre, und von κενός, leer, ή τιμή, die Ehre. Die Bezeichnung Kenotim hat sich nicht eingebürgert; sie würde nach Dana auch eine gehässige, von Beudant beabsichtigte Verhöhnung von J. J. Berzelius darstellen, da dieser im Jahre 1815 irrtümlich angenommen hatte, in dem Mineral ein neues Element gefunden zu haben. Nach Dana soll der heute übliche Name Xenotim besagen, daß die Kristalle des Minerals klein, selten, wenig ansehnlich sind und lange Zeit übersehen wurden. E. F. GLOCKER (Handb. d. Min. 959, 1831) nannte das Mineral "Ytterspat". Verwitterten Xenotim aus diamantführenden Sanden des Staates Bahia, Brasilien, bezeichnete A. Damour (L'Institut, I. Sect. 21, 78, 1853, vgl. S. 265) in der Meinung, vielleicht ein neues Mineral vor sich zu haben, mit Castelnaudit zu Ehren des französischen

Konsuls M. de Castelnau in Bahia. Der Xenotim von der Fibia (S. 257) hatte von A. Kenngott (N. Jahrb. f. Min. 1864, 454) gleichzeitig mit dem Anatas vom Binnental den Namen "Wiserin" zu Ehren von D. F. Wiser erhalten. Für das Mineral von der Fibia erbrachte V. Wartha (Pogg. Ann. 128, 166, 1866) den Nachweis der Identität mit Xenotim, seither ist der Name Wiserin für gelben Anatas vom Binnental üblich geworden (vgl. Bd. I, 2, S. 1573, Anm. 2).

Vorkommen. Hauptsächlich verbreitet in Granitpegmatiten, ferner in Muskovitgraniten, Muskovitgneisen und den daraus entstandenen Gesteinen, selten in Syenitpegmatiten (vgl. S. 259, 263, 262). Nach O. A. Derby (S. 263) ist das Auftreten von Xenotim in Gesteinen an das Vorhandensein von Kalium geknüpft. B. Lindemann (N. Jahrb. f. Min. 1904; Beil.-Bd. 19, 317) nennt Xenotim als Übergemengteil von körnigen Kalken und Dolomiten. In Monazit-, Diamant- und Goldseifen.

Über die von O. A. Derby (Min. Mag. 11, 304, 1897) untersuchte Verbreitung des Xenotims in europäischen Gesteinen vgl. Monazit, S. 317. E. Schmidthuber (Naturw. Diss. Tübingen 1916, S. 51, 57; Jahresber. und Mitt. Oberrhein. Geol. Ver. [N. F.], 5, 35, 1915) fand mikroskopisch kleinen, graulichweißen, einschlußarmen Xenotim im Granit von der Teufelsküche bei Schenkenzell, Schwarzwald; das Mineral gab die Reaktion auf Phosphorsäure. - H. Rösler (Z. f. Kryst. 36, 258, 1902; N. Jahrb. f. Min, Beil.-Bd. 15, 231, 1902; Diss. Universität München 1902) ermittelte das Vorkommen von Xenotim in europäischen Kaolingesteinen. Zum Nachweis dienten die Phosphorwasserstoff-Reaktion, die Heparprobe beim Hussakit und die Stärke der Doppelbrechung beim Vorkommen neben Zirkon. a) Mit Hilfe der Phosphorwasserstoff-Reaktion wurde Xenotim ermittelt: in der Kaolinerde von Ottowitz bei Karlsbad, Böhmen (Zweiglimmer-Granit) und von Morl bei Halle a. S. (Quarzporphyr), im Koalinsandstein von Kohlberg, Oberpfalz. b) Durch Anwendung der Heparprobe ergab sich die Anwesenheit von Hussakit in den Kaolinerden (aus Zweiglimmergranit) von der Haingrün bei Markt-Redwitz in Oberfranken, von Schobrowitz bei Karlsbad, Böhmen, von Zettlitz; in den Kaolinerden von Zettlitz (feinkörniger Aplit), von Ottowitz (Ganggranit), von Kemmlitz bei Mügeln in Sachsen (effusiver Quarzporphyr und gangförmiger Quarzporphyr), in den Kaolinsandsteinen von Hirschau bei Amberg, Oberpfalz, und von Nyřan bei Pilsen, Böhmen. Zersetzter Kaolinton von Münchhof bei Chodau gab keine Heparreaktion, wahrscheinlich, weil die Schwefelsäure infolge von Zersetzung des Xenotims ausgelaugt und fortgeführt worden ist; nach H. Rösler ist vielleicht ein großer Teil der bisher für Zirkon gehaltenen Minerale aus zersetzten Kaolinen in Wirklichkeit zersetzter Hussakit. c) Nach der Stärke der Doppelbrechung wurde Xenotim neben Zirkon unterschieden in frischem Biotitgranit von Ilchester, Maryland, und von Fischern bei Karlsbad; in den Kaolinerden (aus Zweiglimmergranit) von Imligau bei Chodau, von Liditzau bei Schlackenwerth, von Schankau bei Karlsbad, sämtlich in Böhmen; in den Kaolinerden (aus porphyr. Zweiglimmergranit) von Schobrowitz und von Ottowitz, beide bei Karlsbad in Böhmen, und von Rabekkegaard bei Rönne auf Bornholm; in den Kaolinerden (aus feinkörnigem Granit) von Zettlitz, von Rabekkegaard und von Buskegaard bei Rönne auf Bornholm; in den Kaolinerden (aus großkörnigem Zweiglimmergranit) von Zettlitz, von der Schmellitz bei Tirschenreuth, Oberpfalz, von Kornthann bei Wiesau, Oberpfalz, und von Rabekkegaard; in den Kaolinerden (aus aplitischem Granit) von Schönhaid bei Wiesau und von Buskegaard; in den Kaolinerden (aus Pegmatit) von Buskegaard; in den Kaolinerden (aus

pegmatitischem Aplit) von St Yrieix in Limouson; in den Kaolinerden (aus Granit) von Flackarp, Hönsholm und Bivaröd, sämtlich in Schweden; in den Kaolinerden von Teicha, Sennewitz und Morl bei Halle a. S. (kleinkörniger Quarzporphyr) und von Lettin und Dölau bei Halle a. S. (großkörniger Quarzporphyr); in den Kaolinerden von Wilmersdorf, Pfaffenreuth und vom Ranatal bei Passau (Syenit); in den Kaolinsandsteinen von Schnaittenbach und Kohlberg, Oberpfalz, von Steinheid in Thüringen, von Ledeč und Oberbřis bei Pilsen in Böhmen; in den Kaolintonen von Münchhof bei Chodau, Wildstein bei Eger, Neudorf und Klinghart bei Wildstein, sämtlich in Böhmen, und von St. Yrieix. Im Gegensatz zur Annahme von O. A. Derby (a. a. O.) kommt Hussakit gleichmäßig in allen Arten von granitischen Gesteinen vor und vermag in einigen Fällen Zirkon völlig zu ersetzen. Es finden sich ferner alle Übergänge zwischen pyramidalen und langprismatischen Kristallen; beide Typen kommen häufig nebeneinander vor.

Nach E. Hussak bei E. Hussak und F. Reitinger (Ztschr. f. Kryst. 37, 563 1903) sind die von H. Rösler benutzten Verfahren zur Unterscheidung von Xenotim (Hussakit) und Zirkon unsicher; nach ihm (a. a. O.) vermochte auch O. A. Derby im Kaolin von Zettlitz bei Karlsbad im Gegensatz zu H. Rösler Hussakit nicht aufzufinden. Hierzu kommt, daß sämtliche Fundorte für Hussakit zu streichen sind, bei deren Kaolingesteinen H. Rösler das Mineral durch die Heparprobe nachwies, wenn die Mitteilung von E. Hussak (siehe unten S. 268) zutrifft, daß Hussakit kein SO3 enthält und mit Xenotim identisch ist. Ferner teilt E. Hussak (C.-B. f. Min. 1907, 523) mit, daß nach H. Röslers eigener Angabe bei dessen Untersuchungen die Phosphorwasserstoff-Reaktion nicht immer ganz zweifellos war, und daß E. Hussak und O. A. Derby an einem Original-Präparat von H. Rösler feststellten, daß H. Rösler Zirkon für Xenotim gehalten hatte. Demnach ist die von H. Rösler angegebene weite Verbreitung des prismatischen Xenotims wohl sehr zweifelhaft.

- a) Schlesien. Auf der Monazit-Lagerstätte bei Schreiberhau (M. Websky, Ztschr. Deutsch. geol. Ges. 17, 566, 1865, vgl. Monazit, S. 321); auf der Kochelit-Lagerstätte auf den Kochelwiesen bei Schreiberhau (M. Websky, Ebenda 20, 251, 1868, vgl. Kochelit, S. 390). In einem Pegmatitgang in Granit am westlichen Waldsaume der Kochelwiesen (Scheundlwiesen), bei dem Rettungshaus von Schreiberhau fanden sich in rotem Orthoklas eingewachsen ziegelrote bis zu 2 cm große Aggregate von Xenotim mit derbem, rötlichem Monazit, bisweilen auch Fergusonit in Kristallen (M. Websky, Jahr.-Ber. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 1865, 41); mitunter kamen auch pyramidale, bis 2 mm große, bräunliche Kristalle vor, die zuweilen zu kleinen kugeligen Aggregaten vereinigt waren (H. TRAUBE, Min. Schlesiens, Breslau 1888, 242). — A. von Lasaulx (N. Jahrb. f. Min. 1877, 174) beschreibt Xenotim aus dem grobkörnigen Granit des Schwalbenberges bei Königshain in der Nähe von Görlitz. Schwach fettglänzende, tief braunrote Kristalle auf Stückchen eines schwärzlichen Aggregates kleiner Glimmerblättchen. Kristalle klein, bis zu 11 mm groß, außerdem noch eine Menge braunroter Körner, wohl sämtlich Xenotim. Kleine Kristalle lassen nur {111}, größere {111} und {100} erkennen. Die Pyramidenflächen meistens etwas gebogen; an einzelnen Kristallen scheinen [101] und [110] vorzukommen. Nach A. Woltschach (Diss. Breslau 1881, 56; Abh. naturforsch. Ges. Görlitz, 17, 192, 1881) unterscheidet sich der Xenotim dieser Lagerstätte von dem ihn begleitenden Zirkon durch seine prismatische Spaltbarkeit.
- b) Böhmen. Verdrückte, gekrümmte, mit unebenen Kristallflächen versehene, zuweilen mit Monazit verwachsene, schmutzig grünlich-graue Kristalle aus dem Pegmatit von Pisek (vgl. Monazit, S. 322). Kristalle bis 5 mm breit, vorwiegend nach {111} ausgebildet, dazu untergeordnet {110}, {311}. Dichte = 4.308 bei 12°; wahrscheinlich nicht rein und nicht unzersetzt. Eingewachsen in Beryll, seltener in Feldspat; viel weniger häufig als Monazit (C. Vrba, Z. f. Kryst. 15, 205, 1889).

Selten als Begleiter des Seifengoldes aus dem Sande des Flusses Otava bei Pisek (vgl. Monazit, S. 323). Kristalle gelblichgrau, mit {110}, {111}, {311} (?). (А. Квејčі, Abh. böhm. Akad. Wiss., Prag, 213, Nr. 3, 11, 1904. Auszug: Z. f. Kryst. 42, 408, 1907). Begleitet von Lepidomelan, Muscovit, Mikroklin, Quarz, unmittelbar neben Apatit und Monazit auf der Monazit-Lagerstätte von Schüttenhofen (vgl. Monazit, S. 321). Kommt spärlich in ringsum ausgebildeten Kristallen in Quarz oder Feldspat eingewachsen vor, ist ähnlich wie Monazit gefärbt, glänzt jedoch weniger stark. Die Gestalt der Kristalle läßt zwei Typen erkennen. Kristalle des Typus I säulenförmig ausgebildet, bis zu 3 mm hoch und 2 mm breit, begrenzt von {110}, {1111, 3111. Auf Grund der beobachteten Winkelwerte wäre für den untersuchten Kristall die Zugehörigkeit zum triklinen System anzunehmen; eine diesbezügliche Berechnung führt jedoch nicht zu annehmbaren Ergebnissen. Es wurde deshalb vorausgesetzt, der Kristall sei tetragonal, aber seine wahre Gestalt sei durch vizinale Flächen verschleiert. Das Auftreten vizinaler Flächen am oberen und am unteren Ende des Kristalls beweist, daß die Abweichung von der regelmäßigen Form nicht durch mechanische Deformation bedingt ist. Die Anordnung der Flächen von {311} scheint sogar auf eine der pyramidalen Hemiedrie entsprechende Flächenverteilung hinzudeuten. Kristalle des Typus II pyramidal ausgebildet, nur mit {111\}, {311\}; auch sie entsprechen nicht den Bedingungen der Holoedrie des tetragonalen Systems; bei ihnen ist die Flächenverteilung ähnlich wie bei Kristallen des Typus I. Kristalle des Typus I honiggelb gefärbt, die des Typus II haben eine mehr ins Grünliche spielende Farbe (R. SCHARIZER, Z. f. Kryst. 13, 15, 1888).

c) Schweiz. Mit Kristallen von Rutil auf einer Eisenrose vom Piz Cavradi, südlich von Chiamont im Tavetsch-Tal, Graubünden. Kleine Anhäufungen von

ganz kleinen, undeutlichen, honiggelben, durchscheinenden, stark glänzenden Kristallen, an denen A. Kenngott die Formen {111}, {100}, {201} feststellte (D. F. WISER, N. Jahrb. f. Min. 1867, 338). Von demselben Fundort beschreibt G. Seligmann (Verh. naturforsch. Ver. preuß. Rheinl. 40, Corr.-Bl. Nr. 1, 101, 1883) eine Stufe, auf der neben Eisenglanz, Quarz und Albit ein 2 mm großer, blaßgelber Kristall von Xenotim mit den Formen {110}, {111}, {001} auftritt. - Einen 1 mm großen, sehr schön glänzenden, braungelben, durchsichtigen, auf "fälschlich sogenanntem Talkgneis" aufgewachsenen, wahrscheinlich von Orthit begleiteten Xenotimkristall (Fig. 18) beschreibt F. Hessenberg (Min. Mitt. 12, 1. Abh. Senckenberg. nat. Ges. 10, 1875). Der Kristall ist von {111}, {110}, {311} in der Weise begrenzt, daß diese Formen miteinander im Gleichgewicht stehen, so daß er einen isometrischen Habitus hat. Die Messungen

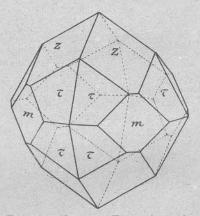


Fig. 18. Xenotim, Tavetsch, nach F. Hessenberg, 1874. Lin. Vergr. etwa • 91 der Originalfigur.

ergaben: $(111)(\overline{11}1) = 82^{\circ}$ 9' und $\alpha: c = 1:0.6163053$. Das Mineral stammt aus der Umgebung von Sedrun, wahrscheinlich von dem Mineralfundort bei der Sta. Brida-Kapelle an der Straße zwischen Rueras und Selva, oder aus dem Val Cornera. — Xenotim von der Fibia, St. Gotthard. A. Kenngott (N. Jahrb. f. Min. 1864, 454) erkannte, daß das von D. F. Wiser (Ebenda 1842, 217; 1843, 297; 1844, 160) und von G. vom Rath (Niederrh. Ges. Bonn 6. Nov. 1861, 114; N. Jahrb. f. Min. 1862, 187; Ztschr. deutsch. geol. Ges. 14, 379, 1862) als Zirkon beschriebene Mineral von der Fibia, südwestlich vom Hospiz des St. Gotthards, kein Zirkon ist, und nannte

es zu Ehren von D. F. Wiser Wiserin. Das Mineral tritt hier auf feldspatreichem, granitischem Gestein mit Adular, Eisenglanz, Rntil, Muscovit in zirkonähnlichen, vom {110} und {111} begrenzten, nach {110} spaltbaren, durchsichtigen bis durchscheinenden, glasglänzenden Kristallen von wein- bis honiggelber z. T. ins Graue bis Olivgrüne übergehender Farbe auf. Härte 5 auf Prismenflächen, Härte 6.5 auf Pyramidenflächen; Prismenflächen mit Perlmutterglanz. Zu der Arbeit von A. Kenngott (a. a. O.) bemerkte G. vom Rath (Pogg. Ann. 123, 187, 1864; N. Jahrb. f. Min. 1864, 690), daß nach seinen Messungen die Winkel des Wiserins von der Fibia denen von Zirkon sehr nahe kämen, und betonte, daß quantitative Analysen zur Entscheidung der Frage nach der Stellung des Wiserins im Mineralsystem erforderlich seien. Für den Wiserin von der Fibia erbrachte V. WARTHA (Pogg. Ann. 128, 166, 1866; vgl. auch A. Kenngott, N. Jahrb. f. Min. 1866, 440) durch eine quantitative chemische Analyse (Nr. I) den Nachweis, daß das Mineral mit Xenotim identisch ist. G. vom Rath (Poge. Ann. 123, 187, 1864) erhielt für Kristalle von der Fibia (111) (111) = 55 ° 30′, also denselben Wert wie C. Klein für Xenotim aus dem Binnenthal. Dieser (C. Klein, N. Jahrb. f. Min. 1879, 536) fand an Kristallen von der Fibia (Fig. 19) meist {111} mit {110} und bisweilen {311}; nach ihm sahen die Kristalle denen des Zirkons aus den Eläolithsyeniten Norwegens zum Verwechseln ähnlich. — Mit dem Namen Wiserin hatte A. Kenngott (N. Jahrb. f. Min. 1864, 454) auch ein von ihm beschriebenes zirkonähnliches Mineral aus Klüften von glimmerreichem Gneis des Binnenthals belegt; C. Klein (N. Jahrb. f. Min. 1874, 961) stellte jedoch fest, daß dieser Wiserin mit Anatas identisch ist (vgl. Bd. I., 1574). Alsbald konnte

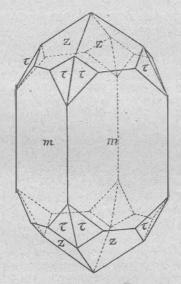


Fig. 19. Xenotim, Fibia, nach C. Klein, 1879. Lin. Vergr. etwa 1.15 der Originalfigur.



Fig. 20. Xenotim, Binnenthal, nach C. Klein, 1879. Lin. Vergr. etwa 1.11 der Originalfigur.

er jedoch mitteilen, daß neben Anatas auch Xenotim im Binnenthal vorkommt (N. Jahrb. f. Min. 1875; 369) und zwar in durchscheinenden, etwas fettglänzenden, honiggelben, etwa ½ mm großen, von {111}, {110}, {311} begrenzten Kristallen, über deren Winkel er eine Tabelle bekannt gab. Später ergänzte C. Klein (N. Jahrb. f. Min. 1879, 536) seine Mitteilungen über dieses Vorkommen. An den Kristallen (Fig. 20) waltet {111} vor, dazu treten {100} und {110}; sehr untergeordnet erscheint {311} wie

beim Zirkon von Miask. Sie sind licht- bis dunkelweingelb, fett- bis glasglänzend, mit meist glatten Flächen; nur die Oberfläche von $\{100\}$ ist immer etwas rauh und matt. C. Klein (a. a. O.) erhielt $(111)(1\overline{1}1)=55^{\circ}30'$, also denselben Wert wie G. vom Rath für die Kristalle von der Fibia; aus seinen Messungen berechnete C. Klein a:c=1:0.6186746. — Aufsitzend auf den Turmalinen der Turben-Alp; sehr selten in höchstens bis zu $\frac{1}{2}$ mm großen, von $\{110\}$, $\{111\}$, $\{311\}$, $\{331\}$ begrenzten Kristallen, die den von F. Hessenberg aus dem Tavetsch beschriebenen Xenotimen ähnlich sind (G. Seligmann, Verh. naturforsch. Ges. preuß. Rheinl. 39, Corr.-Bl. Nr. 1, 108, 1882).

- d) Belgien. W. Prinz (Bull. Acad. Belgique, Cl. d. Sc., Brüssel 1904, 313) wies Xenotim in den glimmerartigen, gelbgefärbten Massen von Nil-St. Vincent nach, in denen auch Monazit (S. 331) auftritt. Das Mineral bildet fettglänzende, in der Farbe dem Monazit ähnliche, prismatisch gut spaltbare 1—1·4 mm lange, 0·5—0·8 mm dicke stäbchenförmige Kristalle mit {110}, {111}; angedeutet sind zuweilen {201}, {100}, {311}. Letztere Form hat glänzende Flächen. Größere Kristalle sind meist stärker rot gefärbt als der Monazit; die Flächen von {110} sind gewöhnlich mit besonderen runzeligen Rinnen versehen. Als Xenotim wurde das Mineral gegenüber den begleitenden Monaziten und Zirkonen identifiziert durch sein optisches Verhalten (optisch einachsig, positiv), Messung der Winkel der Kristalle unter dem Mikroskop, durch qualitative chemische Feststellung des Gehaltes an Phosphorsäure und Yttererden und durch spektroskopische Prüfung; diese ergab, daß es zweifellos Didym, Erbium und Cerium enthält.
- e) Skandinavien. Auf den südnorwegischen Granitpegmatitgängen: I. In der gesamten Grenzzone längs der Grenze des Granititgebietes in Smålenene und Bohuslän sind viele Gänge durch einen verhältnismäßig großen Reichtum an Xenotim ausgezeichnet; das Mineral ist recht häufig in ganz kleinen Kristallen, die nicht selten mit Zirkon regelmäßig verwachsen sind. II. Auf verschiedenen Gängen zwischen Tvedestrand 1 und Arendal, auch allgemein zwischen Hitterö und Saetersdalen, gehört Xenotim zu den primären Gangmineralien der gewöhnlichen Granitpegmatite und zwar zu der durch das Auftreten von Euxenit (Polykras, Blomstrandin) mit Gadolinit, Orthit, Yttrotantalit, Thorit und Xenotim ausgezeichnten Untergruppe dieser Pegmatite; hierher gehörige Gänge finden sich auf der Strecke Tvedestrand-Arendal, Lister (Hitterö), Saetersdalen, Stavanger-Amt (W. C. Brögger, Min. südnorw. Granitpegmatite Vid.-Selsk. Skr., I. Math.-nat. Kl. 1906, Bd. 1, Nr. 6, 6-26). Einzelfundorte nach W. C. Brögger (a. a. O.): In einem seit Jahren nicht abgebauten Feldspatbruche auf der Insel Risör, gerade östlich von der Dampfschiffbrücke, mit Turmalin, Thorit, Titaneisen (a.a.O. S.14). In einem Feldspatbruch auf dem Grundstück des Hofes Tveit in Auselheia beim Hofe Ausel mit Orthit, Monazit, Orangit, Thoruranium (a. a. O. S. 16). Bei Garta² in der Nähe von Arendal wurden in den achtziger Jahren große Massen von Xenotim in radialstrahligen, fast faustgroßen Aggregaten gefunden (a. a. O. S. 17). Auf der Strecke Risör-Arendal gehört Xenotim zu den "seltenen Mineralieu", die auffallend häufig sind und auf einzelnen Gängen in relativ bedeutender Menge vorkommen (a. a. O. S. 18). Die von Hitterö bekannte Paragenese Polykras (oder Euxenit, Blomstrandin), Gadolinit, Xenotim, Monazit, Malakon und Alvit findet sich auf mehreren Gängen an der Küstenstrecke

¹ Große pyramidale Xenotimkristalle von Sandon, Tvedestrand, wurden 1905 in Wien gezeigt (Min.-petr. Mitt. 24, 135, 1905).

² Nach A. E. Nordenskiöld, Geol. För. Förh. 4, 30, 1878/79, kommen hier noch Orthit, Fergusonit, Thorit, Kalkspat, Uranocker, ein Uransilicat und Yttrogummit vor. 'A. E. Nordenskiöld bezeichnte das Vorkommen von Xenotim noch als fraglich.

zwischen Mandal und Ryfylke wieder, ebenso auch in Iveland, Saetersdalen (a.a. O. S. 21). Die Gänge im Kirchspiel Helland sind z. T. ungewönlich reich an Xenotim, Thorit, Gadolinit (a. a. O. S. 21). — Auf vielen Pegmatitgängen in Smålenene z. B. in großen, bis zu 1 kg schweren, garben- oder rosettenförmigen Massen, aus denen Einzelindividuen teilweise hinausragen, auf chloritisiertem Magnesiumglimmer bei Narestö in der Nähe von Arendal. Kristalle dunkelbraun, begrenzt von [111], [110], dazu seltener {311} (?). Zwillinge nach (101) wie bei Zinnerz. Von dem begleitenden Monazit leicht durch die prismatische Spaltbarkeit zu unterscheiden. Derbe Massen auch bei Jorkjern und Lufthus bei Arendal, Einzelkristalle bei Nålleland, Alve usw. Häufig in den Pegmatitgängen zwischen Moss und Fredrikstad östlich vom Kristianiafjord. An einem halbdurchsichtigen, weingelben Kristall von Kragerö bei Fredrikstad wurde (111)(110) = $48^{\circ}29'$, also a:c=1:0.62596 erhalten. Der Kristall zeigte zufällig eine hemimorphe Ausbildung, da an der Oberseite Flächen von {111}, {001}, {331}, an der Unterseite solche von {111}, {001} und einer flacheren Bipyramide {h k l} auftraten. Andere, weniger frische Kristalle des Vorkommens zeigten nur {111} oder {111}, {001}, {110}, {010}. Regelmäßige Verwachsungen mit Zirkon von Berg bei Råde und von Kragerö, vgl. Bd. I2, 1650 (W. C. Brögger, Geol. För, Förh. 6, 744-752. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1884, 2, 170; Z. f. Kryst. 10, 496, 1885). C. W. Blomstrand (Geol. För. Förh. 9, 184, 1887, Analyse II) analysierte unregelmäßig abgerundete Anhäufungen von graubraunem Xenotim, die auf der Oberseite undeutlich ausgebildete Kristallflächen aufwiesen, von Narestö bei Arendal, Dichte 4.492. — Als Lagerstätte des von ihm untersuchten Xenotims gab J. J. Berzelius (Vet. Acad. Handl. 1824, 334; Pogg. Ann. 3, 203, 1825) die Nachbarschaft von Lindesnäs in Norwegen an; hier hatte es Tank beim Sprengen eines Ganges entdeckt, der im wesentlichen aus grobkörnigem Granit bestand. Das nur in einem Stück vorliegende Mineral sah dem Zirkon von Fredriksvärn ähnlich. Farbe gelbbraun. Dichte 4.5577 bei 16°, leicht mit einem Messer ritzbar, nach mehr als einer Richtung spaltbar, Bruch uneben, splittrig, außen harzglänzend, auf Bruchflächen fettglänzend, in dünnen Splittern gelblich durchschimmernd. J. J. Berzelius fand 62.58% Yttererdeu, 33.49% Phosphorsäure mit wenig Flußsäure und 3.93. basisch phosphorsaures Eisenoxyd. Nach Th. Scheerer (Poge. Ann. 60, 591, 1843) liegt der Fundort des von J. J. Berzelius untersuchten Xenotims fünf geographische Meilen in gerader nordwestlicher Richtung von Kap Lindesnäs entfernt. - E. Zschau (N. Jahrb. f. Min. 1855, 513) gab folgende Beschreibung des Vorkommens von Xenotim auf den "gangartigen Granitmassen des Norits" von Hitterö. Begleitmineralien Orthit, Malakon, Polykras, ferner Gadolinit, Titaneisen, titanhaltiger Magnetit. Im Orthit treten pyramidale Kristalle von Xenotim ziemlich selten und dann gemeinsam mit Malakon, eingesenkt in die Seitenflächen von Orthit auf, in dem zuweilen auch Monazit vorkommt. Finden sich Xenotim und Titaneisen gemeinsam, so umhüllt letzteres in radialstengeligen Aggregaten den fast immer vollkommen gestalteten Xenotim. Die Polykraskristalle durchschneiden entweder den Xenotim gänzlich oder dringen tief in ihn ein; vorwiegend findet der Durchschnitt durch die Polecken der Pyramiden von Xenotim statt. Malakon und Xenotim erscheinen gemeinsam als regelmäßige Verwachsung (Bd. I2, 1650), oder es enthalten garbenförmige Zirkonkristalle Xenotim, oder Xenotim ist vorwaltend in die Flächen von {100} des Malakons eingesenkt; in diesem Falle ist Xenotim häufig stark, bis zum Verschwinden, verwittert. Die Einzelkristalle von Xenotim sind entweder einfach und allseitig ausgebildet oder sie setzen langgezogene Gruppen zusammen, deren Individuen mehr oder weniger parallel gestellt sind; die schönsten Kristalle kommen in der weißen Glimmer enthaltenden Granitabart vor; sie sind oft modellartig ausgebildete, nur selten in die Länge gezogene oder mit vierflächig zugespitzten Mittelecken versehene tetragonale Bipyramiden, an denen auch {110} be-

Meist nicht homogen, Dichte 4,45-4,51; 60.25% Yttererden, obachtet wurde. 7.98% Ceroxydul, Spuren von Eisen und Siliciumdioxyd. An einem von E. Zschau erhaltenen einhalbzollgroßen Xenotimkristall von Hitterö bestimmte A. Brezina (Min. Mitt. 1872, Heft 1, S. 15) die Formen {111}, {110} und {311}; er erhielt a:c=1:0.6201. — In etwa eine Linie langen Bipyramiden mit einem Polkantenwinkel von 124° in einem Gang bei Flekkefjord auf Hitterö. Kristalle nach {110} spaltbar, haarbraun, schokoladenbraun mit einem Stich ins Gelbliche und Fleischrote, Pulver gelblichweiß bis fleischrot, in dünnen Splittern bräunlich oder gelbrötlich durchsichtig, auf Kristallflächen und Bruchflächen schwach fettartig glänzend (Th. Scheerer, Pogg. Ann. 60, 591, 1843). — In einem Pegmatitgang bei Bugstad auf Hitterö in ziemlich großen, bis 2 cm langen Kristallen mit zwei Ausbildungsformen. Bei den wenig glänzenden, oft allseitig matten, wohlausgebildeten, aschgrauen (mit Stich ins Gelbe) und schwach kantendurchscheinenden Kristallen des Typus I (Fig. 21), an denen Flächen von {311}, {111}, {331}, {110} vorkommen, herrscht die Vertikalzone immer vor, und ist unter den Bipyramiden [811] am stärksten ausgebildet; die prismatische Spaltbarkeit ist deutlich. An den Kristallen des Typus II (Fig. 22)

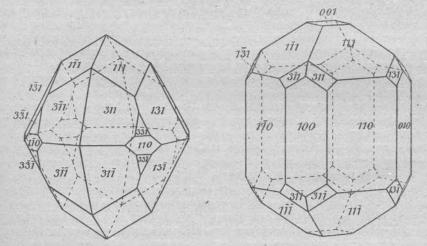


Fig. 21 u. 22. Xenotim, Hitterö, nach G. FLINK, 1886/87. Lin Vergr. bei Fig. 21 etwa 1·1, bei Fig. 22 etwa 1·37 der Originalfigur.

treten {110}, {111}, {100}, {001}, {311}, dazu als schmale Abstumpfung {331} auf. Die grauen (mit Stich ins Braune) Kristalle II erinnern im Habitus an Wiserin, haben ein frischeres Aussehen, als die Kristalle I, glänzen oft stärker als diese, und ihre Spaltbarkeit ist weniger deutlich als gewöhnlich. Im Dünnschliff sind sie beinahe farblos, im frischen Zustande doppeltbrechend mit positivem Charakter. Vereinzelt finden sich auf der Lagerstätte auch Kristalle, die nur {111} aufweisen; Xenotim wird bei diesem Vorkommen von derbem Titaneisenerz, Orthit, Gadolinit, Malakon und Äschynit begleitet (G. Flink, Bih. Vet. Akad. Handl. 12, Afd. II, Nr. 2, 41, 1886/87). — In grobkristallinischen, vollkommen verwitterten Massen von Xenotim, ohne deutliche kristallographische Begrenzung, von Igeltjärn auf Hitterö fand A. E. Nordenskiöld (Bih. Vet. Akad. Handl. 17, Afd. II, Nr. 1, 12, 1891/92) etwa 60% Yttererden. — Auf der Fergusonit-Lagerstätte (S. 284) im Högtveit-Feldspatbruch, in Evje, Saetersdalen (P. Schei, Nyt. Mag. 43, 137, 1905). — C. W. Blomstrand (Geol. För. Förh. 9, 184, 1887) analysierte derben, undeutlich prismatisch spaltbaren Xenotim von Hvalö im Kristianfjord von brauner ins Violette neigender

Farbe, Dichte 4.49; (Analyse V., Mittel aus drei Analysen). — Nach der Chemiker-Ztg. (19, 682, 1895) sind in der Stadt Kragerö seiner Zeit für 80000 Kr. Thorium-haltige Mineralien verkauft worden; in ihnen hatte ein Hamburger Chemiker bei mehreren Analysen bedeutende Mengen Thorium gefunden. Sie sollten hauptsächlich aus Xenotim bestehen; in Wirklichkeit handelte es sich um Titanit. In Risör erhielt L. Schmelck Proben von demselben Mineral; es sollte nach demselben Hamburger Chemiker $12-15\,^{\circ}/_{\circ}$ Thorium enthalten. R. Schmelck und auch Waage fanden in dem Mineral kein Thor.

Auf den Syenitpegmatiten der südnorwegischen Augitsyenite gehört Xenotim zu den allerseltensten Mineralien. W. C. Brögger (Z. f. Kryst. 16, 68, 1890) erhielt 1879 ein angeblich aus den Arö-Schären bei Langesund stammendes Mineral unter der Bezeichnung Mosandrit. Es handelte sich jedoch um einen 3 cm langen und 1.5 cm dicken und einen zweiten bedeutend kleineren Xenotimkristall, die beide in Feldspat eingewachsen und von ihm durchwachsen sind. Habitus langprismatisch mit {110}, {001}; vollkommen nach {110} spaltbar, optisch positiv, Pleochroismus selbst in mehreren Millimeter dicken Platten kaum merkbar, auf Spaltflächen starker Glasglanz, Dichte 4.62, Härte 5. Von anderen Xenotimen weichen diese Kristalle durch ihre tief grünlichbraune bis gelbbraune Farbe, die vollkommene Frische, die hohe Dichte und den Habitus ab; chemisch (Analyse VI.) sind sie ein selten reines Yttriumphosphat (W. C. Brögger, a. a. O.). O. Heidenreich untersuchte nach W. C. Brögger (Nyt. Mag. 42, 1, 1904) Reste der von C. W. Blomstrand benutzten Original substanz des Xenotims von Arö auf ihren Gehalt an SO, mit dem Ergebnis, daß diese weniger als $0\cdot 1^{\circ}/_{\circ}$, jedenfalls kaum $0\cdot 01^{\circ}/_{\circ}$ Schwefelsäure enthält. Das Material war vollkommen frisch, durchsichtig bis durchscheinend, hatte die Dichte 4.62 und erfuhr beim Glühen einen Gewichtsverlust von 0.23%, der nach dem Befund der mikroskopischen Prüfung von eingeschlossenen Flüssigkeitsteilchen herrühren kann. Die Kristalle von Arö zeigen dasselbe Achsenverhältnis wie die Xenotime von Südnorwegen, haben prismatischen Habitus mit {110}, {001}, teils {001}, {111} (W. C. Brögger, a. a. O., 1904).

Auf der Yttrofluorit-Lagerstätte zu Hundholmen im nördlichen Norwegen (Bd. I_2 , 2555), sparsam in kleinen, gelblichbraunen, von einem Prisma und den Bipyramiden {111} und {311} begrenzten Kristallen mit (111) ($\overline{11}$ 1) = 82° 21′, Th. Vogr (C.-B. f. Min. 1911, 373). — Gemeinsam mit Fergusonit neben Arrhenit und Cyrtolith aufgewachsen auf einer Platte von schwarzem Glimmer von Ytterby bei Stockholm (A. E. Nordenriche), Geol. För. Förh. 3, 229, 1876/77).

L. Schmelck (Ztschr. f. angew. Chem. 1895, 542) macht folgende Angaben über norwegischen Xenotim. In verschiedenen Abarten vorkommend, oft mit anderen Mineralien (Monazit, Alvit, Zirkon) innig verwachsen. Härte 4—5. Strich braun oder gelbbraun. Vor dem Lötrohr unschmelzbar. Einige reine Abarten sind in Salzsäure löslich, andere werden nur von konzentrierter Schwefelsäure zersetzt.

- f) Afrika. Gemeinsam mit Monazit, Magnetit, Rutil, Sillimanit, Zirkon usw. in kleinen, 4 mm großen, bräunlichen, von m, z und a (untergeordnet) begrenzten Kristallen in den Alluvionen von Kiravoravo im Westen von Amboasary. In ähnlich aussehenden, aber abgerollten und gelblichen Kristallen im Volotarana, einem Nebenfluß des Ivolina; begleitet von Monazit, Rutil, Zirkon, Staurolith. Die Xenotime aus den Alluvionen auf Madagaskar ähneln denjenigen aus den Alluvionen von Dattas, Minas Geraes, stark (A. Lacroix Bull. Soc. fr. de Min. 38, 137, 1915).
- g) Brasilien. Nach H. Gorceix (C. R. 105, 1139, 1887) begleitet Xenotim neben Monazit, Titandioxyd, Roteisenerz, Martit und seltener auftretendem Korund den Diamant auf seinen Lagerstätten in Brasilien und erscheint hier in oft beträchtlichen Mengen. O. A. Derby (Am. Journ. of Sc. [3] 41, 308, 1891) unter-

suchte durch Auswaschen mittels eines Goldwäschersiebes (batêa) zahlreiche zersetzte oder zerstoßene Proben kristalliner Gesteine aus Brasilien. Diese stammten aus einem Gebiet, das sich von Ceara im Norden bis nach Rio Grande do Sul im Süden erstreckt; der größte Teil der Gesteine rührte her aus den Staaten Rio de Janeiro, São Paulo und Minas Geraes. Es ergab sich, daß Xenotim ein ziemlich konstanter Bestandteil der Muscovitgranite ist, die in Brasilien verhältnismäßig selten sind und als dünne Adern Gneis oder umgewandelte (kambrische?) Schiefer durchsetzen; gneisähnliche Typen dieser Granite wurden nicht beobachtet. Die Muscovitgranite sind meist völlig zu Kaolin zersetzt; in den Fällen, in denen nur Zersetzungsprodukte ohne Muttergestein vorliegen, sind vielleicht Reste anderer feldspatreicher Gesteine mit sekundärem Muscovit untersucht worden. Xenotimkristalle in der Regel hauptsächlich von {111} begrenzt; daneben treten gewöhnlich kaum entwickelte Prismenflächen auf, in einem Falle (s. u.) wurden Flächen von {101} beobachtet. An einem Fundort fanden sich auch regelmäßige Verwachsungen von Xenotim und Zirkon. Dagegen wurden langprismatische Kristalle, wie sie für die Diamantseifen Brasiliens bezeichnend sind, nirgends in situ festgestellt. Kristalle ungefäbr ¼ mm, selten bis zu 1 mm lang; nur an wenigen Fundorten mit stark glänzenden Flächen versehen, durchsichtig oder farblos; ihre Oberfläche ist im allgemeinen infolge von Verwitterung raub, ihr Aussehen dann milchig oder mehr oder weniger opak. Vor der Verwechslung des Xenotims mit Anatas schützt die leicht mögliche Feststellung des optischen Charakters. Zirkon und Monazit sind gewöhnliche Begleiter des Xenotims; Monazit ist selten, Zirkon fehlt niemals; außerdem wurden noch Turmalin, Granat, Magnetit und Titaneisen gefunden, die, abgesehen von Granat, ziemlich regelmäßig auftreten. Von 21 Fundorten (in Ceara 2, Rio de Janeiro 7, São Paulo 6, Minas Geraes 5, Rio Grande do Sul 1) lieferten 14 oder 66% % Xenotim, der von Zirkon in allen, von Monazit in allen außer drei Fällen begleitet war. Von den 7 Fundorten, an denen kein Xenotim festgestellt wurde, ergaben 3 kein einwandfreies Untersuchungsergebnis, bei zwei anderen lagen wahrscheinlich keine Muscovitgranite vor. Scheidet man diese 5 Fundorte und noch einen weiteren aus, bei dem es sich wahrscheinlich um einen Biotitgneis handelt, so ergibt sich, daß 86230/0 der untersuchten echten Muscovitgranite Xenotim enthalten. In dem erwähnten Biotitgneis (aus der Umgebung von Petropolis) tritt Xenotim mit reichlich Monazit in einer dünnen, schwach gefärbten, vollkommen zersetzten Schicht von Feldspat auf, die in einen schwarzen, schieferigen, stark glimmerhaltigen, an Nebengemengteilen fast nur Zirkon aufweisenden Gneis eingelagert ist. Diese Schicht bestebt vielleicht aus dynamometamorph umgewandeltem Muscovitgranit; in ihr wurden Xenotime mit Flächen von {101} gefunden. Zwei Vorkommen in São Paulo lieferten Muscovit-Biotitgranit, von denen einer kambrische (?) Schiefer durchsetzt. In diesen Biotit enthaltenden Gesteinen sind Monazit und Xenotim reichlich, Zirkon ungewöhnlich spärlich vorhanden. Ein Lithionglimmer-Granit aus der Nachbarschaft jener Gesteine enthielt keine Phosphate, dagegen wenig Zinnerz, vergesellschaftet mit Zirkon. Aus seinen, an Hunderten von Proben vorgenommenen Untersuchungen schließt O. A. Derby (a. a. O.), daß das Auftreten von Xenotim in Gesteinen geknüpft ist an das Vorhandensein von Kalium. Für Monazit, der Xenotim fast regelmäßig begleitet, gilt diese Regel nicht, da dieses Mineral sehr häufig auch in Biotitgraniten und -gneisen, spärlich in Amphibolgraniten und -gneisen vorkommt. Natriumreiche Magmen, wie sie Phonolithe, Nephelin- und Augitsyenite darstellen, scheinen dem Auftreten sowohl des Xenotims als auch des Monazits nicht günstig zu sein. Kaliumreiche Gesteine, deren Kaliumgehalt sich durch die Anwesenheit von Muscovit zu erkennen gibt, weisen in ihren Verwitterungsprodukten Zirkone und Monazite auf, die immer etwas umgewandelt, z. B. angefressen, ausgebleicht und mehr oder weniger opak sind; während diese Mineralien in Biotitgesteinen selten, und dann nur geringe Umwandlungserscheinungen zeigen. O. A. Derby (a. a. O.) nimmt an, daß die von ihm für brasilianische Gesteine erhaltenen Regeln für das Auftreten von Xenotim und Monazit allgemein gültig sind.

E. Hussak (Min. petr. Mitt. 12, 465, 1891) fand bei der Untersuchung der von O. A. Derby erhaltenen, gewöhnlich mikroskopisch kleinen, mitunter jedoch bis zu 2 mm großen Xenotime als sicher feststellbare Formen Prismen und {001}, an einem einzigen Kristall [111] und [101]. Diese Xenotime sind gewöhnlich hellgelb, fettglänzend, trübe und durchscheinend. Die Trübung rührt von zahlreichen Flüssigkeitseinschlüssen, auch von Verwitterung her, bei der das Mineral wie Zirkon und Monazit Wasser aufnimmt. Die an brasilianischen Xenotimen seltene Form [001] fand sich an akzessorischem Xenotim aus dem Granit von Pacaëmbú, unmittelbar bei der Stadt São Paulo. Kristalle hier kaum 1 mm groß, schwefelgelb, undurchsichtig bis durchscheinend, pyramidal, {111} herrscht, {001} ist ziemlich häufig und stark entwickelt; dazu (als ganz schmale Flächen) {110}, {100}. Die brasilianischen Xenotime zeigen auch mehr oder weniger deutliche Verwachsungen mit Zirkon und Einschlüsse von Zirkonsäulchen. E. Hussak (a. a. O.) fand Kristalle, in denen Zirkonsäulchen parallel zur c-Achse und solche, in denen Zirkonsäulchen parallel einer Polkante von [111] eingewachsen waren. — O. A. Derby (Am. Journ. of Sc. [4] 7, 343, 1899) unterschied bei den Xenotimen aus den Tonen und Gesteinen der mit Tonschiefern vergesellschafteten Quarzadern im Gebiet von Diamantina zwei Typen der Ausbildung. Typus I. Verlängerte Prismen mit pyramidaler Endbegrenzung, im frischen Zustand durchsichtig und wie Zirkon glänzend, gewöhnlich jedoch verwittert und dann milchig und spröde; 10 und mehr Millimeter lang. Gefunden in den Konzentraten von Dattas, von Chapada und Sopa, 12 km südlich davon. Typus II. Oktaedrisch, gelegentlich in Diamantina gefunden; er ist häufig im Gebiet von Lencoes in Bahia. - E. Hussak (Min.-petr. Mitt. 12, 465, 1891) hat in den Diamantsanden der brasilianischen Staaten manchmal sehr häufig Xenotim gefunden; das Mineral wechselt in Form und Farbe stark. Im Gebiet Diamantina (Dattas, Jequetinhonha, Jequetaby usw.) ist Xenotim stets säulig entwickelt, in den Sanden von Bahia bildet er kleine trübweiße bis braungelbe Pyramiden, in den Diamantsanden des Rio Tibagy kommen kleine dunkelbraune Pyramiden vor; größere derartige Individuen finden sich, aher seltener, bei Sapucahy im Norden des Staates São Paulo. — Nach E. Hussak (Min. u. petr. Mitt. 18, 334, 1899) gehört ein Teil der "Favas" ["bald kugelige, bald flach scheibenförmig abgerollte, circa 1 cm große, gelbe, lederbraune, ziegelrote, blaugraue bis dunkelgraue Mineralstücke von dichter Struktur und hohem spezifischen Gewicht"] der brasilianischen Diamantsande dem Xenotim an.

A. Damour (L'Institut, I. Sect., 21, 78, 1853; 1. Bull. Soc. Philomath. Paris, 5. Febr. 1853; 2. Bull. Soc. geol. [2] 13, 1855/56) fand in diamantführenden Sanden aus Bahia neben Quarz, rotem Feldspat, Rutil, Anatas, Brookit, Zirkon, Diaspor, gediegen Gold, Magnetit und nicht näher bestimmten Mineralien auch ein Hydrophosphat von Yttrium. Es bildet abgerundete und unregelmäßig gestaltete, prismatisch spaltbare Bruchstücke. Farbe grauweißlich, mit einem Stich ins Hellgelbe. Diamantglanz; ritzt Flußspat, wird von einer Stahlspitze geritzt, gibt im Kölbchen Wasser ab und zeigte im übrigen vor dem Lötrohre, in der Phosphorsalz- und in der Boraxprobe, ferner auch im Verhalten gegen Säuren die für Xenotim charakteristischen Reaktionen. Yttererden, Phosphorsäure und Wasser konnten aus Substanzmangel nur qualitativ bestimmt werden. An zwei Bruchstücken war eine Pyramide mit zwei großen, deutlich ausgebildeten und zwei schmalen, wenig spiegelnden Flächen vorhanden; an ihnen wurden die Winkel (111) (111) = 55°36′30″,

(111)(111) = 82°40' gemessen. A. Damour nannte das Mineral Castelnaudit (S. 254). Dieses Mineral ist, wie man namentlich beim Vergleich der vorstehenden Beschreibung mit der von E. Hussak (Min.-petr. Mitt. 12, 465, 1891) für den -Xenotim von Dattas (s. u.) gegebenen erkennt, wohl nichts anderes als ein Xenotim, der unter Wasseraufnahme verwittert ist. Nach E. Hussak (Min.-petr. Mitt. 18, 346, 1899) ist Xenotim namentlich in den feineren Diamantsanden von Bahia häufig. Kristalle 2-3 mm groß, stets wenig abgerollt, in der Farbe mit dem begleitenden Monazit (S. 350) übereinstimmend; meist tritt {111} allein auf, nicht selten ist die Kombination {111}, {311}, in der {311} vorherrscht, sehr selten dagegen {111}, {110}, wobei {110} sehr zurücktritt. Gemessen wurden: $(111)(\bar{1}11) = 55^{\circ}35'$, (111) $(\overline{111}) = 82^{\circ} 20', (311)(131) = 46^{\circ} 30\frac{1}{2}'.$ Parallel verwachsungen und unregelmäßige Durchkreuzungen mehrerer Kristalle sind sehr häufig; Zwillinge wurden nicht beobachtet. Spaltbarkeit nach (110) deutlich. Im Dünnschliff zeigt sich dieselbe auf die Oberfläche beschränkte Färbung durch Eisenhydroxyd wie bei Monazit (S. 351); in den feinsten Sanden finden sich auch vollkommen frische, hellgelb durchscheinende oktaederähnliche Kristalle. Farbe im Dünnschliff nach (001) hellgelb; ein solcher Schliff zeigt im konvergenten polarisierten Licht eine ungestörte Interferenzerscheinung mit positiver Doppelbrechung. Über die Begleitmineralien vgl. Monazit (S. 351). — Haarbraune, von {110}, {111} begrenzte, nadelförmige Kristalle mit etwas gewellten, horizontal gestreiften Prismenflächen von Bom Jesus das Mairas, Bahia (vgl. Monazit, S. 352). Eine 8 × 0 · 4 mm große Nadel ergab (111) $(\overline{11}1) = 82^{\circ}12'$, $(111)(1\overline{1}1) = 55^{\circ}24'$ und a:c=1:0.6169). Ein Xenotim-Kristall war durch Aquamarin hindurchgewachsen, der seinerseits in Quarz eingewachsen war (H. Arlt u. H. Steinmetz, Ztschr. f. Kryst. 54, 596, 1915).

H. Gorcer (Ann. Esc. de Minas, Ouro Preto 3, 147 [nach E. Hussak, Min.-petr. Mit. 12, 465, 1891]; 4, 36, 1885; C. R. 102, 1024, 1886) beschrieb Xenotim aus den Diamantsanden von Dattas, etwa 25 km von Diamantina, Provinz Minas Geraes, im Becken des Rio das Velhas, eines Nebenflusses des Rio S. Franzisko. Bis zu

2 cm große prismatische, von {110}, {111} begrenzte, häufig in der Richtung einer Zwischenachse tafelig verlängerte, in der Farbe veränderliche, nach {110} deutlich spaltbare, gewöhnlich abgerollte Kristalle mit matten Flächen; $(111):(111) = 82^{\circ}$, $(111)(1\overline{1}1) = 55^{\circ} 35'$, Härte 5, Dichte 4.66. Begleiter: Quarz, Rutil, Anatas, Disthen, Hydrophit, Hämatit, Hydrotitanate usw. (Analyse Nr. X.-XII.). Nach E. Hussak (Min. petr. Mitt. 12, 465, 1891) ist der Xenotim von Dattas dunkelbraun gefärbt, vollkommen durchsichtig und gibt im Schliff parallel (001) im konv. pol. Licht ein ungestörtes Interferenzbild, als Einschlüsse wurden lange, dünne, schwachgelbliche Zirkonsäulen beobachtet. Kristalle bis zu 1 cm lang und bis zu 4 mm dick von {110}, {111}; {110}, {111}, {331}, seltener von {110}, {111}, {001} begrenzt, fast immer in der Rich-

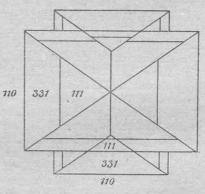


Fig. 23. Xenotim, Dattas (zwei verwachsene Einzelkristalle), nach E. Hussak, 1891. Lin. Vergr. etwa 1.57 der Originalfigur.

tung einer Zwischenachse verzerrt ausgebildet, oft zu mehreren parallel miteinander verwachsen oder parallel einer Prismenfläche durchwachsen; sie gewähren so den Anblick rhombischer Kristalle (Fig. 23) um so mehr, als die oft mit {111} gleichzeitig auftretenden Flächen von {331} in zwei einander gegenüberliegenden Quadranten

groß, in den beiden anderen schmal entwickelt sind. E. Hussak erhielt an einem gut ausgebildeten, pyramidalen Kristall aus den Diamantsanden von Riacho das Varas bei Diamantina mit stark entwickelten Flächen von {1111, {331}, dazu $\{447\}$, $\{115\}$, ferner mit sehr schmalen Flächen von $\{110\}$: $(111)(1\overline{1}1) = 55^{\circ} 22'$, $(111)(\overline{11}1) = 82^{\circ}15', (111)(11\overline{1}) = 97^{\circ}25'(*), (111)(331) = 28^{\circ}49' (331)(110) = 20^{\circ}7\frac{1}{7}'$ (111) (447) = 14 ° 47' (berechnet 14 ° 39'), (447) (115) = 16 ° 43' (berechnet 16 ° 41') und a:c=1:0.62103. Der gemessene Kristall war der einzige unter mehreren Hundert, die E. Hussak untersuchte, der an beiden Enden ausgebildet war, er zeigte sich auch in der Richtung einer Zwischenachse verlängert. {447} und {115} treten nur an einem Ende auf, so daß der Kristall einen hemimorphen Eindruck macht. Neben Xenotim weisen geschlämmte Diamantsande von Diamantina noch Anatas und Monazit auf. Von J. Sena in Ouro Preto erhielt E. Hussak 3-4 mm große, weingelbe, fast sämtlich von {110}, {111}, {331}, {311} begrenzte Kristalle, {311} wurde hier zum ersten Male an brasilianischen Xenotimen beobachtet. "Ideales Material" ergab: (110) $(331) = 20^{\circ} 45' 51''$, (331) $(111) = 28^{\circ} 5' 39''$, a:c = 1:0.61775. E. HUSSAK u. G. T. PRIOR (Min. Mag. 11, 83, 1897) beschreiben Xenotim von der Lewisit-Lagerstätte, der Zinnober-Mine von Tripuhy bei Ouro Preto, Minas Geraes. Kristalle spärlich, prismatisch verlängert, mit {110}, {111}, dazu selten und mit schmalen Flächen {331}, {311}; (111) (111) = 82°12'. Weingelb, durchscheinend, sehr deutlich prismatisch spaltbar; in Form und Aussehen dem Xenotim aus den Diamantsanden von Dattas ähnlich. Begleiter: Monazit, Lewisit, Zirkon, Cyanit, Turmalin, Rutil, Hämatit, Pyrit, Magnetit, Gold, Tripuhyit, die in Quarzadern in metamorphen Glimmerschiefern vorkommen.

Als seltenes Mineral in dem goldführenden, kiesigen Quarzlagergang von Passagem, Minas Geraes, in mikroskopisch kleinen, hellweingelben Doppelpyramiden (E. Hussak, Ztschr. f. pr. Geol. 1898, 348; vgl. Monazit, S. 355). Dunkelbraune, stark glänzende, mit Phenakitkristallen verwachsene Kristalle mit kubischem Habitus (die Flächen von {001} sind ebenso groß wie die Prismenflächen) von der Phenakit-Lagerstätte S. Miguel de Piracicaba (vgl. Monazit S. 355). (111)(11) = 55°16′, Dichte etwa 4·4, genaue Bestimmung wegen der vorhandenen Einschlüsse von weißem Ton und Phenakit unmöglich; Analyse XVII. (E. Hussak, C.-Bl. f. Min. 1909, 268). — Verwachsen mit Monazit, Äschynit, Phenakit, Thorit auf der Monazit-Lagerstätte in dem Gebirge, das in Esprito Santo die Wasserscheide zwischen dem Mutum und dem Pancas bildet (F. Freise, Ztschr. pr. Geol. 18, 143, 1910. Vgl. Monazit, S. 356).

Hussakit. E.H. Krauss u. J. Reitinger (Ztschr. f. Kryst. 34, 268, 1901) hatten gefunden, daß das vor ihnen als Xenotim bezeichnete Mineral von Dattas, Minas Geraes, Brasilien (vgl. S. 265) sich von den anderen Xenotimen durch einen wesentlichen Gehalt an SO_8 unterscheidet und als Vertreter einer neuen Mineralart anzusehen ist; dieser gab W. Muthmann zu Ehren von E. Hussak den Namen Hussakit. Für den "Hussakit" von Dattas stellten sie auf Grund der Analyse XIII die Formel $3P_2O_6 \cdot SO_3 \cdot 3R_2O_3$ auf und gaben von ihm folgende Beschreibung. Kristalle 2—3 mm lang, 1—2 mm dick, gewöhnlich langprismatisch mit {110}, {111}, dazu öfters {331}. an einem ziemlich stark abgerollten Kristall auch {100}; sie zeigten zuweilen eine quarzähnliche Krümmung; (111):(11) = $82^034'$ und daraus a:c=1:0.6208. Glasglanz auf Flächen gut erhaltener Kristalle; abgerollte Kristalle mit Fett- oder Perlmutterglanz; gelblichweiß, honiggelb, braun bis dunkelbraun; Strich gelblichweiß. Härte 5, Dichte 4.587 bei 20° ; sehr gut nach {110} spaltbar, Bruch uneben. An einem parallel zur c-Achse geschliffenen Prisma wurde gemessen:

			ω	8	$\varepsilon - \omega$
Li.		3	1.7166	1.8113	0.0947
Na.	4	-	1.7207	1.8155	0.0948
Tl.		4	1.7244	1.8196	0.0952

Xenetim. 267

Doppelbrechung also von positivem Charakter und außerordentlich hoch, so daß schon das Pulver von Hussakit unter dem Mikroskop sehr hohe Interferenzfarben zeigte.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar, erleidet beim Glühen keinen Gewichtsverlust, gibt mit Soda bei längerem Erhitzen vor dem Lötrohre auf Kohle die Heparreaktion, wird beim Glühen mit Ätzkali im Silbertiegel vollkommen aufgeschlossen. Digeriert man Hussakit mit Sodalösung auf dem Wasserbade, so ist schon nach kurzer Zeit im Auszuge Natriumsulfat vorhanden (Lötrohrverhalten nach J. Reitinger, Diss. Techn. Hochsch. München 1902, 31).

Weiterhin wurde SO₃ von den genannten Autoren noch in folgenden Xenotimen gefunden, die demnach als Hussakit zu bezeichnen wären: a) in trüben, opaken, pyramidalen Kristallen, die neben Quarz, Korund, Granat, Monazit usw. in dem Sande von Bandeira do Mello, Bahia vorkommen (Analyse VII-IX; E. H. Kraus und J. Reitinger a. a. O.; J. Reitinger a. a. O.); nach E. Hussak und J. Reitinger (Z. f. Kryst. 37, 563, 1903) tritt dieses Mineral in dunkelbraunen, stets pyramidal ausgebildeten Kristallen auf; an ihnen ist {110} selten; sie sind nach (110) vollkommen prismatisch spaltbar und enthalten im Mittel 2.68% of SO3, dazu noch an Überbestandteilen SiO₂, Fe₂O₃, Al₂O₃, CaO, MgO in beachtenswerter Menge. Dieser verwitterte Hussakit hat, soweit er meßbar ist, dieselben Winkel wie frischer Hussakit (J. Reitinger, a. a. O.). b) In meist 1-2 mm großen, pyramidalen, trüben, zersetzten, gelblichen Kristallen aus einem sehr feinkörnigen, aus zersetzten Gneisen stammenden Sande der Umgebung von Sao Paulo (Analyse XVI; E. HUSSAK und J. Reitinger a. a. O., J. Reitinger a. a. O.). c) Im Xenotim von Hitteroe aus der bayr. Staatssammlung in München. Stark zersetzte Xenotime von Arendal, Råde bei Moss und Hitteroe waren frei von SO3. Auf Grund der Tatsache, daß man mit einer wässerigen Sodalösung dem Hussakit leicht Schwefelsäure entziehen kann und daß zersetzte Hussakite um so weniger SO₃ enthalten, je stärker ihre Zersetzung vorgeschritten ist, schließen die genannten Autoren, daß die zersetzten, opaken, SO_q-armen oder SO_q-freien Xenotime nur Pseudomorphosen von Xenotim nach Hussakit sind, dessen Gehalt an Sulfaten bei der Verwitterung ausgelaugt wurde. E. Hussak und J. Reitinger (a. a. O.) bezeichnen es sogar als höchstwahrscheinlich, daß alle Xenotime SO3 enthalten; ist dies der Fall, so wären sie alle Xenotim zu nennen, und der Name Hussakit wäre zu streichen. Nach W. C. Brögger (Nyt. Mag. 42, 1, 1904) konnte O. Heidenreich in dem bereits von C. W. Blomstrand (Analyse VI) untersuchten, ungewöhnlich reinen Xenotim von Arö (S. 262) nur eine sehr geringe Menge SO₂ feststellen. Da das Material vollkommen frisch war, kann somit Xenotim nicht als eine Pseudomorphose angesehen werden, und es ist hiermit auch die Existenz von frischen und SO3-freien Xenotimen erwiesen. W. C. Brög-GER (a. a. O.) faßt Hussakit als einen Xenotim auf, bei dem dem Orthophosphat ein Sulfat beigemischt ist; er hält es für wahrscheinlich, daß im Hussakit das Orthophosphat mit dem Sulfat keine stöchiometrische Verbindung bildet, sondern daß zwischen Xenotim und Hussakit eine vollständige Mischungsreihe besteht. Nach ihm sind z. B. die gewöhnlichen braunen Xenotime der norwegischen Granitpegmatite wahrscheinlich auch schon vor ihrer Zersetzung frei von SO3 gewesen. G. TSCHERNIK (Verh. Min. Ges. Petersbg. 45, 425, 1907. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1909, 2, 369; Ztschr. f. Kryst. 47, 291, 1910) analysierte hellfleischrote Kristallbruchstücke und eckige Körner eines Xenotims, der neben Quarz, Ton, Korund usw. in einem unreinen Graphit von South Mountains, Carolina, auftritt (Analyse XXII). Dichte 4.577 bei 17°C, Strich fast weiß mit rosafarbenem Stich, durchscheinend bis durchsichtig, Glasglanz, häufig auch Perlmutterglanz, z. T. fettartig. Bruch hakig, Spaltbarkeit deutlich. Es handelt sich um eine Varietät von Xenotim, wahrscheinlich Hussakit. G. Tschernik (Verh. Min. Ges. St. Petersburg 42, 9, 1904. Auszüge:

N. Jahrb. f. Min. 1907, 2, 375; Ztschr. f. Kryst, 43, 68, 1907) untersuchte drei Arten (a-c) von Xenotimkristallen aus einem verwitterten, aus Orthoklas, Quarz, Biotit und Zirkon bestehenden Gestein mit der Bezeichnung "Zirkon, Idaho", auf dem außerdem noch Monazit (S. 364) vorhanden war. a) Bis zu 2 mm groß, vollkommen durchsichtig, gelblichgrün; glas- bis fettglänzend; Härte 5; Dichte 4.685; Strich weiß mit rosagelbem Stich, fein gepulvert in heißer Salzsäure vollständig löslich (Analyse XXIII). b) Bis zu 3 mm groß, mehr oder minder durchscheinend, gelblichbraun, mehr oder minder matt fettglänzend. Einige Kriställchen sind im Inneren fast durchsichtig und grün mit gelblichem Stich wie a). Härte zwischen 4 und 5; Dichte 4.615 im Mittel. Strich hell mit schwachem fleischroten Stich. In Salzsäure unvollständig löslich (Analyse XXIV). c) Bis zu 3 mm groß, vollkommen undurchsichtig; braun mit einem Stich ins Violettrötliche; schwach fettglänzend. Härte nahezu 4; Dichte 4.545 im Mittel; Strich wie bei b), jedoch stärker; in Salzsäure fast gar nicht löslich (Analyse XXV). - Alle drei Arten haben unebenen Bruch, sind vor dem Lötrohre unschmelzbar; die Boraxperle ist bei allen heiß farblos, kalt undurchsichtig. In heißer konz. Schwefelsäure geht relativ nur wenig Substanz in Lösung, deren Menge von a) nach c) zunimmt; die gelöste Menge wird bei nachträglichem Wasserzusatz größer. Durch Schmelzen mit Kaliumbisulfat und Alkalicarbonat zersetzbar. Wie die Analysen XXIII-XXV lehren, liandelt es sich hier um schwefelsäurehaltige Xenotime, die verschiedene Zustände der Erhaltung darstellen und in denen der Gehalt an SO3 mit der Verwitterung abnimmt. Die Kristalle der Art (a) ähneln dem als "Hussakit" beschriebenen Xenotim in keiner Weise.

Zu einer nach seinem früheren Verhalten überraschenden Stellungnahme gegenüber dem gegenseitigen Verhältnis von Xenotim und Hussakit kam E. Hussak (C.-Bl. f. Min. 1907, 533). In seinen Analysen des Xenotims von Dattas hat H. Gorceix (Analyse X-XII) SO₃ als Bestandteil des Minerals nicht angegeben. Da nun J. Reitinger (a. a. O.) in diesem Xenotim 6.09%, also eine erhebliche Menge, SO3 gefunden hatte, prüfte E. HUSSAK selbst Xenotime dieser Herkunft. Das Ergebnis war negativ, und E. Hussak stellte ferner fest, daß Soda von E. MERCK in Darmstadt auf Lötrohrkohle von F. KRANTZ in Bonn schon ohne jeden Zusatz eine Heparreaktion geben. G. Florence (bei E. Hussak, a. a. O.) vermochte bei einer quantitativen Analyse des Hussakits von Dattas (Analyse XV) nur 0·11°/0 SO3 nachzuweisen. Auf E. Hussaks Bitte untersuchten G. T. Prior und G. Tschernik Hussakit von Dattas und fanden nur Spuren (Prior 0 · 24 %) von SO3, die ebensogut aus den Reagenzien stammen können. E. Hussak kam auf Grund vorstehender Feststellungen zu dem Ergebnis, daß Hussakit kein SO3 enthält, also kein neues Mineral, sondern nur ein prismatisch ausgebildeter Xenotim ist; nach ihm hielt J. Reitinger bei seinen Hussakit-Analysen einen Niederschlag von Bariumphoshphat, der beim Zusatz von Bariumchlorid zu der angesäuerten wässerigen Lösung der Sodaschmelze entstand, für Bariumsulfat. Hiernach wären also alle Hussakit-Analysen von J. Reitinger falsch. — H. du Bois und G. J. Elias (Ann. d. Phys. [4] 27, 279, 1908) fanden Unterschiede in den Absorptionsspektren von Xenotim und Hussakit. Xenotim zeigte etwas verwässerte Banden 558.7 und 613.2, die beim Hussakit nicht oder nur äußerst schwach auftraten; auch die Bandengruppe im Rot zeigte deutliche Unterschiede. Nach den beiden Autoren läßt sich die Frage, ob Xenotim und Hussakit chemisch identisch sind, oder ob der erstere aus dem letzteren durch Auslaugung hervorgegangen ist, vielleicht durch eine größere Anzahl spektralanalytischer Untersuchungen entscheiden.

h) Vereinigte Staaten von Nordamerika. Ein einfacher, deutlich tetragonal ausgebildeter Xenotimkristall von 5·1 g Gewicht wurde auf der Tysonit- und Bastnäsit-Lagerstätte in der Nähe des Pike's Peak, Colorado, gemeinsam mit Bastnäsit

gefunden. Der Kristall besitzt Wiluit-Habitus; an ihm sind {111}, {110}, {001} stark entwickelt, und es sitzen auf ihm kleine Kristalle von ähnlicher Art. Farbe schokoladenbraun, Dichte 4.48; sie stieg auf 4.92, nachdem der Kristall zwei Tage lang im Wasser gelegen hatte. Diese Erscheinung wird durch Porosität des Minerals bedingt, die vielleicht durch Zersetzung hervorgerufen wurde. Spaltbarkeit infolge der Verwitterungserscheinungen an der Oberfläche des Kristalls nicht wahrnehmbar. Die qualitative chemische Prüfung ergab die Anwesenheit von Phosphorsäure, Eisen, Calcium und einer der seltenen Erden, wahrscheinlich Yttrium (W. E. HIDDEN, Am. Journ. of Sc. [3] 29, 249, 1885). S. L. Penfield (ebenda [3] 45, 398, 1893) beschreibt einen anderen Kristall von demselben Fundort, den er "Cheyenne Mountain", El Paso, Colorado, nennt. Der 1 cm dicke sehr frische und reine Kristall (Analyse XVIII) sitzt in einem Stück Quarz und Feldspat; ihn begleiten Hämatit und Astrophyllit. Farbe braun, in dünnen Splittern hellnelkenbraun; [111] herrscht vor, die Mittelkanten dieser Form sind durch {110}, eine steilere, nicht meßbare Bipyramide, wahrscheinlich [331], abgestumpft. Spaltbarkeit nach [110] deutlich. Dichte 5.106, $(111)(1\overline{1}1) = 55^{\circ}32'$.

J. L. Smith (Am. Journ. of Sc. [2] 18, 373, 1854) fand unter den Rückständen der Goldwäschereien von Clarksville, Georgia, kleine bipyramidale Kristalle (Fig. 24) von Xenotim neben Zirkon, Titaneisen und Cyanit. Härte 4.5; Dichte 4.54; nach den Winkelmessungen (ein Flächenwinkel von [110] 93°) wäre das Mineral rhombisch und nicht tetragonal (Analyse XIX.). W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 32, 206, 1886) hat Xenotim häufig gemeinsam mit Monazit in goldführenden Kiessanden gefunden und zwar im östlichen Teil von Alabama, im nordwestlichen von Georgia, z. B. in Hall County, und im mittleren Teil des westlichen Nordkarolina, z. B. in

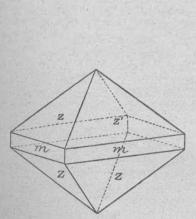


Fig. 24. Xenotim, Clarksville, Georgia, nach J. L. Smith, 1854. Lin. Vergr. etwa 1.36 der Originalfigur.

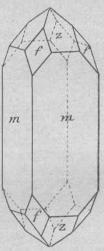


Fig. 25. Xenotim, Alexander Co., nach W. E. Hidden, 1888. Lin. Vergr. etwa 1.64 der Originalfigur.

Polk County, Mc Dowell County und Burke County. In dem Verwitterungsschutt des Pilot Mt. in Brindletown, Burke County, entdeckte W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 21, 244, 1881) eine regelmäßige Verwachsung von gelblichgrauem Xenotim und lichtbraunem Zirkon (vgl. Bd. I₂, 1661). Ihre Form weicht von der der entsprechenden Verwachsung beider Minerale, die E. Zschau an Kristallen von Hitteroe entdeckte, ein wenig ab; es treten jedoch in beiden Fällen dieselben

Flächen auf. Die Kristalle haben zuweilen 1 Zoll, häufiger nur 1 Zoll Durchmesser. Etwa 2 % der Xenotime dieser Lagerstätte sind in der geschilderten Weise verwachsen: sie werden begleitet von Oktaedrit, Monazit, Fergusonit, Samarskit, Zirkon, Brookit und 35 anderen Mineralien. W. E. Hidden gibt später (Am. Journ. of Sc. [3] 36, 382, 1888) als Fundort der Verwachsung Mills Goldgrube in Burke County an. - In angereichertem Gangmaterial von der früher unter dem Namen Milhollands Mill (später Warrens Mill) bekannten Lagerstätte in Alexander Co., Nord-Karolina, fand W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 36, 381, 1888) mehrere glänzend haarbraune, durchsichtige Kristalle von Xenotim. Eine Unze des Sandes ergab mehr als ein Dutzend vollkommener Kristalle; ihre größte Länge betrug 2 mm, ihre Dicke 1-1 mm; die Härte war geringer als 5. An allen Kristallen (Fig. 25) war die neue Fläche f {201} gleichmäßig entwickelt. Gemeinsam mit Xenotim treten topasgelber Monazit, rubinrote Rutil- und kleine Muscovitkristalle auf. - Auf einer neuen Lagerstätte, die ungefähr 31 (engl.) Meilen östlich von der soeben genannten sich befindet, entdeckte W. E. Hidden (a. a. O.) einige kleine dunkelbraune Kristalle von Xenotim mit glänzenden Flächen; sie waren mit Monazit, Rutil, Muscovit und Quarzkristallen vergesellschaftet. - Ungefähr eine engl. Meile südöstlich von Sulphur Springs, Alexander Co., Nordkarolina, wurde eine zutage tretende Quarzader gefunden, deren Inhalt beim Auswaschen wie auf Gold außer Quarzkristallen und Muscovit viel Monazit und wenige kleine Kristalle von Xenotim ergab. Bei der Messung des besten Xenotimkristalls erhielt S. L. Penfield $(111)(\overline{111}) = 82^{\circ}18', (111)(\overline{111}) = 55^{\circ}26\frac{1}{3}';$ zwei andere Kristalle ergaben $(111)(\overline{111})$ = 82°19' und 82°21½'. Kristalle von {110}, {111} und einer steileren Bipyramide, wahrscheinlich {331}, begrenzt; durchsichtig, rein gelbbraun gefärbt; der größte Kristall war 3 x 11 mm, die kleinen, zur Messung benutzten, 1 x 2 mm groß. Die größeren Kristalle zeigen deutlich eine gedrehte gyroidale Entwicklung. W. E. Hid-DEN (Am. Journ. of Sc. [3] 46, 254, 1893). — Etwa ein Dutzend schöner, 3-10 mm dicker und 5-20 mm langer, z. T. vollkommen durchsichtiger, haarbrauner, nicht genau meßbarer, von {110}, {331}, {111}, {311} begrenzter Kristalle von Xenotim wurden 1885 beim Auswaschen des Inhaltes einer Bodenausfüllung auf einer Lagerstätte entdeckt, die drei (engl.) Meilen von der Smaragd- und Hiddenitgrube in Alexander Co., Nordkarolina, entfernt ist; an ihnen ist der im Gegensatz zu anderen amerikanischen Xenotimen langprismatische Habitus der Kristalle hervorzuheben. Dichte 4.45-4.52, leicht prismatisch spaltbar; Begleiter waren Quarzkristalle, verfilzte Nadeln von Rutil in beträchtlicher Menge und ausgezeichnete Kristalle von Monazit (W. E. Hidden, Am. Journ. of Sc. [3] 32, 206, 1886). G. vom Rath (Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. 43, Sitz.-Ber. 153, 1886) erhielt von W. E. Hidden drei, bis zu 13 mm lange und bis zu 6 mm dicke Kristalle dieses Vorkommens. An ihnen waren {111} und {110} herrschend, {331} und {311} nur untergeordnet vorhanden. Es ergab sich (111)(111)=55°32′ bzw. 55°30′ und (111):(110)= 48° 48′ bzw. 48° 46′. In Wien ausgestellte dunkelbraune, lose Xenotimkristalle von der Hiddenitgrube waren von {110}, {111}, {331}, {201} begrenzt (Min. petr. Mitt. 24, 135, 1905). W. E. HIDDEN (Am. Journ. of Sc. [3] 36, 382, 1888) erhielt durch T. S. Ash mehrere Xenotimkristalle von Dysartsville, Mac Dowell Co., Nord-Carolina. (Die Lagerstätte befindet sich 3 (engl.) Meilen westlich von der Mills Goldgrube.) Einer der Kristalle hat 14 mm Durchmesser. Ein anderer, 3 × 5 mm messender, hellbrauner, nur von {111} begrenzter Kristall besitzt glatte, glänzende Flächen. Diese sind jedoch gekrümmt und in einer Weise gedreht, die an die gewundenen Rauchquarze von St. Gotthard und gewisse Kristalle von Perlspat (Dolomit) erinnert. Ein Kristall ist so gebogen, daß eine Kante (111): (111), die wagerecht gerichtet sein sollte, um etwa $45^{\,0}$ aus ihrer Stellung herausgedreht ist. Sein Gewicht beträgt \(\frac{1}{5} g, \) seine Dichte 4.27. Die prismatische Spaltbarkeit ist deutlich

wahrnehmbar, die Härte scheint ein wenig über 5 zu liegen. Der Xenotim in den Goldwäschereien von Mc Dowell Co. wurde von C. U. Shepard (Am. Journ. of Sc. [2] 13, 143, 1852) entdeckt. - Auf der Deake Glimmergrube, Mitchell Co., Nord-Carolina, beobachtet W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 36, 382, 1888) eine regelmäßige Verwachsung von Xenotim und Zirkon; Gummit und Uraninit waren mit den genannten Mineralien vergesellschaftet. - Als seltener Bestandteil der goldführenden Sande des Brindletown-Gold-Gebietes, Burke Co., Nord-Carolina; anstehend wurde Xenotim hier nicht gefunden. Kristalle undurchsichtig, gewöhnlich nicht gut ausgebildet, vollkommen prismatisch spaltbar, von geringem Härtegrade, selten schwerer als 1 g, ausnahmsweise bis zu 2 cm im Durchmesser groß, graubraun gefärbt. Größere Gruppen von polysynthetischem Charakter treten in der Nähe der Quelle des Brindle Creek auf dem Grundstück J. C. Mills' gerade gegenüber Pilot Mt. auf. Im Inneren eines größeren Kristalls wurde eine neue grüne Abart des Xenotims gefunden; von ihr ist nach ibrer Erscheinungsform anzunehmen, daß sie die ursprüngliche Beschaffenheit des Minerals zeigt und ihre braune undurchsichtige Umhüllung ein Verwitterungsprodukt darstellt. Der flaschengrüne Kern ist durchsichtig bis durchscheinend, bat lebhaften Glasglanz und ist fein gepulvert in heißer Salzsäure löslich. Beim Kochen in konzentrierter Schwefelsäure und Aufnehmen des Rückstandes in Wasser löst er sich bis auf einen Rest von SiO2 vollkommen auf. Aus den von L. G. Eakins an grünem (Nr. XX.) und an braunem, sorgfältig ausgesuchtem Material (Nr. XXI.) ausgeführten Analysen zieht W. E. Hidden (vgl. unten) nachstebende Schlüsse. Das Molekularverbältnis $P_2O_5:(Y, Er)_2O_3=21\cdot 34:21\cdot 85$ zeigt, đaß P_2O_5 für die Gruppe $(Y, Er)_2O_3$ nicht ausreicht; deshalb muß SiO, als wesentlicher Bestandteil des Minerals aufgefaßt und nicht auf beigemengten Quarz zurückgeführt werden; demnach ist Xenotim vielleicht als ein kieselphosphorsaures Salz aufzufassen. UO2 ersetzt wahrscheinlich ThO2 isomorph; die grüne Farbe scheint anzudeuten, daß Uran als Phosphat anwesend ist. Der Gehalt an ThO2 schwankt, andere Stücke des Vorkommens enthielten 2.36% und über 4%. Fluor tritt am stärksten in der braunen Abart auf; diese ist auch am reichsten an Wasser, Aluminium- und Ferrioxyd. H. A. Rowland stellte spektroskopisch fest, daß die Xenotime von Brindletown ungewöhnlich viel Scandium enthalten und bierin den Polykras von Süd-Carolina übertreffen (W. E. Hidden, Am. Journ. of Sc. [3] 46, 255, 1893). Auf Davis-Land, auf der Ostseite der Straße, die von Zirconia Station über "Poinsetts Spring" nach Greenville führt, und in einer Entfernung von ungefähr 4 (engl.) Meilen von Green River Post Office, Henderson County, Nord-Carolina, ergab ein Kubikyard von teilweise kaolinisiertem Material aus dem Ausgehenden von verwitterndem Granit beim Waschen nahezu eine Unze eines Gemenges von Xenotim, Zirkon (in zwei Abarten), Monazit, einem unbestimmten Gliede der Samarskitgruppe und beträchtlich viel Magnetit in oktaedrischen Kristallen. Von den hierbei aufgefundenen 17 deutlichen Kristallen des blaß gelblichgrauen Xenotims waren 7 (die größten) mit dunkelbraunem Zirkon (Cyrtolith) gesetzmäßig verwachsen (W. E. Hidden, Am. Journ. of Sc. [3] 36, 382, 1888). — Über den von G. TSCHERNIK (Analyse XXII.) untersuchten Xenotim aus Graphit aus Carolina vgl. unter Hussakit, S. 267.

Nach A. D. Condit (Journ. of Geol. 20, 152, 1912. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1915, 1, 48) findet sich Xenotim vereinzelt in den paläozoischen Sandsteinen, den Residualsanden und den glazialen Sanden von Ohio.

In grobkörnigem Pegmatit, der Gneis durchsetzt, fand sich nach W. E. HIDDEN (Am. Journ. of Sc. [3] 36, 380, 1880) im Jahre 1872 in der Nähe der 155. Straße und der 11. Avenue in New York City ein einzelner, von viel Muscovit, Turmalin, Orthoklas, Quarz und Apatit begleiteter und von {111}, {110} begrenzter Kristall von

Nr.	Dichte	Fe ₂ O ₃	Y_2O_3	Er ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃ ²¹	H ₂ O
e) I.	. 4.857		62.491	-		37.51	_	-
e) II.	4.492	2.01	30.23	24.34	2.36	29•23	-	1.77
III.		2.93	54	88		31.88	_	1.56
IV.	4 • 477—4 • 522	1.88	58	•00	3.18	32.98	100	1.25
v.	4.49	1.88	38.91	17.47	1.77	32.45	-	1.03
VI.	(4 • 62)		62	•63	0.24	35.66	_ 3	0.236
g) VII.	3, 4	4.58	60.037		0.65	27.40	2.62	0.34
VIII.		4.50	59.878		0.59	27.35	2.74	0.40
IX.	-	4.54	59 • 95 ⁹	-	0.62	27.37	2.68	0.37
X.	4.6	-	63.7511			35 • 64	-	_
XI.	bei	-	64 • 1011	-	-	35.90		<u>-</u>
XII.	20 0	-	62 • 6011		-	35.60	-	-
XIII.		0.20	60 • 24 12			33 • 51	6 • 13	-
XIV.		0.20	45 • 43 13	14.82	1 A54)	33.51	6.09	_
XV.			$63 \cdot 25^{11}$	-		35.99	0.11	
XVI.		3.55	61.7910	-	0.41	32.72	1.19	-
XVII.	etwa 4·4 20	V = 15	62.62	-	1.41	33.21		-
h) XVIII.	5 • 106	-	67	.7822		32.11	-	_
XIX.	4.54	2.06	54 • 1311		_	32.45		15-47
XX.	4.68 bei 24.2° C.	0.65	56	· 81 ¹⁶	3 • 46	30.31		0.57
XXI.	4·46 bei 24·4° C.	2.79	55	· 43 ¹⁶	3'.56	29.78	-	1.49
XXII.	4.577	0.09	64.97		0.57	38.42	0.75	-
XXIII.	4.685	1.76	58 • 60 ¹⁸		1.21	30.85	1.71	0.19
XXIV.	4.615	1.70	57.8618	2 2	1.35	32.02	1.35	0.19
XXV.	4 · 545	1.64	59·70 ¹⁸		1.33	31.28	0.81	0.18

¹ "Yttererde". ² Umgerechnet nach Abzug von 6·59 % Eisenglanz.

²¹ Vgl. "Hussakit" S. 266; 268! ²⁰ Unreines Material.

$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
0·13 CaO, 0·87 FeO, 8·24 ⁴ Al ₂ O ₃ , 0·13 Mn ₂ O ₃
$1.50 \text{ Ce}_2\text{O}_3$
0.34 CaO, 0.21 PbO, 0.13 MnO, 0.36 Al ₂ O ₃ , 1.223 Ce ₂ O ₃ , 0.76 ZrO ₂ , 0.19 SnO ₂ , 3.33 ThO ₂
0.35 CaO, 0.38 FeO, 0.325 Ce ₂ O ₃ , 0.11 SnO ₂ , 0.49 ThO ₂
0.49 MgO, 2.51 CaO, 1.10 Al ₂ O ₃
0.41 MgO, 2.60 CaO, 1.22 Al ₂ O ₃
0.45 MgO, 2.55 CaO, 1.16 Al ₂ O ₃
0.4 unlöslich
0.6 unlöslich
0.86 unlöslich
0.52 unlöslich
3.05^{14} $\mathrm{Al_2O_3}$
0.18 Glühverlust
11.03 15 Ce ₂ O ₃ , 0.89 SiO ₂
0.21 CaO, 0.77 Al $_2O_3$, 0.93 (La $_2O_3$ + Di $_2O_3$), 1.95 ZrO $_2$, ThO $_2$ Spur 4.13 UO $_2$, 0.06 F
0·19 CaO, 1·57 Al $_2$ O $_3$, 0·77 (La $_2$ O $_3$ + Di $_2$ O $_3$), 2·19 ZrO $_2$, ThO $_2$ Spur 1·73 UO $_2$, 0·56 F
0.01 MgO, 0.05 CaO, 0.02 Al ₂ O ₃
1.20 CaO, 1.07 Al ₂ O ₃ , 2.62 ZrO ₂
0.95 CaO, 1.12 Al ₂ O ₃ , 2.72 ZrO ₂ , SnO ₂ Spuren
0.56 CaO, MnO Spuren, 1.13 Al ₂ O ₃ , 2.70 ZrO ₂ , SnO ₂ Spuren.

³ "Cererden". ⁴ Einschließlich "Ceroxyd". 5 "Ceroxyde". $0.42^{0}/_{0} \text{ Gd}_{2}O_{3}; \ 13.68^{0}/_{0} \text{ Er}_{2}O_{3}.$

 $^{^{\}circ}$,,R₂O₃", besteht zu 22·8°/0 aus Er₂O₃ und zu 77·2°/0 aus (Y, Gd)₂O₃.

 $^{^{16}}$ Al₂O₃ + Be₂O₃.

15 Mit weing (124), -72

19 Im Original steht irrtümlich 99·29. 13 Y₂O₃ + Gd₂O₃. bleibt 99.83. 18 Ce₂O₃ + Y₂O₃.

²² Molekulargewicht 284.

Xenotim von 💃 (engl.) Zoll Durchmesser. An Handstücken, die schwarzen Turmalin, dunkelgrünen Apatit, Muscovit und Orthoklas enthielten und in der Nähe der oben genannten Lagerstätte gesammelt worden waren, entdeckte W. E. Hidden (a. a. O.) im Jahre 1880 zwei dunkelhaarbraune, langprismatische Kristalle von Xenotim mit sehr ebenen Flächen; sie ähneln im Habitus den Xenotimen von Alexander County, von Schüttenhofen und von Hitterö. H. S. Washington (bei W. E. Hidden, a. a. O.) erhielt an ihnen als beste Werte (111) (111) = 55° 32′ 30′′, $(111)(311) = 29^{\circ} 50' 30''$ und a:c=1:0.619431. Es wurden nur $\{111\}, \{110\}$ und 3311 beobachtet. Die Härte betrug etwa 5, die prismatische Spaltbarkeit war deutlich. Auf derselben Lagerstätte wurden nachträglich von W. NIVEN (W. E. HIDDEN, a. a. O.) noch Zirkon, Monazit, Chrysoberyll, Pinit, Cordierit und zwei andere, nicht bestimmte Mineralien gefunden. W. NIVEN (Am. Journ. of Sc. [3] 50, 75, 1895) gibt an, den vorstehend von W. E. Hidden beschriebenen Xenotimkristall zwischen losen Blöcken von Glimmerschiefer und Gneis von unbekannter Herkunft auf einem unbebauten Grundstück bei der 175. Straße nahe bei der 10. Avenue gefunden zu haben. - Bei der Untersuchung der umfangreichen Durchstiche für den Eisenbahnbau am Harlem River fand W. NIVEN (a. a. O.) eine Anzahl Xenotimkristalle auf primärer Lagerstätte, ebenso auch Monazit, Titanit, Epidot, Beryll, Ilmenit usw. A. C. Gill (W. Niven, a. a. O.) erhielt bei der Messung der Xenotimkristalle Werte für die Flächenwinkel, die mit den oben mitgeteilten Zahlen H. S. Washingtons bis auf eine Winkelminute übereinstimmten; als weitere Form wurde {101} festgestellt, sie tritt mit schmalen Flächen auf. Ein Kristall wird durch ungewöhnliche Entwicklung nach der kristallographischen Achse c im Habitus einem gewöhnlichen Zirkonkristall ähnlich. Xenotim tritt in der Regel vergesellschaftet mit Monazit auf; beide Minerale waren meistens in Oligoklas in der Nähe eines Ganges von grobkörnigem Granit bei der 185. Straße und am Harlem River eingewachsen, Ilmenit begleitete sie. - E. O. Hovey (Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 7, 341, 1895) beschreibt Xenotim, Monazit und andere Mineralien, die bei Ausschachtungen in der Nähe der 171. Straße und der Fort Washington-Avenue, New York City, in drei dicht beieinander liegenden Nestern von ungefähr 24 m Gesamtlänge in einem Gang von grobkörnigem Pegmatit gefunden wurden, der Glimmerschiefer durchsetzt. Die Schiefer streichen N. 300 O (magnetisch) und fallen 810 östlich ein; der etwa 1 m mächtige Gang ist ihnen im wesentlichen parallel; es handelt sich nach E. O. Hover, a. a. O., um das von W. Niven entdeckte Vorkommen. Xenotimkristalle weniger zahlreich als die von W. Niven gefundenen, ein besonders großer war etwa 6 mm hoch und hatte 8 qmm Querschnitt. Kristallform dieses Kristalls {111}; Farbe hellgelblichbraun; er lag eingebettet in körnigem, braunem Quarz. Ein zweiter Kristall von 5.5 mm halber Höhe und 5.5-6 mm Dicke war begrenzt von {111}, {110}, wahrscheinlich auch {311}, und fand sich in Feldspat und Glimmer. Ein dritter Kristall war so in seine Unterlage eingebettet, daß er nur eine Reihe von Pyramidenflächen erkennen ließ, seine halbe Höhe betrug etwa 3 mm, seine Länge 7 mm, seine Breite 5 mm. Als Begleiter treten neben Monazit, grauem Quarz und Muscovit noch Beryll, Turmalin, Zirkon, Dumortierit, Torbernit (?), Autunit (?), Apatit und Almandin auf; alle Mineralien sind mit Vertiefungen versehen, als ob sie geätzt wären.

Nach H. B. C. Nitze (U. S. A. Geol. Surv., IV, Min. Res. 1894 [Washington 1895], 680) tritt Xenotim mit Monazit im Gneis von Westford, Massachusetts, auf. — Über Xenotim aus Idaho vgl. bei Hussakit, S. 268 (G. Tschernik).

i) Cauada. Im Stadtgebiet von Calvin, Nipissing Distrikt, Prov. Ontario, eingebettet als eine 312 g schwere Masse im Mikroklin eines Ganges aus grobkörnigem Granit, der aus Quarz, Mikroklin, Albit oder Oligoklas, Muscovit oder Biotit besteht und feinkörnigen Hornblendengneis durchsetzt. Das Mineral bildet

eine dicht zusammengefügte Anhäufung von mehr oder weniger divergenten langen Prismen, zwischen denen auch einige gedrungene, bis zu 7 mm dicke Kristalle sichtbar sind. Bruch uneben, prismatische Spaltbarkeit deutlich, Farbe dunkelrötlichbraun, Härte etwa 5, Dichte 4.395 bei 15.5°C. Umgewandelter Magnetit in geringer Menge und einige kleine Kristalle von rötlichbraunem Granat, höchstwahrscheinlich Spessartin, begleiten den Xenotim; auch ein gelber Beryllkristall soll aus diesem Granit stammen (G. Ch. Hoffmann, Ann. Rep. Geol. Surv. Canada, [N. S.] 9, Part R, 13, 1896 [Ottawa 1898]).

Analysen. Theor. YPO4. 61.34 Y2O3, 38.66 P2O5.

- c) St. Gotthard, Fibia. I. V. WARTHA, Pogg. Ann. 128, 166, 1866.
- e) Narestöbei Arendal. II. C. W. Blomstrand, Geol. För. Förh. 9, 184, 1887.

Hitterö. III. O. E. Schlötz, "Saerskölt aftryk af Vid. Selsk. Förh.". Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1876; 306 (Mittel aus mehreren Analysen). IV. C. F. RAMMELSBERG, Min. Chem. II. Suppl.-Bd. 1894, 137.

Hvalö V. C. W. Blomstrand, Geol. För. Förh. 9, 184, 1887.

Arö. VI. C. W. BLOMSTRAND bei W. C. Brögger, Ztschr. f. Kryst. 16, 68, 1890.

g) Bandeiro do Mello, Bahia, Brasilien. VII—VIII. J. Reitinger bei E. H. Kraus u. J. Reitinger, Ztschr. f. Kryst. 34, 268, 1901. "Hussakit". IX. J. Reitinger, Diss. Techn. Hochschule München 1902, 31. "Hussakit". 1

Dattas, Minas Geraes, Brasilien. X—XII. H. Gorceix, Ann. Esc. d. Min. Ouro Preto, 4, 36, 1885; C. R. 102, 1024, 1886. XIII. J. Reitinger bei H. Kraus u. J. Reitinger, Ztschr. f. Kryst. 34, 268, 1901. "Hussakit". XIV. J. Reitinger, Diss. Techn. Hochschule München, 1902, 31. "Hussakit". XV. G. Florence bei E. Hussak, C.-Bl. f. Min. 1907, 533.

Sao Paulo, Brasilien, aus feinkörnigem Sand. XVI. E. HUSSAK und J. REITINGER, Ztschr. f. Kryst. 37. 563, 1903, vgl. auch J. REITINGER, Diss. Techn. Hochschule München, 1902, 41.

San Miguel de Piracicaba, Brasilien. XVII. G. FLORENCE bei E. HUSSAK, C.-Bl. f. Min. 1909, 268.

h) El Paso Co., Colorado. XVIII. S. L. PENFIELD, Am. Journ. of. Sc. [3] 45, 398, 1893.

Clarksville, Georgia. XIX. J. L. Smith, Am. Journ. of Sc. [2] 18, 373, 1854.
Brindletown, Golddistrikt, Burke Co. XX. XXI. L. G. Eakins bei
W. E. Hidden, Am. Journ. of Sc, [3] 46, 256, 1839. XX. grüne, XXI. braune
Abart.

South Mountains, Carolina. Aus Graphit. XXII. G. TSCHERNIK, Verb. Min. Ges. St. Petersburg 45, 425, 1907. Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1909, 2, 369; Ztschr. f. Kryst. 47, 291, 1910. "Hussakit".1

"Wahrscheinlich Idaho". XXIII—XXV. G.Tschernik, Min. Ges. St. Petersburg 42, 9, 1904. Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1907, 2, 375; Ztschr. f. Kryst. 43, 68, 1907. "Hussakit".¹

¹ Vgl. S. 266; 268!

2. Fergusonit. Y(Nb, Ta)O.

Tetragonal-pyramidal. a: e = 1:1.4643 H. W. MILLER.¹ Beobachtete Formen: $e\{001\}$ 0 P. $g\{320\}$ ∞ P $\frac{3}{2}$. $s\{111\}$ P. $x\{321\}$. $3 P \frac{3}{2}$. $r\{311\}$ 3 P 3.

Mit Ausnahme des Fergusonits von der Yttrofluorit-Lagerstätte im nördlichen Norwegen verhalten sich alle bisher gefundenen Fergusonit-kristalle optisch isotrop. Sie sind Paramorphosen einer amorphen Substanz nach der tetragonal kristallisierenden Fergusonitsubstanz. Die beim Erhitzen erglühenden Fergusonite bilden sich bei diesem Vorgange, wie Th. Liebisch (Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss. Berlin 1910, 362) nachwies, aus dem amorphen in den kristallisierten Zustand zurück (vgl. "Pyrognomisches Verhalten").

Habitus der Kristalle pyramidal oder prismatisch, zuweilen mit vorwaltender Basis, oft deutlich hemiedrisch ausgebildet durch das Auftreten der tetragonalen Bipyramide III. Art z. Ferner in unregelmäßig begrenzten Massen und Körnern.

Regelmäßige Verwachsungen mit Nivenit, Barringer Hill, Llano Co., Texas (W. E. Hidden, Am. Journ. of Sc. [4] 19, 430, 1905), vgl. S. 289.

Dichte $4\cdot3-6\cdot2$; mit dem Wassergehalte abnehmend und mit dem Gehalt an Ta_2O_5 steigend; Bruch halbmuschelig; nach (111) undeutlich spaltbar; spröde. Härte $5\cdot5-6$.

Kristallflächen gewöhnlich matt; Bruchflächen mit lebhaftem Glasglanz oder halbmetallischem Glanz; braunschwarz, in dünnen Schichten braun oder tiefbraun. Gewöhnlich infolge Aufnahme von Wasser optisch isotrop; der natürliche optisch anisotrope Fergusonit von der Yttrofluorit-Lagerstätte im nördlichen Norwegen ist stark doppeltbrechend, optisch einachsig, negativ und deutlich pleochroitisch (vgl. S. 285).

Fergusonit von Grönland wirkt nicht ablenkend auf eine Magnetnadel, vgl. S. 290. Shields (bei W. Ramsay u. M. W. Travers (Proc. Roy. Soc. London 62, 327, 1898) fand für die mittlere spezifische Wärme eines norwegischen Fergusonits zwischen 0 und 17·3° den Wert 0·1069.

Pyrogonomisches Verhalten. A. Des Cloizeaux und A. Damour (Ann. Chim. Phys. [3] 59, 378, 1860) entdeckten, daß Fergusonit von Grönland beim Erhitzen erglüht und sich in eine harte, anscheinend nicht homogene, an einigen Stellen schwach doppeltbrechende Emaille

¹ Aus (111) (111) = 79° 6', gemessen am Fergusonit von Grönland (H. W. Miller bei H. J. Brooke a. H. W. Miller, Intr. to Min. 1852, 465).

umwandelt. C. F. RAMMELSBERG (Sitz.-Ber, Akad, Wiss, Berlin a. d. Jahre 1871; 1872, 413; Ber. Deutsch. Chem. Ges. 3, 947, 1870) fand, daß Tyrit von Helle verglüht und dabei hellgrün wird. Weiterhin beobachteten das Verglühen J. L. Smith (Am. Journ. of Sc. [3] 13, 367, 1877) am Fergusonit von Rockport, Massachusetts und W. E. Hidden (ebenda [3] 20, 150, 1880) am Fergusonit von Brindletown, Burke Co., Nordcarolina und (W. E. HIDDEN, ebenda [3] 41, 440, 1891) am Fergusonit von der Grassy-Creek-Glimmergrube, Mitchell Co., Nordcarolina. Von den auf der Mackintoshitlagerstätte, Llano Co., Texas, vorkommenden Fergusonitabarten Fergusonit-Monohydrat und Fergusonit-Trihydrat weist nur der erstere das Erglühen auf (W. E. Hidden u. J. B. MACKINTOSH, ebenda [3] 38, 483, 1889). G. T. PRIOR (Min. Mag. 10, 234, 1893) beobachtete an den Fergusoniten von Rakwana, Ceylon, daß die Stücke mit der höchsten Dichte, die weniger durchscheinend sind als die anderen, die Glüherscheinung erkennen lassen und daß sämtliche drei Fergusonitabarten dieser Lagerstätte (Fergusonit-Monohydrat, Fergusonit-Dihydrat, Fergusonit-Trihydrat) nach dem Erhitzen auf Rotglut nicht mehr optisch isotrop sind wie zuvor, sondern deutlich doppeltbrechend. Der nicht verglühende Fergusonit-Dihvdrat erwies sich nach dem Erhitzen auf Rotglut im konvergenten polarisierten Licht als deutlich optisch einachsig. G. T. Prior (a. a. O.) kam zu dem Ergebnis, daß das Verglühen auf die wasserfreien und die monohydratischen Fergusonite beschränkt zu sein scheine, und fand, daß mit dem Verglühen des Fergusonits eine Änderung des physikalischen Zustandes verbunden ist. Diese wichtige Entdeckung der mit dem Verglühen verknüpften Zustandsänderung blieb zunächst unbeachtet. W. RAMSAY und M. W. TRAVERS (Proc. Roy. Soc. London 62, 325, 1898) stellten an einem norwegischen Fergusonit fest, daß die Dichte vor dem Erglühen 5.619, nach dem Erglühen 5.375 beträgt, daß er beim Verglühen 809 cal. und 0.0194 Gewichtsprozente Helium abgibt. Da sie ferner in dem dichten Mineral keine Poren wahrnehmen konnten, an die das Helium hätte gebunden sein können, kamen sie zu dem Ergebnis, daß Fergusonit eine endothermische Heliumverbindung sei, durch deren Zerfall unter reichlicher Energieabgabe das Verglühen zustande kommt. J. Thomsen (Ztschr. f. phys. Chem. 25, 112, 1898) kam bei der Untersuchung "einer Art Yttrocerit" von der Kryolithlagerstätte Ivigtut gleichfalls zu dem Ergebnis, daß es sich bei diesem pyrognomischen Mineral um eine unter Verglühen zerfallende endothermische Heliumverbindung handele. W. C. Brögger (Min. südnorw. Granitpegm. Vid.-Selsk. Skrift., I. Math. nat. Cl., 1906, Bd. 1, Nr. 6, 34) hob hervor, daß G. T. Prior bei seinen Versuchen eine Zustandsänderung entdeckt und an dem verglühten Mineral das Interferenzbild

¹ Vorher hatte bereits C. U. Shepard (Am. Journ. of Sc. [2] 12, 209, 1851) das Aufglühen an dem später als Fergusonit erkannten "Rutherfordit" (S. 289) wahrgenommen.

eines optisch einachsigen Kristalls im konvergenten polarisierten Licht wahrgenommen hatte. Er beobachtete starkes Verglühen am Fergusonit von Högtveit (Südnorwegen) und prüfte das ungeglühte und geglühte Material optisch, um festzustellen, ob es nach dem Verglühen die durch seine Kristallgestalt bestimmten Eigenschaften eines tetragonalen Minerals angenommen habe, sichere Feststellungen waren ihm jedoch nicht möglich. Die Aufklärung der Erscheinung führte erst Th. Liebisch (Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Berlin 1910, 362) bei seinen Untersuchungen über pyrognomische Mineralien herbei. Nach ihm ist der Energieverlust beim Erglühen nicht mit der Abgabe von Helium, sondern mit der Rückbildung des kristallisierten Zustandes aus dem amorphen verknüpft.

Lötrohrverhalten. Gibt beim Erhitzen im Kölbchen ein wenig Wasser, färbt sich auf Kohle erst dunkel und dann blaßgelb, ist unschmelzbar. Im Borax schwer zu einem, im warmen Zustande gelben Glase löslich; das Ungelöste ist weiß. Das gesättigte Glas kann unklar (mit einer schmutzig rotbraunen Farbe) geflattert werden. In Phosphorsalz langsam löslich; das Ungelöste ist weiß. Das Glas ist im Oxydationsfeuer gelb, im Reduktionsfeuer farblos oder hat bei guter Sättigung einen Stich ins Rote; im letzteren Falle wird es leicht bei der Abkühlung oder durch Flattern unklar. Beim Schmelzen mit Zinn nimmt das Phosphorsalzglas keine Farbe an; das Ungelöste erhält einen Stich ins Fleischrote. Wird beim Schmelzen mit Soda zersetzt, ohne aufgelöst zu werden, und hinterläßt eine rötliche Schlacke. Gibt nach Behandlung mit einer hinreichenden Menge Soda im Reduktionsfeuer etwas Zinn (C. F. Plattner, Probierkunst [7] 164, 1907).

Wassergehalt. W. C. Brögger (Min. südnorweg. Granitpegm., Vid.-Selsk. Skrift., I. Math.-nat. Cl., 1906, Bd. 1, Nr. 6, 35) kam im Gegensatz zu W. E. Hidden und J. B. Mackintosh (Am. Journ. of Sc. [3] 38, 483, 1889), die für die Fergusonite von Barringer Hill chemische Bindung des Wassers angenommen und die Bezeichnungen Fergusonit-Monohydrat, -Dihydrat und Trihydrat eingeführt hatten (vgl. auch Rakwana, Ceylon), ebenso wie schon C. F. Rammelsberg (Ber. Akad. Wiss. Berlin a. d. Jahre 1871; 1872, 418) zu dem Ergebnis, daß das Mineral ursprünglich vollkommen oder beinahe wasserfrei ist, daß es sich also um sekundär aufgenommenes Wasser handelt. Nach ihm (a. a. O.) ist Fergusonit ein Orthoniobat, in dem Thor und Uran wahrscheinlich als (Th, U)(Si, Sr)O₄ vorhanden sind.

- K. v. Сняизтесном (Journ. russ. phys.-chem. Ges. 1892, 2—3, 130) fand in Fergusonit (Fundortsangabe fehlt) Germanium. Vgl. hierzu die entsprechende Angabe bei Samarskit, S. 414.
- O. Vogel (Ztschr. f. anorg. Chem. 5, 60, 1894) erhielt, als er Fergusonit (ohne Fundort) in einem Leuchtgas-Sauerstoff-Gebläse erhitzte und die Flamme mit einem Spektroskop betrachtete, kein Spektrum.
 - G. Eberhard (Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Berlin 1908, 851) stellte fest, daß im Funken-

279

spektrum eines Fergusonits (ohne Fundort) die stärksten Scandium-Linien gerade sichtbar sind und die Anwesenheit seltener Erden erkennbar ist (vgl. Columbit, S. 442).

Über den Aufschluß von Fergusonit mit Dämpfen von Schwefelmonochlorid vgl. W. B. Hicks, Journ. Am. Chem. Soc. 33, 1492, 1911.

Nach C. F. Rammelsberg (Ber. Deutsch. chem. Ges. 5, 17, 1872) sind Fergusonit, Scheelit und Scheelbleierz isomorph.

G. T. Prior (Min. Mag. 13, 219, 1903) machte auf nachstehende Beziehung zwischen der Kristallsymmetrie, dem Molekularvolumen V, dem Achsenverhältnis AV und der chemischen Zusammensetzung bei Fergusonit und Scheelit aufmerksam:

	Symmetrie	AV	V
Fergusonit YNbO ₄	tetragpyr	1:1.4643	47
Scheelit CaWO4	hem.	1:1.5356	48

Gehalt an Helium und anderen Gasen, sowie an Radium. H. Erd-MANN (Ber. Deutsch. Chem. Ges. 29, 1710, 1896) wies entsprechend wie bei Monazit nach, daß Fergusonit von Arendal NH3 enthält; der aus dem Ammoniakgehalt berechnete Stickstoffgehalt des Minerals betrug 0.005 %. - Nach W. Ramsay, J. N. Collie, M. Trayers (Journ. Chem. Soc. London 67, 684, 1895) enthält Fergusonit von Ytterby keinen Wasserstoff und eine Spur Helium (vgl. "Monazit", S. 309). W. Ramsay (Proc. Roy. Soc. London 59, 325, 1896) stellte fest, daß Bröggerit, Fergusonit und Samarskit beim Erhitzen im Vakuum ein in allen Fällen an Wasserstoff reiches Gasgemisch abgaben, daß dessen Gehalt an Stickstoff jedoch äußerst gering war. Nach ihm stammt dieses Gas nicht aus den untersuchten Mineralien, sondern aus den Glasgefäßen; es mag auch an der Oberfläche des gepulverten Minerals haften und beim Versuch frei werden. In dem aus den Mineralien entwickelten Gasgemisch fand sich stets ein beträchtlicher Gehalt an Kohlendioxyd; wahrscheinlich waren auch Kohlenwasserstoffe in ihm vorhanden, da das Gas auch nach dem Passieren von Natronkalk das Kohlenstoffspektrum zeigte; der Gehalt an diesem Bestandteil ist jedoch sehr gering. 1 g Fergusonit ergab beim Erhitzen 1·1 ccm Helium; das aus ihm beim Erhitzen erhaltene Gasgemisch bestand nach J. N. Collie aus 54.7% H, 13.9% CO2, 31.2% He, Summe 99.8; Kohlenwasserstoffe enthielt es nicht. 500 g Fergusonit lieferten beim Erhitzen ein Gasgemisch, dessen Dichte, nachdem es von Kohlendioxyd und Wasserstoff befreit worden war, sich, bezogen auf 0 = 16, zu 2·147 ergab; bei zwei anderen Proben wurden die Werte 2.139 und 2.134 erhalten; Mittel dieser drei Zahlen nach W. Ram-SAY (a. a. O.) 2.140. Über die Helium-Abgabe von Fergusonit nach W. Ramsay und M. Travers (Proc. Roy. Soc. London 60, 443, 1897) vgl. auch "Monazit", S. 310. M. W. Travers (Proc. Roy. Soc. London 64, 141, 1898/99) erhielt aus einem norwegischen Fergusonit für je 1 g Substanz: a) beim Erhitzen 1.041 ccm Helium, 0.231 ccm Wasserstoff, 0.326 ccm Kohlendioxyd und andere Gase; b) durch Einwirkung von 30 prozentiger Schwefelsäurelösung 1·434 ccm Helium und 0·163 ccm Wasserstoff; c) beim Schmelzen mit KHSO₄ 1.813 ccm Helium. — Weitere Angaben über die Heliumabscheidung vgl. unter "Pyrognomisches Verhalten". Über die Entwickelung von Radium-Emanation aus norwegischem (?) Fergusonit vgl. Monazit, S. 311 (R. J. STRUTT, 1904). C. F. HOGLEY (Phil. Mag. [6] 18, 674, 1909) fand in dem Gasgemisch, das sich aus etwa 140 g Fergusonit beim Erhitzen im Vakuum entwickelte, gegen 100 ccm Helium. Dieses Gas wies ungefähr 3 cmm Argon auf. Krypton konnte nicht nachgewiesen werden; wenn es vorhanden

sein sollte, so müßte sein Betrag geringer sein als 1 Teil in 1000000 Teilen Helium. - Über das radioaktive Verhalten von Fergusonit (ohne Fundort) nach den Messungen von P. und C. Curie (1898 u. 1900), vgl. bei Monazit, S. 310. G. Bar-DET (Bull. Soc. min. de France 27, 63, 1904) fand für Fergusonit (?) die "radioaktive Kraft" gleich null relativen Einheiten. F. PISANI (Bull. Soc. min. de France 27, 58, 1904) erhielt bei Fergusonit von Ytterby und bei Tyrit in 24 Stunden nur einen schwach ausgeprägten Eindruck auf eine photographische Platte. Nach W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [4] 19, 430, 1905) zeigten alle Abarten des Fergusonits von Barringer Hill, Llano Co., Texas, eine mehr oder weniger starke Einwirkung auf einen lichtempfindlichen Film und zwar ergab der Fergusonit-Monohydrat die stärkste Einwirkung. R. J. STRUTT (Proc. Roy. Soc. London [A] 76, 312, 1905; Chem. News 91, 299, 1905) fand in Fergusonit (ohne Fundort) 1.31 % ThO, und 26.7.10-60/0 Ra. V. M. Goldschmidt (Ztschr. f. Kryst. 44, 545, 1908) bestimmte die Radioaktivität von Mineralien, indem er die α-Strahlung einer relativ dünnen Schicht des fraglichen Minerals untersuchte. Hierbei wurde die Beschleunigung der Entladung eines Elektroskops gemessen, die durch die Ionisierung der Luft zustande kommt. Es ergibt sich die Radioaktivität $R_{
m Min}$ der untersuchten Mineralien für:

Fergusonit, Berg Råde $R_{\rm Min.} = 0 \cdot 27,$, , Högtveit, Saetersdalen $R_{\rm Min.} = 0 \cdot 19.$

Es ist:

$$R=rac{t_k}{T_k}\;; \qquad T_k=rac{T}{1-rac{T}{A}}\;.$$

Hierin ist: T die Zeit, die das Aluminiumblatt des Elektroskops braucht, um während der Entladung um einen bestimmten Skalenteil zu fallen, A die Zeit, die das Aluminiumblatt des Elektroskops braucht, um denselben Skalenteil, jedoch ohne Gegenwart einer radioaktiven Substanz, zurückzulegen, t_k der Wert, den man erhält, wenn man an Stelle der zu prüfenden Mineralien, die als Einheit gewählte Substanz, reines U_3O_8 , mißt.

Historisches und Synonyma. Mit dem Namen Fergusonit wurde zunächst nur der Fergusonit von Grönland belegt (nähere Angaben vgl. unter "Vorkommen" bei Grönland), und bis zum Jahre 1856 kannte man kein anderes Vorkommen des Minerals. Damals machte A. Kenngott (Pogg. Ann. 97, 622, 1856) darauf aufmerksam, daß Tyrit (vgl. S. 282) und Fergusonit derselben Mineralart angehören, und 1862 zeigte C. A. Michaelson (Öfv. kgl. Vet. Akad. Förh. 19, 510, 1862), daß Bragit (S. 282), Tyrit und Fergusonit wahrscheinlich miteinander übereinstimmen. zwischen hatte A. E. Nordenskiöld (ebenda 17, 28, 1860; Pogg. Ann. 111, 280, 1860; Journ. prakt. Chem. 81, 193, 1860) nachgewiesen, daß der "gelbe" und der "braune Yttrotantalit" von Ytterby in Schweden nichts anderes sind als Fergusonit. Weiterhin (1869-1873, Literatur vgl. Yttrotantalit "Historisches") erbrachte C. F. Rammels-BERG den Nachweis, daß außer dem "gelben" und dem braunen Yttrotantalit von Ytterby, dem Tyrit und Bragit, auch der "braune Yttrotantalit" von Kårarfvet bei Fahlun und der "graue Yttrotantalit" von Gamle bei Kårarfvet Fergusonite sind. Über Rutherfordit vgl. S. 289. Abgesehen von der Auffindung weiterer Lagerstätten des Minerals entwickelte sich die Kenntnis des Fergusonits besonders nach drei Richtungen und zwar durch die Untersuchungen über den "Wassergehalt" (S. 278), über das "pyrognomische Verhalten" (S. 276) und über die im Fergusonit enthaltenen Gase (S. 279) und damit verknüpft über sein radioaktives Verhalten.

Vorkommen. Fergusonit gehört zu den für den Niobat-Tantalattypus der

Pegmatite kennzeichnenden Mineralien; auf sekundärer Lagerstätte findet er sich in den aus diesen entstandenen Seifen.

a) Europa. Im Pegmatit von Döbschütz im Granitgebirge von Königshain, Oberlausitz, 1½ Meile von Görlitz (G. Wolfschach, Diss. Breslau 1881, 43. Abh. naturf. Ges. Görlitz 17, 179, 1881). G. Woltschach beobachtete einen in der Mitte verbrochenen Kristall an einem Stück von weißem, mit ziemlich zersetztem Glimmer durchwachsenen und einige Quarzkörner enthaltenden Feldspat. Das Mineral wurde als Fergusonit nach den Flächen von {001} und {111} bestimmt mit (001)(111) = 64° 44', (111)(111) = 79° 14'; vorhanden ist außerdem noch {321} und angedeutet {320}. Flächen von {111} glänzend; (001) mit einer gelben Schicht überzogen. Pechschwarz, halbmetallisch glänzend, Bruch muschelig, dünne Splitter tief braunrot, ohne Pleochroismus. Wird vor dem Lötrohr grünlichgelb und glanzlos, gibt Reaktionen von Eisen und von Spuren von Uran, erinnert an Fergusonit von Grönland. Weiterhin hält G. Woitschach (a. a. O.) für Fergusonit: a) Schwarze glänzende, sowohl mitten in Feldspat, als auch an der Berührungsstelle von Feldspat und Glimmer sitzende, zuweilen Andeutungen von Pyramiden- und Prismenflächen aufweisende Körner, die sich vor dem Lötrohr wie Fergusonit verhalten; auch der Normalenwinkel zweier Pyramidenflächen, etwa 78°, spricht hierfür. Das Mineral tritt auf in Feldspatbruchstücken aus den pegmatitischen Ausscheidungen desselben Gebietes, die von Glimmertafeln durchsetzt sind, und ist mit einer gelblichen oder grünlichen Rinde überzogen; b) Kleine, wenige Millimeter lange, zwischen Malakonkristallen und Orangit sitzende, nicht genau meßbare, wahrscheinlich von {321} und {001} begrenzte Kristalle mit rauher Oberfläche vom Schwalbenberge im Granitgebirge von Königshain; c) Auf Magnetit, der Pseudomorphosen nach Glimmer bildet, in den Pegmatiten des Granitgebietes von Königshain und zwar auf der Berührungsfläche von Magnetit mit Feldspat vorkommende hellgelbe Leisten und Punkte. Nähere Untersuchung zeigt stets, daß sie im Inneren einen schwarzen Kern aufweisen; oberflächlich sind sie mit einer gelben Rinde überzogen. Nach G. Woitschach sind sie vielleicht von A. v. Lasaulx (N. Jahrb. f. Min. 1877, 175) für kaolinisierten Feldspat gehalten worden; sie erinnern an den Fergusonit von Schreiberhau.

Auf der Kochelit-Lagerstätte auf den Kochelwiesen, Schlesien, vgl. S. 390, (M. Websky, Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. 20, 251, 1868) und zwar in dünnstängeligen Kriställchen zusammen mit Ilmenit, eingewachsen in Kochelit. Auf der Monazitlagerstätte von Schreiberhau in dünnen, bis zu 3 Linien langen und 1 Linie starken, sehr spitzen, bauchigen Doppelpyramiden, oft zu feinen Strahlen ausgezogen. Der Kern ist pechschwarz, scheint in Splittern leberbraun durch und ist von Xenotim oder einer gelben Kruste bedeckt; letztere gleicht den gelben Krusten mancher Pyrochlore von Brevig (M. Websky, ebenda 17, 566, 1865). Im Granit von Striegau, eingewachsen in körnigen Aphrosiderit, in äußerlich gelbbraunen Säulen, zusammen mit Magnetit, Orthit und Zirkon (M. Websky, Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. 31, 211, 1879); ferner ziemlich häufig und bis zu 1 cm groß in Orthoklas eingewachsen, in sehr dünnen, bisweilen büschelförmig gruppierten, in Strahlen ausgezogenen Pyramiden (H. TRAUBE, Min. Schles. 1888, 86. A. Schwantke, Drus.-Min. Striegauer Granits, Leipzig 1896, 10). - In dünnen, haarförmigen Individuen, eingewachsen im roten Feldspat eines Pegmatitganges im Granit von Lomnitz bei Hirschberg (H. TRAUBE, a. a. O., 87); in Partien von pechschwarzer Farbe im Granit von Erdmannsdorf bei Hirschberg (H. TRAUBE, a. a. O., 87). - Dunkelbraunschwarze, bis zu 1 cm große, undeutliche Kristallumrisse zeigende Körner im Syenit von Neudeck bei Glatz (H. TRAUBE, a. a. O., 87).

Nach F. A. Kolenati (Min. Mährens u. österr. Schles. Brünn 1854, 61) soll Fergusonit in Mähren im Granit von Wiesenberg und Marschendorf und im Granit von Straschkau, Wiczenitz und Iglau vorkommen. A. Oborny (Verh. naturf.

Ver. Brünn 3, 44, 1864) wiederholt diese Angabe für den Granit von Wiesenberg und Marschendort. Nach Fr. Slavik (C.-Bl. f. Min. 1901, 444) kann angenommen werden, daß in den mährischen Pegmatiten hier und da Mineralien mit seltenen Erden vorkommen; ihre von F. A. Kolenati und A. Oborny veröffentlichte Bestimmung ist jedoch zweifelhaft. Laut V. Neuwirth (Verh. naturf. Ver. Brünn 40, 84, 1902; 2. Jahr.-Ber. Deutsch. Landes-Oberrealschule in Göding, Göding 1900) ist der Fergusonit der Gegend von Wiesenberg und Marschendorf zu streichen; es liegt Magnetit vor. Vgl. auch V. v. Zepharovich, Min. Lex. f. Öster. 2, 126, 1873.

In den Goldwäschereien von Oláhpián, Ungarn, in bohnengroßen, dunkelbraunen, pechglänzenden bis fettglänzenden, schweren, tyritähnlichen Körnern mit wahrnehmbarer Spaltbarkeit und lichtbräunlichgelbem Strich; Dichte 5·21, Härte 6½. (A. Koch, Orv. term. tud. Ertesitö 15, 140—154, 229—242, 1890. Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1892, I, 40; Ztschr. f. Kryst. 20, 314, 1892.)

Norwegen. Hier wurde das Mineral zuerst von D. Forbes und T. Dahll (Nyt. Mag. Nat. 8, 227, 1855) entdeckt und unter den Bezeichnungen Bragit und Tyrit beschrieben. Bragit ("nach Brage") nannten D. Forbes und T. Dahll (Nyt. Mag. f. Nat. 8, 227, 1855) ein in undeutlichen Kristallen von tetragonalem Aussehen und in Körnern in Orthoklas oder neben und in Glimmerplatten eingewachsenes Mineral der Granite von Helle (Skagerrak, nördlich von Kragerö), Narestö (Amt Nedenes bei Arendal), Alve und auf Askerö. Dichte 5·13-5·36, Härte 6-6·5; Kristalle mit Flächen sehr spitzer Pyramiden, nach denen das Mineral deutlich spaltbar ist. Spröde, Bruch uneben, Farbe braun, Strich gelblichbraun, halbmetallischer Glasglanz, in dünnen Splittern durchscheinend. Im Kölbehen unter Wasserverlust zerknisternd; in der Zange geglüht gelb werdend; unschmelzbar. Boraxperle klar und warm bräunlichgelb, während der Abkühlung grün, kalt grünlichgelb. In der Phosphorsalzperle ein Kieselskelett gebend; das Glas ist warm gelb, kalt grün gefärbt. Tyrit (nach dem "norwegischen Kriegsgott Tyr") nannten D. Forbes und T. Dahll (Nyt. Mag. f. Nat. 8, 227, 1855; 9, 17, 1857. D. Forbes, Jamesons Edinburgh New. Phil. Mag. Journ. [N. S.] 1, 67, 1855) ein in tetragonal aussehenden, dem Bragit ähnlichen Kristallen auftretendes Mineral, das gemeinsam mit Bragit und bei Hampemyr auf der Insel Tromö vorkommt (a. a. O. ist diese Insel irrtümlich als "Tromsö" bezeichnet). Dichte 5.30 (Kristalle), 5.36 (derb); Härte 6.5; nicht spaltbar, spröde, Bruch vollkommen muschelig. Metallischer Glasglanz; Farbe und Glanz euxenitähnlich; kantendurchscheinend. Zerknistert im Kölbchen heftig, gibt Wasser ab und wird gelb. Boraxperle klar und heiß rötlichgelb; kalt farblos; Phosphorsalzperle heiß grünlichgelb, kalt grün; ein Kieselskelett gebend. Eine Analyse ergab (vgl. a. a. O., 9, und Edinburgh. Journ.): ,,Columbsäuren 44.90, Al₂O₃ 5.66, CaO 0.81, Yttererden 29.72, "Ceroxydul. 5.35, "Uranoxydul. 3.03, FeO 6.26, H₂O 4.52, Summe 100.25. A. Kenngott (Pogg. Ann. 97, 622, 1856) kam zu dem Ergebnis, daß Tyrit und Fergusonit von Grönland derselben Mineralart angehören. Hiergegen wandte sich D. Forbes (Phil. Mag. [4] 13, 91, 1857), indem er gleichzeitig die Ergebnisse seiner Untersuchungen eines Tyrits von Helle und dessen Analyse (Columbsäuren 44·48, Yttererden 27·83, CaO 1·68, "Ceroxydul" 5·63, "Lanthanoxydul" 1·47, FeO 2·11, "Uranoxydul" 5·99, Al₂O₃ 3·55, SnO₂ Spur, (ZrO₂ + MgO) 2.78, H₂O 4.66, Summe 100.18) mitteilte. Nach ihm sind Fergusonit und Tyrit zwar verwandt, jedoch voneinander verschieden, und es enthält letzterer Konstitutionswasser, ersterer nicht. A. Kenngott (Pogg. Ann. 104, 330, 1858) machte mit Recht geltend, daß der von D. Forbes neu untersuchte Tyrit von Helle von dem ursprünglich beschriebenen Tyrit von Hampemyr so stark verschieden sei, daß man sie ohne die chemische Analyse für zwei verschiedene Mineralien halten würde; er sprach sich abermals für die Vereinigung von Tyrit und Fergusonit aus, betonte jedoch die Notwendigkeit weiterer chemischer Prüfungen des letzteren.

Fergusonit. 283

Bei der chemischen Untersuchung eines als Tyrit aus Norwegen an F. Krantz geschickten Minerals, das nach diesem wohl mit Fergusonit von Grönland identisch ist, kam J. Ротука (Роде. Ann. 107, 590, 1859) zu dem Schluß, daß das fragliche Mineral wegen seines Kaliumgehaltes (7.23 K₂O) weder Fergusonit noch Tyrit sei, A. DES CLOIZEAUX und A. DAMOUR (Ann. chim. phys. [3] 59, 377, 1860) teilten mit, daß Blättchen von Tyrit sehr wenig und mit braunroter Farbe durchsichtig sind und Doppelbrechung nicht erkennen lassen. H. Rose (Monatsber. Akad. Wiss. Berlin 1862, 168 (1863) bezeichnete das von J. Potyka untersuchte Mineral als aus basisch unterniobsaurer Yttererde, basisch unterniobsaurem Kalium und Wasser zusammengesetzt. Ferner teilte er mit, daß das aus dem Mineral durch Destillation abgeschiedene Wasser Schwefel und Schwefelwasserstoff enthalte. Die Anwesenheit dieser Stoffe führt er auf eingesprengten Pyrit zurück. C. A. Michaelson (Öfv. Kgl. Vet. Akad. Förh. 19, 510, 1862) analysierte Bragit von Helle bei Arendal, der wie Tyrit aussah. Er fand: Unterniobsäure 48.10, ZrO2 1.45, Yttererden 32.71, Ceroxydul 7.43, Uranoxydul 4.95, FeO 1.37, MnO 0.11, CaO 1.82, MgO 0.39, PbO 0.09, H.O 1.03, Summe 99.45 und kam zu dem Ergebnis, daß Tyrit, Bragit und Fergusonit wahrscheinlich übereinstimmen. R. Hermann (Bull. Nat. St. Petersburg, 42, 422, 1869) wies darauf hin, daß Bragit sich von Fergusonit durch seine hellere Farbe unterscheidet, die er auf beginnende Verwitterung zurückführt. C. F. RAMMELSBERG, der die Glieder der Fergusonitgruppe eingehend untersuchte (C. F. RAMMELSBERG, Ber. Deutsch. Chem. Ges. 3, 947, 1870; 4, 875, 1871; 5, 17, 1872; 9, 1580, 1876; Pogg. Ann. 150, 203, 1873; Ber. Akad. Wiss. Berlin a. d. Jahre 1871; 1872, 406,-606) kam bereits im Jahre 1871 zu dem Ergebnis, daß Tyrit, Bragit und Fergusonit dasselbe Mineral seien. Dieser Ansicht schloß sich auch W. C. Brögger (a. a. O.) an.

A. E. Nordenskiöld erwähnt das Vorkommen von Fergusonit auf schwarzem Glimmer von Arendal mit Orthit, Thorit und Euxenit (A. E. Nordenskiöld, Geol. För. Förh. 3, 226, 1876/77) und als Bestandteil eines Ganges mit Orthoklas, Quarz, Glimmer, Cleveit, Yttrogummit, Zirkon und Kalkspat, in dem auch ein Uransilicat auftritt, in den großen Pegmatitgängen bei Garta, unweit Arendal (A. E. Nordenskiöld, ebenda 4, 30, 1878/79; 7, 121, 1884/85).

Nach W. C. Brögger (Vid.-Selsk. Skrift., I. Math. nat. Cl. 1906, Bd. 1, Nr. 6, 31) kommt Fergusonit auf den südnorwegischen Granitpegmatitgängen so gut wie immer zusammen mit vorherrschendem Mikroklinperthit und dunklem Biotit vor und zwar fast immer auf und zwischen großen Tafeln von Biotit; Monazit begleitet ihn ziemlich regelmäßig. Der von W. C. Brögger (a. a. O. 33) geprüfte Fergusonit von Berg bei Råde war optisch isotrop und parallel und senkrecht zur c-Achse mit brauner Farbe durchsichtig; in einigen Schliffen zeigte sich ein, wahrscheinlich jüngeres Adernetz einer anisotropen Substanz. Andere Fergusonite verhalten sich ähnlich. Der im Schliff mit tiefbrauner Farbe durchsichtige, Zonen von hellerer Farbe aufweisende, jedoch völlig isotrope Fergusonit von Högtveit, Evje, verglühte stark (vgl. "Pyrognomisches Verhalten").

Einzelfundorte nach W.C. Brögger (a. a. O.). In der Nähe von Moss auf der Insel Dillingö in Vansjö und zwar in dem Doppelthullet genannten Pegmatitgang in ziemlich kleinen, spitzen Kristallen mit vorherrschenden {231}, dazu am Ende {001}, {111}, gemeinsam mit Monazit; ferner auf Dillingö in einem zweiten Vorkommen mit Monazit und einem dritten bei Hansebund. — Auf dem Festland östlich von Dillingö an der Ånneröd-Halbinsel auf mehreren Gängen. — Das Hauptvorkommen des Fergusonits in Smålenene war ein Pegmatitgang bei Berg, Råde; Fergusonit ist hier in großen, wahrscheinlich mehrere Hundert Kilogramm schweren Massen gewonnen worden. Die Kristalle des Minerals waren hier z. T. ungewöhnlich groß und mehr als 7 cm lang, 1—2 cm dick, gewöhnlich

sehr spröde, rissig mit kleinmuscheligem Bruch, tiefschwarzbraun oder rötlichbraun mit einem Stich ins Rötlich violette und glänzten harzartig bis fast metallisch. Sie fanden sich durchgehends auf Tafeln von gewöhnlich chloritisiertem, dunklem Glimmer und sind von diesem aus in die noch flüssige Gangmasse hineingewachsen, worauf sich später Quarz und Feldspat ausschieden. An den freien Enden der Kristalle waren die Kombinationskanten von {111} {231} teils von links oben nach rechts unten, teils, viel seltener, umgekehrt gerichtet. Begleiter war auch hier Monazit. - Fergusonitkristalle von Holer zeigten bisweilen außer {231} {111} {001} noch die verhältnismäßig seltene Form (230). - Fergusonitkristalle von der Insel Ävenö (zwischen dem Kraakstadfjord und dem Kurefjord) wiesen [131] in ziemlich starker Ausbildung auf. - Auf der Küstenstrecke zwischen Langes und und Grimstad, z. B. von Ranvig, Kirchspiel Söndeled, nahe Risör, namentlich aber auf den Gängen des Festlandes zwischen Tvedestrand und Arendal und von der Insel Tromö. Hierher gehören die Vorkommen von Naeskilen, Helle, Narestö (auf dem Festland), die Insel Askerö, ferner Alve und Hampemyr auf der Insel Tromö, außerdem Lofstad auf Tromö, Askeland, Kirchspiel Mykland, bei Arendal. - In kleinen schwarzen Kristallen bei Greppestöl, etwa ½ km vom Meere und 8 km von Kristiansand. — Auf mehreren Pegmatitgängen in Saetersdalen, hier von P. Schei 1903 entdeckt und 1905 von ihm beschrieben (P. Schel, Mag. f. Nat. 43, 137, 1905; Medd. fra Krist. Univ. Min. Inst. Nr. 1). Hier fand sich das Mineral namentlich bei Landsvaerk und bei Högtveit im Kirchspiel Evje. Bei Högtveit saßen Fergusonitkristalle (Fig. 26 u. 27) auf und neben

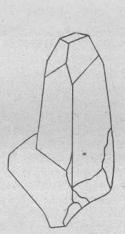


Fig. 26. Fergusonit, Högtveit, nach P. Schei, 1905. Lin. Vergr. etwa 1·50 der Originalfigur. Kristall mit stark geneigter Fläche c, dazu z und s.

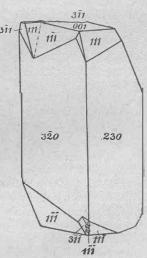


Fig. 27. Fergusonit, Högtveit, nach P. Schei, 1905. Lin. Vergr. etwa 1.32 der Originalfigur.

Xenotim und Cyrtolith auf Biotit; die Zwischenräume der zu einer Rosette angeordneten Glimmerplatten waren hauptsächlich mit Oligoklas und Mikroklin, auch mit etwas Quarz und Eisenkies, ausgefüllt. Fergusonit frisch, schwarz, mit halbmuscheligem Bruch, in dünnen Splittern bräunlichrot durchscheinend, Dichte $5\cdot681-5\cdot683$; Kristalle erst nach Auflage von Glasplättchen meßbar, mit $s:s'=76^{\circ}27'$ bis $81^{\circ}44'$; das Mittel $s:s'=79^{\circ}3'$ ergibt $a:c=1:1\cdot4602$. Habitus der Kristalle allgemein

durch {001}, {111}{231} bestimmt, dazu tritt noch {230}; {111} herrscht gewöhnlich vor. An einzelnen Kristallen treten kleine Flächen einer neuen Form, wahrscheinlich {131}, auf; mehrere Kristalle waren auch an beiden Enden ausgebildet. Bei größeren Kristallen ist die Basis auffallend stark geneigt und zwar bis zu 10° gegen die Horizontalebene (Fig. 26). — Über die aus Fergusonit von Arendal, Norwegen, hergestellten seltenen Erden vgl. G. Krüss uud L. F. Nilson (Ber. Dtsch. Chem. Ges. 20, 1676, 2145, 1887; 21, 2310, 1888).

Auf der Yttrofluorit-Lagerstätte in einem Pegmatitgange im nördlichen Norwegen (vgl. Xenotim, S. 262) teils als derbe metamikte amorphe Massen, gewöhnlich mit grobmuscheligem Bruch, teils in mikroskopisch kleinen, tetragonalen Massen, die sich z. T. als doppeltbrechend (optisch einachsig) erweisen, und zwar zeigt sich ein frischer doppeltbrechender Kern mit einer umgewandelten, amorphen Hülle; Doppelbrechung stark, negativ. Der frische Kern ist im Dünnschliff dunkelnußbraun gefärbt und schwach, jedoch bemerkbar pleochroitisch, die Absorption des ordentlichen Strahles ist am stärksten; die amorphe Hülle sieht im Dünnschliff orangebraun aus (Th. Vogt, C.-Bl. f. Min. 1911, 373).

L. Schmelck (Ztschr. f. angew. Chem., 1895, 542) macht folgende Angaben über norwegischen Fergusonit. Im Aussehen, Verhalten vor dem Lötrohr und gegen Lösungsmittel nicht wesentlich verschieden von Äschynit und Euxenit. Von diesen wird gesagt: Härte 5—6; Farbe bräunlichschwarz bis schwarz, Strich braun. Vor dem Lötrohr unschmelzbar; von konzentrierter Salzsäure wenig angegriffen, von heißer konzentrierter Schwefelsäure als feines Pulver nach und nach löslich. Gehalt des Fergusonits an Thoriumoxyd etwa 30 %.

Schweden. Als "dunkler Yttrotantalit" und "gelber Yttrotantalit" von Ytterby bei Waxholm wurden ursprünglich von J. J. Berzelius Fergusonite von Ytterby unterschieden, ihre wahre Natur jedoch erst durch die Untersuchungen von A. E. Nordenskiöld und C. F. Rammelsberg aufgeklärt (vgl. Yttrotantalit "Historisches"). Nach J. J. Berzelius (a. a. O.) findet sich der "gelbe Yttrotantalit" von Ytterby in dünnen, unregelmäßigen Lamellen, selten in Körnern, während der dunkle neben dem gelben und ähnlich wie dieser vorkommt. Nach A. E. Nordenskiöld (Öfv. Sv. Akad. Förh. 17, 28, 1860; Pogg. Ann. 111, 280, 1860) ist der sogenannte "gelbe Yttrotantalit" (Fergusonit nach C. F. RAMMELSBERG) von Ytterby amorph; strohgelb, braungelb, braun, glas- bis fettglänzend, hat weißen Strich und weißes Pulver, kleinmuscheligen bis körnigen Bruch, die Härte 5.5 und die Dichte: 5.882 nach A. G. Ekeberg (bei J. J. Berzelius, a. a. O.); 5.458, geglüht 5.845, nach Ch. F. CHANDLER (Diss. Göttingen 1851, 36). Nach A. Des Cloizeaux u. A. Damour (Ann. de Chim. et Phys. [3] 59, 378, 1860) ist "brauner Yttrotantalit von Ytterby" optisch isotrop und mit braungraulicher und braunroter Farbe durchsichtig. Der von A. E. Nordenskiöld (a. a. O.) als Fergusonit erkannte "dunkle Yttrotantalit" von Ytterby tritt nach ihm (a.a.O.) stets in undeutlichen, kurzen vierseitigen Prismen auf oder in ausgezogenen, durch c abgestumpften Bipyramiden; an den Kristallen scheinen c, s und a vorhanden zu sein. Eine undeutliche Spaltbarkeit nach e, vielleicht nur eine Absonderung, wurde wahrgenommen; dieser Fergusonit tritt hier stets gemeinsam mit Xenotim auf. C. F. Rammelsberg analysierte "gelben Yttrotantalit" von Ytterby (möglichst sorgfältig ausgesuchtes Material, teilweise mehr rötlich und mehr bräunlich; die helleren Körner durchsichtig, die anderen kaum durchscheinend), Analyse VII, und "braunschwarzen Yttrotantalit" (Pulver hellbraun) und zwar: Analyse VIIIa, Dichte 5.056, nach dem Glühen hellbraun; VIIIb, Dichte 4.571, nach dem Glühen rötlich- und grünlichgelb; VIIIc, Dichte 4.650, nach dem Glühen wie VIII b. Nach A. E. Nordenskiöld (Geol. För. Förh. 3, 229, 1876/77) fand sich Fergusonit gemeinsam mit Arrhenit, Xenotim und Cyrtolith aufgewachsen auf Platten von schwarzem Glimmer von Ytterby. Über die aus Fergusonit von Ytterby

hergestellten seltenen Erden vgl. G. Krüss und L. F. Nilson (Ber. Deutsch. Chem. Ges. 20, 1676, 2145, 1887; 21, 2310, 1888).

Einen amorphen "braunen Yttrotantalit" (Dichte 5.640) von Kårarfvet bei Fahlun untersuchte J. J. Chylenius bei A. E. Nordenskiöld (Öfv. Sv. Akad. Förh. 17, 28, 1860; Pogg. Ann. 111, 280, 1860; Journ. prakt. Chem. 81, 193, 1860). C. F. Rammelsberg (Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Berlin a. d. Jahre 1871, 1872, 406), der sogenannten "graueu Yttrotantalit" von Gamle bei Kårarfvet, untersuchte (Analyse IX.) stellte beide Mineralien zu Fergusonit. Nach ihm ist cs auf seiner Lagerstätte sehr selten; grau, körnig, leicht zerreiblich, und sein geglühtes Pulver ist graugelb.

In einem Quarzstück in einem Stück Granit, das im nördlichen Kaukasus an der Mündung des Flusses Zno in dem Fluß Terek gefunden wurde, als kleine, pechschwarze, undeutlich ausgebildete, anscheinend tetragonale Bipyramiden darstellende, undurchsichtige und kantendurchscheinende, metallglänzende Kristalle mit muscheligem Bruch; Härte 5—6, Dichte 5·657 (Analyse X.). Bei Rotglut läßt das Mineral außer Wasserdampf noch ein indifferentes, aus Substanzmangel nicht näher bestimmtes Gas entweichen (G. P. TSCHERNIK, Ann. Géol. Min. Russ. 5, 221, 1902. Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1903; 2, 190; Ztschr. f. Kryst. 39, 625, 1904).

b) Asien. In den Edelsteinminen von Rakwana, Ceylon, als gerundetes, keine Kristallformen aufweisendes, glasglänzendes bis metallglänzendes, stark dunkelbraun gefärbtes bis schwarzes, in dünnen Splittern hellgelblichbraun durchscheinendes, optisch isotropes Geröll mit muscheligem, glänzendem Bruch; Dichte 5.023. Er enthält 4.58% (Analyse XI) H,O, entspricht also dem Fergusonit-Dihydrat W.E. Hiddens und J.B. Mackintoshs (Am. Journ. of Sc. [3] 38, 483, 1889). Für Fergusonit-Monohydrat kann ein beim Erhitzen verglühendes, die Dichte 5.49 aufweisendes, den Fergusonit-Dibydrat von Rakwana begleitendes Mineral gehalten werden; es ist heller und ausgeprägter braup, glänzt auf dem Bruch mehr harzartig und ist stärker opak, in dünnen Splittern ist er gleichfalls hellgelblich braun; es enthält Niobsäure und Yttererden. Ein drittes, ähnlich aussehendes, in dünnen Splittern stärker als die beiden anderen durchsichtiges Stück entspricht vielleicht dem Fergusonit-Trihydrat von W. E. Hidden und J. B. Mackintoshs (a. a. O.); Angaben nach G. T. Prior. (Min. Mag. 10, 234, 1893). Näheres über die Glüherscheinungen vgl. S. 277. Nach G. T. PRIOR (in C. DOELTER, Handb. Min.-Chem. 3, 254, 1918) analysierte G. S. BLAKE (Colonial Reports Nr. 37, Ceylon 1906, 36, 37) Fergusonite von Muladiwanella, Durayakanda (Analyse XIII.) und von Kinagaha deniya, Kuruwita, Ceylon (Analyse XII.).

Mit Zinnerz in den Flußsanden der Umgebung von Takayama, Prov. Mino, Japan, aschgrau, entweder in unregelmäßig säuligen, nach einem Ende spitz zulaufenden Formen mit rauher Oberfläche und der Dichte 4·3 (von Y. Кікисні gesammelt, durch die Analyse von T. Тамика (Nr. XIV.) als Fergusonit bestimmt) oder in etwa 3 mm dicken Kristallen (von T. Такімото entdeckt) mit {110}(?) und {111}; s:s=79°6′. Die vertikalen Flächen stumpf und gekrümmt. Kristalle deutlich hemiedrisch, nach D. Sato ist vielleicht noch {321} vorhanden (T. Wada, Min. Jap. Tokyo 1904, 82. Vgl. auch K. Jimeš, Journ. Sc. Coll. Imp. Univ. Tökyö 11 [3] 245, 1898/99).

Australien. In den Zinnerzseifen des Cooglegong, Westaustralien, neben Monazit, Euxenit, Gadolinit; eine Probe Sand aus der Nähe des Trig Hill bestand fast ganz aus Fergusonit. Undurchsichtige, braune, glänzende Körner von ½—7 g Gewicht, z. T. mit Kristallformen; im Schliffe unter dem Mikroskop farblos oder sehr hellgrünlichbraun, völlig optisch isotrop; Dichte 5.85—6.65, eine ganz frische Probe ergab 6.236; Härte 6. Bei der Analyse (Nr. XV.) zeigte sich ein sehr hoher Tantal-, dagegen ein sehr geringer Niobgehalt (C. G. Simpson, Rep. 12. Meet. Austr.

Ass. Adv. of Sc. Brisbane 1909, 310. Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1911, 1, 367; Ztschr. f. Kryst. 50, 274, 1912). Ein fergusonitähnliches Mineral fand sich neben Manganotantalit(?), Manganocolumbit, Euxenit in den Zinnerzseifen des Cooglegong im Pilbara-Golddistrikt, Westaustralien (E. S. Simpson, Min. Mag. 18, Nr. 84, 108, 1917). — In den Zirkon-, Zinnober- und Menaccanit-Sanden von Housetop Mountain, Tasmanien (A. Petterd, Cat. Min. Tasmania, Launceston 1896).

Afrika. Für Fergusonit hält G. T. Prior (Min. Mag. 12, 100, 1900) ein Mineral aus den zinnerzführenden Sanden des Embaban-Distrikts, Swaziland, das kleine, gerundete linsenförmige Gerölle bildet und auch in gerundeten, innig mit Monazit verwachsenen Bruchstücken vorkommt; es weist keine Kristallflächen auf; Dichte 5·43, 5·42. Die qualitative Analyse ergab das Vorhandensein von H₂O, viel Nb₂O₅, ferner von Fe, Ur, Yttererden und sehr wenig Ta₂O₅ oder Cererden (vgl. Monazit). Das Muttergestein des Minerals ist wahrscheinlich ein Granitgneis. — Mit etwas Zinnerz, Monazit und Äschynit in den ungemein häufigen Pegmatitgängen des Granits bei Oshoek und M'Babane an der Grenze von Swaziland und Transvaal (F. W. Voit, Ztschr. prakt. Geol. 16, 206, 1908). — Als magmatische Ausscheidung auf den Pegmatitgängen von Morogoro, Ostafrika, uranhaltig (Analyse XVI.). P. Krusch (ebenda 19, 83, 1911; Congres geol. internat. 11. Sess., Stockholm 1910, II, 1167).

Madagaskar. A. Lacroix (Bull. Soc. fr. de Min. 31, 312, 1908; Min. Fr. 4, 608, 1910; C. R. 152, 559, 1911) beschreibt ein etwa 100 g schweres, undeutlich begrenztes Bruchstück eines aus einem Pegmatit stammenden Fergusonits, der zwischen Tamatave und Beforona gefunden wurde. Bruch muschelig, fast metallisch glänzend, dunkelbraun, Strich gelbbräunlich; im Dünnschliff heller braun; einfachbrechend. Nach der Analyse von F. Pisani (Nr. XVII.) enthält das Mineral kein Titan, dagegen viel Uran und Thor; es nähert sich in seiner chemischen Zusammensetzung dem Fergusonit von Llano Co., Texas. - Im Gebiet bei Kitsamby und zwar mit Biotit und Euxenit im Westen von Ambatovoangy, mit Euxenit bei Fiadanana, mit Betafit bei Ranomafana im Südwesten von Soavinandriana. Tritt z. T. in Stücken von mehreren Huudert Gramm Gewicht auf, die zweifellos Bruchstücke ausnahmsweise großer Kristalle darstellen, oder in deutlichen Kristallen in Quarz (im Südosten von Ambatofotsikely) oder, noch häufiger, in Ton (entstanden aus Feldspat). Kristalle pyramidal mit z, g (Flächen gekrümmt, Kristalle deshalb eine länglich eiförmige Gestalt aufweisend), s (klein, Kristalle jedoch deutlich hemiedrisch) und c. Farbe braun, mehr oder weniger gelb; mit einem Stich ins Hellgelbe oder Grüngelbe, wenn das Mineral stark wasserhaltig ist. Stets sehr lebhaft fettglänzend. Radioaktivität, bezogen auf Uranoxyd als Einheit, nach Arsandaux 0.42; Analyse XVIII. (A. Lacroix, Bull. Soc. fr. de Min. 38, 130, 1915).

c) Vereinigte Staaten von Nordamerika. Auf der von J. J. Barringer im Jahre 1866 entdeckten Gadolinit-Lagerstätte von Llauo Co., Texas. Diese befindet sich ungefähr fünf (engl.) Meilen südwärts von Bluffton auf dem Westufer des Colorado. Ihre Umgebung gehört dem Archaikum an, in dem gelegentlich Kalkdecken auftreten; Granit von verschiedenen Farben und Arten des Gefüges bildet das gewöhnliche Gestein des Gebietes. Ein tiefroter Granit von grobem Gefüge ist sehr reichlich vorhanden. Diesen durchsetzen zahlreiche und ausgedehnte Quarzgänge, die sich bis zur Oberfläche erstrecken. Nur in diesen Gängen sind Yttererde- und Thorerde-Mineralien gefunden worden, von denen größere Mengen allein in Anschwellungen der Adern oder dort auftreten, wo diese den Charakter steiler Erhebungen annehmen. Hier findet sich eine wallartige Erhebung von 100×150 (engl.) Fuß Ausmaß, die steil aus dem Granit zu 27 Fuß Höhe über dem Flusse aufragt. Der nahezu kreisförmige Wall ist an seiner Berührungsfläche mit

dem Granit von diesem deutlich abgesetzt und besteht aus Massen und Blöcken von Quarz und rotem Feldspat; er stellt eine Erweiterung eines Ganges dar, der sich in der Nachbarschaft weiter verfolgen läßt. In dieser Erhebung fanden sich folgende Mineralien: Quarz, Hyalith, Orthoklas, Albit, Biotit, Muscovit, Magnetit, Martit, Gadolinit (in verschiedenen Graden der Verwitterung), Fergusonit (3 Arten), Allanit, Molybdänit, Molybdit, Cyrtolith (mehrere Abarten) Fluorit, Gummit (2 Abarten), ein Carbonat der seltenen Erden (Tengerit?), ein Thorium-Yttrium-Bleiuranat, ein wasserhaltiges Uranium-Thoriumsilicat, ein Yttrium-Thoriumsilicat und mehrere in kleinen Mengen auftretende, noch nicht bestimmte Mineralien. Beim Zerbrechen von Mineralien dieser Lagerstätte und beim Aneinanderreiben zweier größeren Handstücke von ihnen entwickelt sich ein übelriechendes, von Schwefelwasserstoff verschiedenes Gas. Fergusonit erscheint hier in großen Massen; W. E. HIDDEN und J. B. Mackintosh (a. a. O.) haben z. B. bis zur Niederschrift ihrer Arbeit über 70 kg erhalten, darunter Stücke von mehr als einem (engl.) Pfund Gewicht. Das Mineral tritt in zerbrochenen, unebenen Prismen auf, die selten Endflächen aufweisen, oder in einander durchsetzenden Kristallmassen. Unmittelbar mit ihm vergesellschaftet sind Cyrtolith, Thorogummit und auch Magnetit; zuweilen wird es auch von Gadolinit umschlossen und tritt in Orthoklas oder Quarz auf. In einem Quarz-Orthoklasgange wurden 40 kg Kristallbruchstücke gefunden; die meisten von diesen stellen basische Querschnitte von Kristallen dar, die ursprünglich 4-8 (engl.) Zoll lang und über 12 cm dick waren. Zwei wasserhaltige Abarten des Minerals, Fergusonit-Monohydrat und Fergusonit-Trihydrat wurden auf der Lagerstätte festgestellt. Fergusonit-Monohydrat. Tetragonale Kristallformen mit scharfer bipyramidaler Begrenzung an den Enden, einer zirkonähnlichen, hemiedrisch entwickelten Fläche, selten mit der Basis. Kristalle mit rauher Oberfläche; Außenfarbe dunkelgrau, sonst bronzeartig haarbraun, in dünnen Splittern gelblichbraun, durchsichtig. Strich und Pulver mattbraun. Bruch schwach muschelig, Bruchflächen glänzend und von bronzeartigem Aussehen; Dichte 5.67, Härte 6-6.5. Unschmelzbar; das Mineralpulver wird beim Glühen olivgrün, und bei Rotglut geht ein schnell verschwindendes Erglühen über die Masse hinweg. Bruchstücke zerknistern beim Erhitzen. Von Salzsäure unter Abscheidung von "Columbsäure" zersetzt. Das Mineral ist nicht homogen, sondern durch beginnende Verwitterung von einer eigenartig hellbraunen "schlammartigen" Substanz und mit kleinen Streifen und Flecken von dunkler Schattierung erfüllt, wie die mikroskopische Prüfung lehrt. Die Kristalle sind oft mit einer dünnen Haut des Fergusonit-Trihydrats bedeckt oder auch in anderer Weise in ihn umgewandelt. Die quantitative Analyse (XIX.), bei der UO3 als mit einem Teil der Basen in der Form UO3-R2O3 verbunden angesehen wird, führt zu der Formel Cb₂O₅·R₂O₃·H₂O oder, wenn die Basen in der Form RO angenommen werden, R₃Cb₂O₇(OH, F)₂. Ob TiO₂ und SnO₂ anwesend sind, konnte nicht mit Sicherheit festgestellt werden; auf Ta₂O₅ wurde nicht geprüft. Fergusonit-Trihydrat. In der Form und der äußeren Erscheinung dem Fergusonit-Monohydrat gleichend; Dichte 4.36-4.48, Härte ungefähr 5. Farbe tiefbraun, fast schwarz, in dünnen Splittern gelblichbraun durchsichtig. Strich und Pulver blaß grünlichgrau. Wird beim Glühen hellbraum, glüht nicht auf und zerknistert nicht. Salzsäure zersetzt es unter Abscheidung von "Columbsäure". Die Analyse (XX.) führt unter denselben Annahmen wie beim Fergusonit-Monohydrat zu der Formel C₂O₅·R₂O₃·3 H₂O oder R, Cb, O, (OH, F)6. Da W. E. HIDDEN und J. B. MACKINTOSH (a. a. O.) bei diesen Analysen Fluor gefunden haben, nehmen sie an, daß das Wasser in den beiden Fergusonit-Abarten nicht als Kristallwasser, sondern in Gestalt von Hydroxyl vorhanden ist und teilweise durch Fluor ersetzt wird (Fergusonit-Dihydrat ist nach ihnen der braune und gelbe Fergusonit ["Yttrotantalit"] von Ytterby). Sie schlagen vor, diese vom eigentlichen Fergusonit deutlich verschiedenen Mineralien nicht mit

neuen, sondern mit den von ihnen gewählten Namen (s. o.) zu bezeichnen (W. E. Hidden und J. B. Mackintosh, Am. Journ. of Sc. [3] 38, 483, 1889). Laut W. E. Hidden (ehenda [3] 46, 98, 1893) ist Fergusonit hier auch mit Mackintoshit vergesellschaftet; ferner fand W. E. Hidden (ebenda [4] 19, 430, 1905), daß alle drei Fergusonit-Abarten mehr oder weniger stark radiographisch auf einen Film einwirken. Auch beobachtete er (a. a. O.) regelmäßige Verwachsungen von Nivenit und Fergusonit, bei denen pyramidal zugespitzte Kristalle von reinem, fast durchsichtigem, dem spanischen Sphalerit ähnlichen Fergusonit von ½ Zoll Dicke und 1 Zoll Länge im Inneren langer Prismen von Nivenit in paralleler Stellung saßen. Nach F. L. Hess (U. S. Geol. Surv. Bull. 340, 286, 1908. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 48, 119, 1911) kommt Fergusonit unter den seltenen Mineralien von Barringer Hill in vier verschiedenen Abarten infolge verschieden weit vorgeschrittener Verwitterung vor; weitere Mineralien dieser Lagerstätte sind Mikroklin, Lithionglimmer, Yttrialith, Rowlandit, Hämatit, Ilmenit, Rutil, Thorogummit, Gummit, Autunit, Tengerit, Lanthanit, Kupferkies, Eisenkies, Zinkblende, Powellit.

In den goldführenden Kiessanden von Brindletown, Burke Co., Nordcarolina, von W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 20, 150, 1880) entdeckt. J. L. SMITH (hei W. E. HIDDEN, a. a. O.) fand: Dichte 5.87, 49.83 Metallsäuren (hauptsächlich Nb₉O₉), 47.01 Yttererden, 0.42 (Uran- und Eisenoxyd) 1.01 H₉O, Summe 98.27. Nach W. E. Hidden (ebenda [3] 21, 160, 1861) sind hier Oktaedrit, Monazit, Xenotim, Samarskit, Zirkon, Brookit und 35 andere Mineralien Begleiter des Fergusonits. Kristalle aus einer sehr spitzen Bipyramide mit der Basis und hemiedrischen Flächen bestehend, schwarzbraun, meist mit einer grauen Kruste bedeckt; Kristallflächen kaum eben. Vielleicht ist dieser Fergusonit mit dem Rutherfordit (s. u.) J. L. Smiths identisch (W. E. Hidden, ebenda [3] 24, 373, 1882). W. H. Seamon (Chem. News 46, 205, 1882) analysierte (Analyse XXI.) von W. E. Hidden erhaltene, kleine, rötlich braune, spröde, in dünnen Schichten durchscheinende Kristalle und Kristallbruchstücke mit einem Glanz zwischen Harz- und Glasglanz, muscheligem Bruch, Härte 6, Dichte 5.6. Den grönländischen ähnliche Kristalle treter auf der Samarskit-Lagerstätte von Mitchell Co., Nordcarolina auf (C. U. Shepard, Am. Journ. of Sc. [3] 20, 57, 1880). Nach J. L. Smith (Bull. Soc. min. de Fr. 3, 195, 1880). hat sich auf einer Fergusonitlagerstätte von Burke Co. ein hemiedrisch ausgebildeter Kristall mit $48 \cdot 12^{\circ}/_{0}$ Nb₂O₅ und ohne eine Spur Ta₂O₅ gefunden. W. E. HIDDEN (Am. Journ. of Soc. [3] 41, 440, 1891) erhielt aus der Gegend von Spruce Pine, Mitchell Co., Nordcarolina, mehrere Unzen sehr schöner Kristalle von Fergusonit mit stark entwickelter Basis, die mit Allanit und Cyrtolith vergesellschaftet waren und verschiedene Stufen der Verwitterung äußerlich erkennen ließen. Die Kristalle, von denen einer über 20 g wog, sollen aus taubem Gestein der Grassy Creek-Glimmergrube stammen; ihr Verhalten beim Erhitzen war sehr charakteristisch und in jeder Hinsicht dem des Minerals aus Texas ähnlich. - In den goldhaltigen Sanden der Gruben bei Golden P. O., Rutherford Co., Nordcarolina, kommt Fergusonit ziemlich häufig in Begleitung von Xenotim, Zinnerz, Monazit, Rutil usw. vor (W. E. HIDDEN, a. a. O.).

Als "Rutherfordit" bezeichnete C. U. Shepard (Proc. Am. Ass., 4. Meet. New Haven 311; Am. Journ. of Sc. [2] 12, 209, 1851) ein anscheinend monoklines, keine Spaltbarkeit aufweisendes, opakes, gelblichbraunes Mineral mit muscheligem, harzglänzendem Bruch, das mit Rutil, Brookit, Zirkon und Monazit in den Goldminen von Rutherford Co., Nordcarolina, gefunden worden war. Härte 6·5, Dichte 5·58—5·59. Zerknistert im Glasrohr beim Erhitzen unter Aufglühen und Wasserahgabe und wird gelb; ist für sich unschmelzbar und enthält wahrscheinlich Cer, Titan, möglicherweise auch Yttererden. Nach T. S. Hunr (Am. Journ. of Sc. [2] 14, 344, 1852), der eine, durch einen Unglücksfall unvollendet gebliebene Analyse des

Minerals anfertigte, ist noch Samarskit ein Begleiter des Rutherfordits; von diesem unterscheidet er sich durch seine durchscheinende Beschaffenheit und den Strich. Laut T. S. Hunt (a. a. O.) hat Rutherfordit folgende Eigenschaften: Härte·5·5, Dichte 5·55, außen eisenschwarz, muscheliger, harz- bis glasglänzender, schwarzbrauner Bruch, in dünnen Splittern mit rauchig-orangebrauner Farbe durchscheinend, sehr spröde; Strich und Pulver gelblichbraun, etwa rehfarbig. Wird durch längeres Kochen mit Schwefelsäure zersetzt; TiO₂, Fe₂O₃, kein Al₂O₃, 10°/₀ CaO, Ceroxyd (jedoch unsicher) wurden gefunden. Später erklärte C. U. Shepard (ebenda [3] 20, 57, 1880), daß Rutherfordit wahrscheinlich Fergusonit sei.

Gemeinsam mit mehr als 300 (engl.) Pfund Zirkon, die W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 41, 440, 1891) dicht bei Storeville, Anderson Co., Südearolina, abbaute, fanden sich mehrere stark wasserhaltige Kristalle von Fergusonit, von denen einige "wohl als Yttrogummit bezeichnet werden können". Korund, Granat und Columbit sind in diesem Gebiet nicht selten. Gemeinsam mit dem Orthit von Amelia Court House, Virgina, entdeckte W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 41, 440, 1891) einige kleine Kristalle von Fergusonit, die unter rechten Winkeln auf dem Orthit saßen und bis zu einer Tiefe von 18—20 mm in Feldspat eingesenkt waren. Tetragonale Prismen mit mattgrauer Oberfläche, dagegen mit harzartigem Glanz auf Bruchflächen, und nur angedeutet auftretende, spitze tetragonale Bipyramiden an den unvollkommen ausgebildeten Enden der Kristalle wurden beobachtet, Dichte 5—5·6.

In Massen von Quarz und Feldspat aus den Granitbrüchen von Rockport, Massachusetts, eng vergesellschaftet mit Cyrtolith und begleitet von Annit, Cryophyllit und Rauchquarz. Fergusonit im Innern dunkelbraun, verglüht auffälliger als Gadolinit, Bruch muschelig; Härte 6, Dichte 5.681, Strich hellbraun, Pulver aschefarben und beim Erglühen hellgrünlichgelb werdend (Analyse XXII., J. L. Sмітн, Am. Journ. of Sc. [3] 13, 367, 1877; Ann. chim. phys. [5] 12, 263, 1877).

d) Grönland. Nach O. B. Bögend (Min. groenl., Medd. om Grönl. 32, 203, 1905) liegt die Fundstelle des grönländischen Fergusonits auf Kangek auf der Insel Sermersok. Diese Angabe rührt her von Ch. Giesecke, der das Mineral 1806 aus Grönland mitbrachte. Kangek ist eine südliche Halbinsel der Insel Sermersok; die Südspitze dieser Halbinsel wurde von Gebecke Kap Farvel genannt. Das hat zur Verwechselung mit der gleichnamigen Südspitze Grönlands geführt, die ungefähr 100 km von dem Vorkommen entfernt ist. Der für diese Lagerstätte gleichfalls übliche Name Kikertaursak stammt gleichfalls von Ch. Giesecke. Dieser nannte das Mineral zuerst Gadolinit. T. Allan (Thomson's Ann. Phil. 1, 107, 1813) erwähnt unter den von Ch. Giesecke mitgebrachten Stücken ein dem Allanit in der Farbe ähnliches, durch Bruch und Dichte davon unterschiedenes Mineral und teilt außerdem mit, daß es nach W. H. Wollaston beinahe reiner Yttrotantalit war. Es ist sehr wahrscheinlich, daß hier Fergusonit vorlag. Dieser Name wurde dem Mineral von W. Haidinger (Trans. Roy. Soc. Edinburgh 10 [2] 272, 1826; im Auszug auch: Pogg. Ann. 5, 166, 1825) zu Ehren von R. Ferguson auf Vorschlag von T. Allan gegeben; W. Haidinger (a. a. O.) veröffentlichte eine eingehende Beschreibung des Minerals. O. B. Böggild (a. a. O.) gibt an, daß der Fergusonit von Kangek in kleinen, von {001}, {320}, {111} und {321} begreuzten Kristallen auftritt und daß nähere Mitteilungen über den Umfang der Kristalle und die Art ihres Vorkommens nicht vorliegen (Fig. 28). Nach W. Haidinger (a. a. O.) sind die Pyramidenflächen des deutlich hemiedrischen grönländischen Fergusonits gewöhnlich gekrümmt, an dem Mineral ist eine Spaltbarkeit parallel [111] schwach angedeutet. Bruch vollkommen muschelig, unvollkommener Metallglanz, dunkelbräunlich bis schwarz, in dünnen Splittern leberbraun oder gelblichbraun durchscheinend, in dicken Schichten opak. Spröde, Härte 5.5-6, Dichte 5.800, nicht auf eine Magnetnadel wirkend.

Fergusonit. 291

W. Haidinger entdeckte das Mineral in Stücken der im Besitz von Allan befindlichen Giesecke schen Sammlung; die Kristalle waren einzeln und gruppenweise in

Quarz eingesprengt. V. HARTWALL (Vet. Acad. Handl. 1828, 167; Pogg. Ann. 16, 479, 1829) veröffentlichte die erste Analyse des Minerals, R. WE-BER (bei J. POTYKA, Pogg. Ann. 107, 590, 1859 und bei H. Rose, ebenda 118, 507, 1863) untersuchte es gleichfalls chemisch. A. DES CLOIZEAUX und A. DAMOUR (Ann. chim. phys. [3] 59, 378, 1860) teilten mit, daß dünne Blättchen von Fergusonit aus Grönland braunrot, durchsichtig und stellenweise sehr schwach doppeltbrechend sind und daß das Mineral beim Erhitzen im Kölbchen erglüht und ohne Wassergabe eine graugrünliche Emaille liefert, ebenso verhält es sich vor dem Lötrohr. Die Emaille ist hart, scheint nicht homogen zu sein und ist an einigen Stellen schwach doppeltbrechend. O. B. Böggild (Min. groenlandica; Medd. om Grönl. 32, 203, 1905) teilt mit, daß (nach TAYLER, Addenta til Giesecke Catalogue of Min., Jessen, Medd. om Grönl. 16, 125, 1896) Fergusonit in unregelmäßig begrenzten Körnern oder sehr undeutlichen vierseitigen, bis zu 2 cm großen Prismen mit stark glänzenden Bruchflächen bei Sardlok, Igdlorpait und Uvkusik bei Udstedet Sardlok vor-

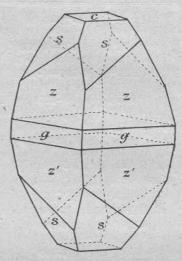


Fig. 28. Fergusonit, Grönland, nach W. Haidinger, 1826. Lin. Vergr. etwa 1.79 der Originalfigur.

kommt. Eine neuere Analyse des Vorkommens verdankt man C. F. Rammelsberg (Nr. XXIII).

Analysen.1

¹ In die vorliegende Zusammenstellung wurden folgende, teils veraltete, teils fehlerhafte Analysen nicht aufgenommen.

^{1.} Helle bei Arendal. a) Tyrit. D. Forbes, Jameson's Edinburgh New. Phil. Journ. [N. S.] 1, 67, 1855. D. Forbes und T. Dahll, Nyt. Mag. Nat. 9, 17, 1857. Tyrit (?). J. Potyka, Pogg. Ann. 107, 590, 1859. b) Bragit. C. A. Michaelson, Öfv. Sv. Akad. Förh. 19,510, 1862. 2. Hampemyr bei Arendal. R. Hermann, Bull. Soc. Naturalist. Moskau 42, 411, 1869; Journ. prakt. Chem. [N. F.] 4, 199, 1871. 3. Ytterby, Schweden. a) "Gelber Yttrotantalit", "Dunkler Yttrotantalit", J. J. Berzelius, Afh. Fis. Kem. Min. 4, 262, 1815; Schweigg. Journ. 16, 447, 1816. b) "Gelber Yttrotantalit", Ch. F. Chandler, Diss. Göttingen, 1856, 36. c) Fergusonit ("dunkler Yttrotantalit"). A. E. Nordenskiöld und J. F. Bahr, Öfv. Sv. Akad. Förh. 17, 28, 1860; Pogg. Ann. 111, 284, 1860; Journ. prakt. Chem. 81, 198, 1860. d) "Gelber Yttrotantalit". A. E. Nordenskiöld, a. a. O. 4. Kårarfvet bei Fahlun, Schweden. "Brauner amorpher Yttrotantalit", J. J. Chylenius bei A. E. Nordenskiöld (a. a. O.). 5. Grönland. V. Hartwall, Vet. Acad. Handl. 1828, 167; Pogg. Ann. 16, 479, 1829. R. Weber bei J. Potyka, Pogg. Ann. 107, 590, 1859 und bei H. Rose, Pogg. Ann. 118, 507, 1863.

Nr.	Dichte	Y_2O_3	$\mathrm{Er_{2}O_{3}}$	$\mathrm{Nb_2O_5}$	${ m Ta}_2{ m O}_5$
I.1	5.13-5.56	30	•00	45.00	
II.1	4.767-4.858	18.69	11.71	45.82	_
III.i	4.767—4.858	22.31	13.97	45.60	
IV.1	5 · 627	22.68	13.95	43.36	2.04
v.	4.97	35	03	39.30	6 · 25
VI.	5.56	30	•45	40.16	8.73
VII.1	4.774	24.45	8 • 26	28 • 14	27.04
VIII a ¹ VIII b. ¹	5·056 4·751	38 26·25	·26	40 · 16 39 · 93	8·73 9·53
VIIIe.1	4.650	38	01	49	85
IX.1	4.306		1.73		43.44
X.	5.657	36	•52	42	.71
XI.	5.023	24.672	13.242	44.65	4.98
XII.	5 • 36	41	22	46.06	1.51
XIII.	5.60	42	93	46.86	0.35
XIV.	4.3	35	60	48	. 39
XV.	6 • 236	23.00	8.38	2.15	55.51
XVI.	4.8014	14	12	46.03	1.20
XVII.	5.58	31	20	50.10	-
XVIII.	4.98	27	54	34.79	17.03
XIX.	5.67	42	335	46	27
XX.	4.36-4.48	31	365	42	79
XXI.	5.6	37	21	43.78	4.08
XXII. XXIII. ¹	5 · 681 5 · 577	46	9.81	44.45	

Eine andere Berechnung (ausschließlich des Glühverlustes) für diese Analysen
 "Atomgewicht 112".
 Im Original nicht addiert.
 "Vielleicht etwas angewittert".

Summe	einschließlich
100 • 54	1.05 Al ₂ O ₃ , 5.74 Ce ₂ O ₃ , 3.51 (La, Di) ₂ O ₃ , 1.48 FeO, 6.52 UO ₂ , 2.36 CaO, 4.88 H ₂ O
100.91	0.45 SnO ₂ , 5.70 Ce ₂ O ₃ , 3.56 (La, Di) ₂ O ₃ , 2.39 CaO, 6.21 UO ₂ , 1.50 FeO, 4.88 H ₂ O
100.00	0.45 SnO ₂ , 3.03 Ce ₂ O ₃ , 1.51 (La, Di) ₂ O ₃ , 2.05 CaO, 5.38 UO ₂ , 0.82 FeO, 4.88 H ₂ O
100.74	0.83 SnO ₂ , 3.33 (Ce, La, Di) ₂ O ₃ , 1.93 CaO, 0.28 MgO, 8.16 UO ₂ , $4.18 \text{ H}_2\text{O}$
99.77	$\begin{array}{c} 1 \cdot 44 \ \mathrm{SiO_{2}}, \ 0.98 \ \mathrm{SnO_{2}}, \ \mathrm{Spur} \ \mathrm{ZrO_{2}}, \ 2 \cdot 51 \ \mathrm{ThO_{2}}, \ 4 \cdot 68 \ \mathrm{UO_{2}}, \ 0 \cdot 72 \ \mathrm{Ce_{2}O_{3}}, \\ 2 \cdot 25 \ (\mathrm{La, Di)_{2}O_{3}}, \ 0 \cdot 78 \ \mathrm{FeO}, \ 0 \cdot 15 \ \mathrm{MnO}, \ 0 \cdot 05 \ \mathrm{MgO}, \ 0 \cdot 40 \ \mathrm{BeO}, \ 1 \cdot 23 \ \mathrm{CaO}, \\ 4 \cdot 00 \ \mathrm{H_{2}O} \end{array}$
101.99	0.91 (SnO ₂ + WO ₃), 7.80 (Ce, La, Di) ₂ O ₈ , 4.09 FeO, 1.98 UO ₂ , 3.40 CaO, 4.47 H ₂ O
100.03	2·13 UO ₂ , 0·72 FeO, 4·17 CaO, 5·12 H ₂ O
101·00 99·77	0.91 (SnO ₂ + WO ₃), 1.98 UO ₂ , 3.09 FeO, 3.40 CaO, 4.47 H ₂ O 0.23 SnO ₂ , 0.21 WO ₃ , 1.79 Ce ₂ O ₃ , 1.20 UO ₂ , 0.60 FeO, 3.04 CaO 5.20 H ₂ O
	2.91 (UO ₂ + FeO), 3.29 CaO, 6.19 H ₂ O
99.07	0.47 Ce ₂ O ₃ , 1.56 UO ₂ , 1.51 FeO, 7.14 H ₂ O
99.02	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
99.763	5·11 UO ₂ , 2·02 CaO, 0·51 Fe ₂ O ₃ , 4·58 H ₂ O
99•29	0.43 FeO, 0.82 (Ce, La, Di) ₂ O ₃ , 0.07 TiO ₂ , 2.48 ThO ₂ , 3.92 UO ₂ , 2.78 H ₂ O
99.08	0.35 FeO, 0.62 Al ₂ O ₃ , 0.40 (Ce, La, Di) ₂ O ₃ , Spur TiO ₂ , 0.07 SnO ₂ , 2.18 ThO ₂ , 4.13 UO ₂ , 1.19 H ₂ O
99 • 89	2·10 SiO ₂ , 2·95 UO ₃ , 5·69 CeO ₂ , 1·04 Fe ₂ O ₃ , 4·12 H ₂ O
100 · 79	2.20 TiO ₂ , 1.02 ThO ₂ , 0.94 Ce ₂ O ₃ , 2.18 CaO, Spur FeO, 0,87 MnO, 1.18 U ₂ O ₃ , 3.36 Glühverlust (meist H ₂ O)
99.85	13.60 UO ₂ ; 0.90 TiO ₂ , 5.72 Fe ₂ O ₃ , 0.17 Al ₂ O ₃ , 7.55 PbO, 1.21 CuO, 0.28 MnO, 2.84 CaO, 6.23 H ₂ O
100 · 17	0·20 SnO ₂ , 2·07 ThO ₂ , 6·15 UO ₂ , 6·15 (Ce, La, Di) ₂ O ₃ , 1·40 CaO, 0·37 MgO, 0·59 FeO, 1·94 H ₂ O
99•88	$\begin{array}{c} 0 \cdot 26 \ {\rm TiO_2}, \ 0 \cdot 26 \ {\rm SnO_2}, \ 4 \cdot 85 \ {\rm ThO_2}, \ 2 \cdot 12 \ {\rm UO_2}, \ 0 \cdot 89 \ {\rm ZrO_2}, \ 4 \cdot 06 \ ({\rm Ce, La, Di})_2{\rm O_3}, \\ 0 \cdot 72 \ \ {\rm Fe_2O_3}, \ 2 \cdot 10 \ \ {\rm CaO}, \ 5 \cdot 26 \ \ {\rm Gl\"{u}hverlust} \end{array}$
99.33	0.04 MgO, 0.10 CaO, 0.24 ZnO, 1.43 PbO, 0.09 Al ₂ O ₈ , 0.98 Fe ₂ O ₈ , 3.38 ThO ₂ , 1.54 UO ₃ , 0.91 F, 0.04 H ₂ O bei 110°, 1.98 H ₂ O beim Glühen
100.002	2.74 CaO, 1.94 PbO, 0.85 Al ₂ O ₃ , 3.75 Fe ₂ O ₃ , 0.83 ThO ₂ , 3.93 UO ₂ , 3.12 UO ₃ , 0.502 F, 0.62 H ₂ O bei 110°, 7.57 H ₂ O beim Glühen
99.87	0.65 CaO, 1.81 FeO, 0.66 Ce ₂ O ₃ , 3.49 (La, Di) ₂ O ₃ , 5.81 U ₂ O ₃ , 0.76 (SnO ₂ + WO ₃), 1.62 H ₂ O
100.89	4.23 Ce ₂ O ₃ , 0.25 Eisen- und Uranoxyde, 1.65 Glühverlust
99•10	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$

hat C. F. RAMMELSBERG, POGG. Ann. 150, 203, 1873, mitgeteilt.

⁵ Einschl. (Ce, La, Di)₂O₃.

a) Norwegen. Helle bei Arendal. I.—IV. C. F. RAMMELSBERG, I. Ber. Deutsch. Chem. Ges. 3, 947, 1870. II.—IV. Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Berlin a. d. Jahre 1871, 1872, 406. I.—III. "Tyrit". IV. "Bragit" (vgl. S. 282).

Råde bei Moss. V. C. W. Blomstrand bei W. C. Brögger, Min. südnorweg.

Granitpegm. Vid.-Selsk. Skrift., I. Math. nat. Cl. 1906, Bd. 1, Nr. 6, 35.

Schweden. Ytterby. VI.—VIII. C. F. RAMMELSBERG, VI. a. a. O. 1870. VII.—VIII. a. a. O. 1871 (vgl. S. 285). VII. "Gelber Yttrotantalit". VIII. a—c. "Braunschwarzer Yttrotantalit".

Gamle bei Kårarfvet. IX. C. F. RAMMELSBERG, a. a. O. 1871. "Grauer

Yttrotantalit".

Rußland. Flußbett des Terek. X. G. P. Tschernik, Géol. Min. Russ. 5, 221, 1902. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 39, 625, 1904.

b) Ceylon. Rakwana. XI. G. T. Prior, Min. Mag. 10, 234, 1893. — Kinagaha deniya, Kuruwita. XII. G. S. Blake, Colonial Reports No. 37, Ceylon 1906, 37. Nach G. T. Prior in C. Doelter, Handb. Min.-Chem. 31, 254, 1918. — Muladiwanella, Durayakanda. XIII. G. S. Blake, a. a. O., S. 36 der Reports, nach G. T. Prior, a. a. O.

Japan. Umgebung von Takayama, Mino Provinz. XIV. T. TAMURA bei

T. Wada, Min. of Japan, Tokyo 1904, 82.

Australien. Zinnerzseifen von Cooglegong (Westaustralien). XV. E. G. Simpson, Rep. 12. Meet. Austr. Ass. Adv. Sc. Brisbane 1909, 310. Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1911, 1, 367; Ztschr. f. Kryst. 50, 274, 1912.

Ostafrika. Morogoro. XVI. Krüss bei P. Krusch, Congr. géol. internat.

Stockhol m 1910, 1167; Ztschr. prakt. Geol. 19, 83, 1911.

Madagaskar. Zwischen Beforona und Tamatave. XVII. F. Pisani bei A. Lacroix, Bull. Soc. fr. de Min. 31, 312, 1908; C. R. 152, 559, 1911. XVIII. Nähe von Kitsamby. F. Pisani bei A. Lacroix, Bull. Soc. fr. de Min. 38, 130, 1915.

- c) Vereinigte Staaten von Nordamerika. Barringer Hill, Llano Co., Texas. XIX. XX. W. E. Hidden und J. B. Mackintosh, Am. Journ. of Sc. [3] 38, 483, 1889. XIX. "Fergusonit-Monohydrat". XX. "Fergusonit-Trihydrat". Brindletown, Burke Co., Nordcarolina. XXI. W. H. Seamon, Chem. News 46, 205, 1882. Rockport, Massachusetts. XXII. J. L. Smith, Am. Journ. of Sc. [3] 13, 367, 1877; Ann. Chim. Phys. [5] 12, 263, 1877.
 - d) Grönland. XXIII. C. F. RAMMELSBERG, a. a. O. 1871.

3. Monazit. (Ce, La, Nd, Pr)PO₄.

¹ Scheinbare Abweichungen von der Symmetrie dieser Gruppe beobachteten R. Scharizer (Ztschr. f. Kryst. 12, 259, 1887. Monazit von Schüttenhofen, S. 321), О. Ронь (Min.-petr. Mitt. 22, 476, 1903. Prägratten, S. 324), J. Schetelie (Norsk. geol. tidskr. 2 [3] Nr. 9, 1913. Mölland, S. 336), K. Busz (N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 39, 482, 1914. Dattas, S. 353).

² Aus (100)(110) = 43°17′10″, (001)(101) = 37°7′40″, (001)(011) = 41°58′5″ für Monazit von Milholland's Mill, Alexander Co., Nordcarolina, Ed. S. Dana (Syst. of Min. [6] 749, 1892; vgl. auch Edw. S. Dana, Am. Journ. of Sc. [3] **24**, 247, 1882; **Z**tschr. f. Kryst. 7, 362, 1883).

Monazit. 295

Beobachtete Formen: $a \{100\} \propto P \overline{\infty}$. $b \{010\} \propto P \overset{.}{\infty}$. $c \{001\} 0 P$. $y \{310\} \propto P \overline{3}$. $l \{210\} \propto P \overline{2}$. $m \{110\} \propto P$. $n \{120\} \propto P \overset{.}{2}$. $\mu \{130\} \propto P \overset{.}{3}$. $\xi \{230\} \propto P \overset{.}{3}$. (?).

 $g\{012\} \frac{1}{2} P \stackrel{.}{\infty}. \quad e\{011\} P \stackrel{.}{\infty}. \quad u\{021\} 2 P \stackrel{.}{\infty}. \quad k\{013\} \frac{1}{3} P \stackrel{.}{\infty}. \quad \gamma\{014\} \frac{1}{4} P \stackrel{.}{\infty}. \quad \delta\{041\} 4 P \stackrel{.}{\infty}. \quad \epsilon\{043\} \frac{4}{3} P \stackrel{.}{\infty}.$

 $\begin{array}{lll} h \left\{ 305 \right\} - \frac{3}{5} \, P \, \overline{\otimes}, & w \left\{ 101 \right\} - P \, \overline{\otimes}, & q \left\{ 701 \right\} - 7 \, P \, \overline{\otimes}, & x \left\{ \overline{1}01 \right\} P \, \overline{\otimes}, \\ \varrho \left\{ \overline{1}03 \right\} \frac{1}{3} \, P \, \overline{\otimes}, & \psi \left\{ 105 \right\} - \frac{1}{5} \, P \, \overline{\otimes}, & \chi \left\{ 106 \right\} - \frac{1}{6} \, P \, \overline{\otimes}, & \sigma \left\{ \overline{3}01 \right\} \, 3 \, P \, \overline{\otimes}, \\ \varkappa \left\{ 403 \right\} - \frac{4}{3} \, P \, \overline{\otimes}, & \varSigma \left\{ 901 \right\} - 9 \, P \, \overline{\otimes} \left(\overrightarrow{P} \right). \end{array}$

$$\begin{split} f\{112\} &= \tfrac{1}{2} \, P. \quad r\{111\} - P. \quad d\{\overline{1}12\} \, \tfrac{1}{2} \, P. \quad v\{\overline{1}11\} \, P. \quad s\{121\} - 2 \, P \, \dot{2}. \\ z\{\overline{3}11\} \, 3 \, P \, \overline{3}. \quad t\{\overline{2}12\} \, P \, \overline{2}. \quad i\{\overline{2}11\} \, 2 \, P \, \overline{2}. \quad o\{\overline{1}21\} \, 2 \, P \, \dot{2}. \quad \omega\{211\} - 2 \, P \, \overline{2}. \\ \eta\{\overline{1}32\} \, \tfrac{3}{2} \, P \, \dot{3}. \quad \pi\{\overline{2}21\} \, 2 \, P. \quad \varphi\{283\} - \tfrac{8}{3} \, P \, \dot{4}. \quad v\{\overline{5}66\} \, P \, \tfrac{\dot{6}}{5}. \quad \Theta\{\overline{1}22\} \, P \, \dot{2}. \\ \lambda\{212\} - P \, \overline{2}. \quad \vartheta\{122\} - P \, \dot{2}. \quad \Delta\{\overline{1}13\} \, \tfrac{1}{3} \, P. \end{split}$$

```
a: c = (100)(001) = 76^{\circ}20'
                                              m: r = (110)(111) = 33^{\circ}35'
a:m=(100)(110)=43 17
                                              m: v = (110)(11\overline{1}) = 40 50
a: e = (100)(011) = 7953
                                              m: s = (110)(121) = 27 25
                                              m: i = (110)(21\overline{1}) = 30 42
a: w = (100)(101) = 39 \ 12\frac{1}{2}
a: r = (100)(111) = 48 \quad 1\frac{1}{2}
                                              m: m = (110)(1\overline{1}0) = 86 34
                                               e: e = (011)(0\overline{1}1) = 83 \ 56
a: v = (100)(11\overline{1}) =
                            61 31
a: s = (100)(121) = 59 47
                                               r: r = (111)(1\overline{11}) = 60 \ 40
a: i = (100)(21\overline{1}) = 38 21
                                              v: v = (\overline{1}11)(\overline{1}\overline{1}1) = 73 \ 19
                                               s: s = (121)(1\overline{2}1) = 9858
a: x = (100)(31\overline{1}) = 26 44
                                             i: i = (\overline{2}11)(\overline{2}\overline{1}1) = 4951
m: c = (110)(001) = 80 6
                                               z: z = (\overline{3}11)(\overline{31}1) = 35 35
                           54 6
m: e = (110)(011) =
m: w = (110)(101) = 55 40
                                              w: e = (101)(011) = 53 38\frac{1}{9}
```

¹ Bevor erkannt wurde, daß Monazit und Turnerit identisch sind, war noch eine zweite Art der Aufstellung als Turnerit üblich. Die Beziehungen zwischen dieser und der hier gewählten Art der Aufstellung als Monazit ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

Monazit	Turnerit	Monazit	Turnerit
a	e {001}	x	$x\{\overline{1}01\}$
ь	b {010}	g	$i\{210\}$
c	a {100}	e	m {110} ·
y	n {013}	u	<i>l</i> {120}
l	v {012}	r	x {111}
m	e {011}	v	$r\{\overline{1}11\}$
n	o {021}	%	s {113}
h	h {053}	i.	$t\{\overline{1}12\}$
w	u {101}	0	$w\{\overline{1}21\}$

```
i: x = (\overline{2}11)(\overline{1}01) =
                               300 20'
                                                                                     33039'
w: r = (101)(111) =
                                                      i: v = (\overline{2}11)(\overline{1}11) =
w: s = (101)(121) =
                               49 29
                                                                                     23 10
e: s = (011)(121) =
                                                      i: u = (\overline{2}11)(021) =
                                                                                     60 27
                               26 41
                                                      f: m = (\overline{1}1\overline{2})(110) =
u: u = (021)(0\overline{2}1) = 121 51
                                                                                     99 27
l: l = (210)(2\overline{1}0) =
                                                      f: w = (112)(101) =
                               50 26
                                                                                     24 53
                                                     u: m = (021)(110) =
a: g = (100)(012) =
                               77 331
                                                                                     46 56
a: d = (100)(11\overline{2}) =
                                                     u: x = (021)(10\overline{1}) = 108
                               77
                                    18
a: \nu = (100)(56\overline{6}) =
                                                     u: v = (021)(\overline{1}11) =
                               67
                                                                                     39
                                                                                          30
                                      6\frac{1}{9}
a: \psi = (100)(105) =
                               66\ 16\frac{1}{9}
                                                      g: g = (012)(0\overline{1}2) =
                                                                                     48 26
a: \Theta = (100)(12\overline{2}) =
                                                     q: w = (701)(101) =
                               79 401
                                                                                     31 13
a: q = (100)(701) =
                               7 591
                                                      \pi: r = (22\overline{1})(111) =
                                                                                     55 18 1
b: k = (010)(013) =
                                                      \pi: v = (22\overline{1})(11\overline{1}) =
                               73
                                    19
                                                                                     18 561
b: u = (010)(021) =
                                                      v: v = (56\overline{6})(11\overline{1}) =
                               29
                                       41
                                                                                     · 5 35 1
b: i = (010)(\overline{2}11) =
                                                     \psi : x = (105)(\overline{1}01) =
                               65
                                       41
                                                                                     60\ 12\frac{1}{9}
b: \mu = (010)(130) =
                                                     \varphi: v = (283)(\overline{1}11) =
                                                                                           2
                               19 291
                                                                                     53
c: u = (001)(021) =
                               60\ 55\frac{1}{9}
                                                     \varphi : m = (283)(110) =
                                                                                     33 24
                                                     \Theta: v = (12\overline{2})(11\overline{1}) =
c: v = (001)(\overline{1}11) =
                              59
                                     4
                                                                                     18
                                                                                          91
c: q = (001)(701) =
                                                     \Theta: e = (\overline{1}22)(011) =
                              68 201
                                                                                     20\ 26\frac{1}{2}
m: w = (110)(101) =
                                                     \Theta : u = (\overline{1}22)(021) = 0
                               55 40
                                                                                     25 16
m: o = (110)(12\overline{1}) =
                                                     \Theta: n = (\overline{122})(120) =
                               35.51
                                                                                     59 361
o: w = (\overline{121})(101) =
                                                     \Theta: \Theta = (\overline{1}22)(\overline{1}22) =
                              88 29
                                                                                     83 51
v: t = (\overline{1}11)(\overline{2}12) =
                               16 15
                                                      \eta: m = (\overline{1}32)(110) =
                                                                                     63 30
x: n = (\overline{1}01)(\overline{1}20) = 73 \ 48\frac{1}{3}
                                                      \eta: v = (\overline{1}32)(\overline{1}11) =
                                                                                     22 56
```

Habitus der Kristalle gewöhnlich tafelig nach (100), gestreckt nach der Achse b oder prismatisch durch Vorherrschen von $\{\overline{1}11\}$; seltener sargförmig, gestreckt nach der Kante (101)(100); ausnahmsweise tafelig nach (010), nahezu isometrisch, keilförmig durch Vorherrschen von $\{100\}$ und $\{\overline{1}11\}$ oder pseudorhomboedrisch; in mikroskopisch kleinen Nadeln als Einschlüsse (Kryptolith, Phosphocerit). Flächen nicht selten rauh, geknickt, gerieft, gekrümmt, geschweift. In eckigen und unregelmäßig begrenzten Massen; in abgerollten Körnern.

Zwillinge nach (100), auch Durchkreuzungszwillinge, häufig, ferner auch nach (001) [vgl. hierzu "Madagaskar", S. 348, "Grönland", S. 365], selten nach (201)(?) und (902) (vgl. S. 336). Nach E. Hussak (Min. petr. Mitt. 18, 346, 1899) treten beim Monazit der Diamantlagerstätten von Bahia, Brasilien, selten zwillingsartige Durchkreuzungen auf, bei denen die beiden Flächen von {100} einen spitzen Winkel einschließen; das Gesetz der Verwachsung konnte jedoch nicht festgestellt werden.

Scheinbar regelmäßige Verwachsungen von Monazit und Xenotim, bei denen Xenotim zepterartig auf den Endflächen des Monazits aufgewachsen ist, so daß (001) des Xenotims mit (100) des Monazits zusammenfallen, beschreibt E. Hussak (a. a. O., s. o.).

Monazit. 297

Kristalle im wesentlichen homogen; als Einschlüsse wurden Gase, Flüssigkeiten und feste Körper beobachtet; unter den Einschlüssen, die aus festen Körpern bestehen, sind die von Thoriumsilicaten (Thorit) wegen des Gehaltes des Minerals als ${\rm ThO_2}$ von besonderem Interesse (vgl. S. 306).

E. Schmidhuber (vgl. S. 319) unterschied in den sehr einschlüßreichen Monaziten aus Graniten und Gneisen des Schwarzwaldes folgende Arten von Einschlüßen, deren Anordnung keine Beziehung zu den Begrenzungselementen des Wirtes erkennen ließ: a) Rundliche Körner oder längliche Kristalle von ziemlich starker Licht- und Doppelbrechung, braungelb, auch rötlichbraun; b) "Bizarr" gestaltete, verzweigte, auch rundliche oder schlauchförmige, bis zu winzigen Dimensionen herabsinkende, den Wirt stellenweise vollständig erfüllende Gebilde, vermutlich Glasmasse; c) schwarze, opake Erzteilchen, wohl vorwiegend Eisenglanz, mit rostroten Umwandlungsprodukten; d) Flüssigkeitseinschlüsse ohne Libelle.

Nach O. A. Derby (Am. Journ. of Sc. [4] 10, 217, 1900) sind Monazite in Graniten, Gneisen, Porphyren und den aus diesen entstandenen Gesteinen einschlußfrei; umgekehrt soll man aus dem Mangel an Einschlüssen bei einem Monazit auf dessen primäre Bildung schließen dürfen. Dagegen sollen Monazite mit Einschlüssen sekundär entstanden sein; dies nimmt O.A. Derby z. B. für den reichlich mit Rutileinschlüssen durchsetzten Chlorit-Cyanit-Schiefer der Serra do Gigante, Diamantina, Minas Geraes, Brasilien, und für die Quarz und Rutil enthaltenden Monazite aus der kleinen Goldgrube Ogo bei der Diamantmine São João da Chapada bei Diamantina an. In sekundaren Gesteinen soll ferner noch ein nachträgliches Wachstum von Monazitindividuen durch Anlagerung stattfinden können, wie dies in solchen Gesteinen z. B. von Turmalin und anderen Mineralien bekannt ist. Monazit aus Grubenrückständen der Cavallo-Morto-Diamant-Mine bei Diamantina bildet nach O. A. Derby ein Beispiel für derartige Vorgänge; hierbei hat sich um einen dunkleren Kern des Minerals ein hellerer Mantel abgelagert. Die Lagerstätte soll aus einem zersetzten metamorphosierten Konglomerat bestehen. Im Gegensatz zu dem ihn begleitenden, stark zersetzten Zirkon hat hier der Monazit ein frisches Aussehen; diese Erscheinung wird auf natürliche Ätzung zurückgeführt.

Dichte 4.77—5.47; nach W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 32, 207, 1886) läßt sich für manche Monazite eine Abnahme der Dichte mit dem Sinken des Gehaltes an ThO₂ nachweisen:

Fundort	Gehalt an ThO ₂	Dichte
Amelia County, Virginia	14.23 %	5•30
Portland, Connecticut	8 • 25	5.20-5.25
Burke County, Nordcarolina	5.49	5.10

Bruch muschelig bis uneben; spröde. Härte 5-5.5.

Nach a(100) deutlich, nach b(010) schwierig, oft nach c(001) scheinbar vollkommen spaltbar; ausnahmsweise wurde auch Spaltbarkeit nach m(110), e(011) und w(101) beobachtet; ebenso Absonderung nach $v(\overline{1}11)$.

Zuweilen fehlt die Spaltbarkeit nach a (100), die nach b (010) wird nicht immer angegeben, und die Spaltbarkeit nach c (001) ist nicht immer vorhanden. Der Mangel an Spaltbarkeit nach a (100) und b (010) ist vielleicht darauf zurückzuführen, daß das Mineral beide Eigenschaften bei Verwitterung bald einbüßt. Nach

W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 32, 206, 1886) sind vielleicht Monazite ohne Thoriumsilicat nach (010) spaltbar (nach (001) dagegen wenig oder gar nicht), während die Thoriumsilicat enthaltenden Monazite sich durch eine höchst vollkommene Spaltbarkeit nach e (001) auszeichnen. Auf Grund seiner Beobachtungen an dem aus sehr dünnen Zwillingslamellen nach (001) bestehenden Monazit von Kekertak (Grönland) kam O. B. Bögeild (Medd. om Grönland 32, 202, 1905) zu der Annahme, daß die oft angegebene Spaltbarkeit nach e (001) vielleicht nur eine Absonderung infolge von Zwillingsbildung nach e (001) darstellt. Zu einem gleichen Ergebnis gelangte bezüglich des Monazits von Vohitrambo, Madagaskar, auch A. Lacroix (Bull. Soc. fr. min. 38, 126, 1915).

Glanz harzartig, auch Diamant-, Glas-, Pech-, Wachs- und Fettglanz wird angegeben, oft sehr stark. Farbe hellgelb, weingelb, zitronengelb, schwefelgelb, honiggelb, topasgelb, orangegelb, gelbbräunlich, gelbrötlich, gelbgrünlich, gelblichbraun, lichtbraun, nelkenbraun, rotbraun, schokoladenbraun, violettbraun, dunkelnußbraun, hyazinthrot, hessonitrot, olivgrün, grün, fast weiß; im Dünnschliff farblos bis gelblich. Strich weiß, hellgrau, grau, gelbgrau, strohgelb, rötlich. Durchsichtig, halbdurchsichtig, durchscheinend, zuweilen auch undurchsichtig. Licht- und Doppelbrechung hoch; Winkel der optischen Achsen klein; optisch positiv, Ebene der optischen Achsen senkrecht (010) und nahezu parallel (100), b = a, $c:c = 2^0$ bis 6^0 30' im stumpfen Winkel β ; geringe Dispersion $\varrho > v$ oder $\varrho < v$ (s. u.), schwache horizontale Dispersion. Pleochroismus im Dünnschliff nicht wahrnehmbar, Absorption deutlich b > c = a.

A. Des Cloizeaux (Nouvelles recherches sur les propriétés des cristaux, 1867, 660) erhielt für kleine rotbraun gefärbte Kristalle von Norwich, Connecticut: Doppelbrechung schwach; Ebene der optischen Achsen parallel zur kristallographischen Achse b; sie bildet mit der Senkrechten auf (001) einen Winkel von etwa 10° , mit der Senkrechten auf (100) einen solchen von etwa 86° 14'; erste Mittellinie senkrecht zur kristallographischen Achse b. In Luft ist die Dispersion der optischen Achsen bei Betrachtung der Hyperbeläste in der 45° -Stellung kaum wahrnehmbar, und das Ergebnis der Beobachtung scheint im Gegensatz zu dem der direkten Messung zu stehen (A. Des Cloizeaux, Bull. de la soc. min. de France 4, 57, 1881); horizontale Dispersion merklich unbedeutend. $2E = 29^\circ$ 4' für rotes, $2E = 28^\circ$ 48' für blaues Licht bei 17° C. Durch Erhöhung der Temperatur auf $146 \cdot 5^\circ$ C. nimmt 2E für rotes Licht um etwa 0° 57' ab. Die Ebene der optischen Achsen erfährt zwischen $36 \cdot 5^\circ$ und $195 \cdot 8^\circ$ C. keine wahrnehmbare Änderung ihrer Lage.

An hinreichend dicken Platten aus abgerollten Bruchstücken des Monazits aus dem östlichen Sibirien, die weniger stark rot gefärbt waren als die Kristalle von Norwich (s. o.), beobachtete A. Des Cloizeaux (Bull. de la soc. min. de France 4, 57, 1881) eine schwache Dispersion der optischen Achsen $\varrho < v$ und eine merkliche horizontale Dispersion. Eine zur Ebene der optischen Achsen vollkommen senkrechte, zur Mittellinie ein wenig schiefe, hinreichend dicke Platte ergab bei 10° C.

für Rot:
$$2E = \left\{ \begin{array}{l} 18^{0} \ 9' \ 30'' \ \text{auf der einen Seite} \\ 12^{0} \ 59' \ \text{auf der anderen Seite} \end{array} \right\} \ 31^{0} \ 8' \ 30''$$
für Blau: $2E = \left\{ \begin{array}{l} 18^{0} \ 55' \ 20'' \ \text{auf der einen Seite} \\ 12^{0} \ 48' \ 0'' \ \text{auf der anderen Seite} \end{array} \right\} \ 31^{0} \ 43' \ 20''$

Monazit. 299

Ch. O. Trechann (N. Jahrb. Min. 1876, 593—601) erhielt für Monazit (Turnerit), Tavetsch: Ebene der optischen Achsen senkrecht (010), die erste Mittellinie liegt im stumpfen Winkel der kristallographischen Achsen a und c und bildet mit letzterer einen Winkel von 1^0 4′, die zweite Mittellinie hat also die Richtung der kristallographischen Achse b. Charakter der Doppelbrechung positiv. Horizontale Dispersion um die erste Mittellinie nicht vorhanden; $\varrho < v$. $2H_a = 23^{\circ}$ 5′ für rotes, $2H_a = 23^{\circ}$ 24′ für grünes Licht; daraus folgt $2E_a = 34^{\circ}$ 12′ für rotes, $2E_a = 34^{\circ}$ 38′ für grünes Licht. Flächenfarbe von (010) ledergelb, von (100) braungelb. Der Pleochroismus ergibt sich aus dem Schema:

Polarisationsrichtung parallel der Ebene	Farbe
a , c	dunkelgelb
ь, с	hellgelb
a, b	grünlichgelb

R. Scharizer (Ztschr. f. Kryst. 12, 255, 1887) fand bei der optischen Untersuchung eines basischen Spaltblättchens des Monazits von Schüttenhofen: Optisch positiv, Achsenebene senkrecht zur Symmetrieebene; in der Richtung senkrecht (001) kein Dichroismus; $2E=25^{\circ}\,22'$ für das Rot eines Überfangglases, $2E=24^{\circ}\,56'$ für Natrium $(\varrho>\upsilon)$. Nach der Methode von Chaulnes-Bauer ergaben je zwei voneinander unabhängige Messungen:

Aus den für β und für 2E für Natriumlicht erhaltenen Werten wurde $2V=12^{\circ}$ 44′ berechnet. Durch Messung mit einem Schneiderschen Achsenwinkelapparat in Luft ergab sich der scheinbare Winkel zwischen der Richtung c und +c zu 15° 35′ 13″ für Rot eines Überfangglases und zu 15° 8′ 50″ für Natriumlicht. Unter Berücksichtigung des Wertes für β ergibt sich hieraus weiterhin, daß die erste Mittellinie im stumpfen Winkel der kristallographischen Achsen liegt und mit der Vertikalachse einen Winkel von 5° 54′ bildet. Die Farbenverteilung im Achsenbild dieses Monazits ist dieselbe, wie sie A. Des Cloizeaux (s. o.) für den Monazit von Norwich beschrieb; beide Hyperbeläste sind vollkommen ungefärbt. K. Busz (N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 39, 496, 1914) macht darauf aufmerksam, daß die von R. Scharizer erhaltenen Werte von γ und β sowohl hinsichtlich ihrer absolnten Größe als auch des Vorzeichens der Differenz β — γ aus der Reihe der Zahlen der anderen Autoren herausfallen. Er vermutet, daß es statt $\gamma = 1.9285$ und $\beta = 1.9465$ heißen muß $\alpha = 1.79285$ und $\beta = 1.79465$.

C. Vrba (Ztschr. f. Kryst. 15, 203, 1889) erhielt an einem honiggelb durchscheinenden Spaltblättchen nach c des Monazits von Pisek, Böhmen, stets $\varrho > v$ und als Mittel aus je 12 Messungen: $2\,E_r$ (für Strontiumlicht) = $29^{\circ}\,7'$; $2\,E_g$ (für Natriumlicht) = $28^{\circ}\,25'$; hieraus ergab sich unter Benutzung des von R. Scharzer (s. o.) erhaltenen Wertes für $\beta\,(1.9465)\,2\,V_r=14^{\circ}\,50',\,2\,V_g=14^{\circ}\,29'$ (vgl. o., K. Busz). Nach E. Hussak (Min. u. petr. Mitt. 12, 470, 1891) zeigt der brasiliani-

Nach E. Hussak (Min. u. petr. Mitt. 12, 470, 1891) zeigt der brasilianische Monazit folgendes optische Verhalten. Optische Eigenschaften mit denen der Monazite von der Alp Lercheltiny (Ch. O. Trechmann, s. o.) und von Schüttenhofen gut übereinstimmend. Auslöschung auf (100) gerade, Interferenzfarbe auch in sehr dünnen Tafeln nach (100) ein Weiß höherer Ordnung; ein auf (100) liegender dünntafeliger Kristall zeigt im konvergenten polarisierten Licht keine Inter-

ferenzfigur. Auf Schnitten, die zugleich senkrecht zu (100) und (010) sind, tritt die erste positive Mittellinie fast senkrecht aus, $2\,E$ ist sehr klein; Ebene der optischen Achsen parallel (100), Pleochrößmus fehlt. In Schliffen parallel (010) wurde die Neigung der ersten Mittellinie zur Vertikalachse im Mittel zu 6° 30′ gemessen.

W. Ramsay und A. Zilliacus (Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. 39, 1898. Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1900, 1, 17; Ztschr. f. Kryst. 31, 317, 1899) beobachteten an dem Monazit von Impilaks (S. 337) folgende optische Eigenschaften: Im Schliff reingelb, einschlußfrei, ohne Pleochroismus; Achsenebene senkrecht (010), $c:c=4^0$ im stumpfen Winkel β ; $\alpha=1.7863$, $\beta=1.7879$, $\gamma=1.8372$; $2E_{\rm Na}=+22^0$ 25' bei 8° C., also $2V_{\rm Na}=12^0$ 30'; $\varrho<\upsilon$.

Nach E. Hussak (Min.-petr. Mitt. 18, 346, 1899) haben die Monazite der Diamantlagerstätten von Bahia einen sehr kleinen Winkel der optischen Achsen.

H. L. Bowman (Ztschr. f. Kryst. u. Min. 33, 113, 1900) erhielt für Monazit: a) von der Froßnitzalpe bei Prägratten, Tirol: An einem Prisma mit den Flächen (100) (angeschliffen und poliert) und ($\overline{1}01$) $\alpha = 1.794$. Mit zwei geschliffenen Platten parallel b, bzw. senkrecht zur ersten Mittellinie, $c: c = 2^{\circ}$ (Natriumlicht); erste Mittellinie im stumpfen Winkel β . In Monobromnaphthalin ($\mu = 1.6593$), für Natriumlicht $2H = 21^{\circ} 26'$, daher $2E = 35^{\circ} 57'$ in Luft. Doppelbrechung positiv. $\varrho < v$; horizontale Dispersion gering, wobei e: c für blaues Licht etwas kleiner ist als für rotes. (O. Pohl, Min.-petr. Mitt. 22, 477, 1903) macht folgende Angaben über diesen Monazit: Ebene der optischen Achsen senkrecht (010), erste Mittellinie c, Pleochroismus auf (100) parallel c hellgelb, parallel a hellgelb mit einem Stich ins Grünliche). - b) Vom Val Nalps, Tavetsch, Graubünden: An Prismen mit den natürlichen Flächen (100) ($\overline{1}01$) $\alpha = 1.807, 1.798, 1.788, von denen der erste$ und der dritte Wert zweifelhaft sind; $c:c=4^{\circ}24'$ (für Natriumlicht); erste Mittellinie im stumpfen Winkel β . Für Natriumlicht in Monobromnaphthalin $2H=21^{\circ}35'$, daher $2E = 36^{\circ} 12'$ in Luft; $\varrho < v$. — c) Vom Val Strim, Tayetsch: $e: c = 3\frac{1}{2}$ im stumpfen Winkel β. — d) Vom Valser Tal, Graubünden: c:c = 2º 24'; erste Mittellinie im stumpfen Winkel β . An einer Platte senkrecht zur ersten Mittellinie im Monobromnaphthalin für weißes Licht $2H = 21\frac{1}{2}^{\circ}$, daher $2E = 36^{\circ}$; e < v. — e) Von Alexander Co., Nordcarolina: An einem Prisma mit angeschliffenen Flächen a und x = 1.789 (rotes Licht), 1.792 (Natriumlicht), 1.795 (grünes Licht). (Im weißen Licht besteht das Spektrum nur aus einem roten und einem grünen Bilde des Signals; die Werte von α für Rot und Grün sind hiermit erhalten); an einer Platte parallel (010) $c: c = 2\frac{1}{4}$ (Natriumlicht), erste Mittellinie im stumpfen Winkel β ; an einer Platte senkrecht zur ersten Mittellinie für Natriumlicht in Monobromnaphthalin $2H = 17^{\circ}19'$, daher $2E = 28^{\circ}56'$ in Luft, $\rho < v$; eine geringe horizontale Dispersion ist wahrnehmbar. - f) Von New York City: An einer Platte parallel (010) $c:c=2^{\circ}$ (Natriumlicht) im stumpfen Winkel β , für Natriumlicht in Luft $2E = 24^{\circ}7\frac{1}{2}$, daher $2H = 14^{\circ}37\frac{1}{2}$, $\varrho < v$; eine geringe horizontale Dispersion ist wahrnehmbar, c:c für Rot größer als für Blau.

An einem Zwilling von Monazit nach α vom Säulenkopf auf der Froßnitzalpe bei Prägratten (Tirol), bei dem α Zwillings- und Verwachsungsebene ist, beobachtete O. Pohl (Min.-petr. Mitt. 22, 472, 1903) an einem Spaltblättchen senkrecht zu α , daß unter dem Mikroskop bei gekreuzten Nicols die Auslöschungsrichtungen in den beiden Einzelkristallen mit der Zwillingsnaht einen Winkel von $+ 3 \cdot 1^{\circ}$ bzw. $- 3 \cdot 1^{\circ}$ in weißem Licht einschließen.

W. Pbinz (Bull. Acad. Belgique, Cl. d. Sc. 1904, 313) fand für Monazit von Nil-St. Vincent, Belgien, $2E=25^{\circ}45'$ bis $26^{\circ}50'$ für weißes, $2E=23^{\circ}30'$ für Natriumlicht, 2V etwa $12^{\circ}15'$ für Natriumlicht; im roten und gelben Licht weichen die Winkel der optischen Achsen nur wenig voneinander ab. Achsenebene senkrecht (010) und fast parallel (100); $\varrho < v$, horizontale Dispersion nicht wahrnehm-

bar; Achsenbilder ohne Anomalien. $\gamma:c=2^{\circ}\,27'$ bis etwa 4° . Pleochroismus sehr schwach, in den winzigen und schwach gefärbten Kristallen fehlend und erst bei einer gewissen Stärke der Färbung und Dicke der Kristalle sichtbar werdend; fällt in einer Platte nach a, auf die Licht senkrecht auftrifft, die Spur eines Nicolhauptschnittes mit der Richtung von (010) zusammen, so wird der bernsteingelbe Ton der Platte dunkler. Nach der Methode von Chaulnes ergab sich $n=1\cdot86-1\cdot94$ für verschieden gefärbte, in der Richtung senkrecht a von Licht durchstrahlte Kristalle.

E. A. Wülfing (bei H. Rosenbusch und E. A. Wülfing, Mikroskop. Physiogr. 1_2 , 187, 1905) fand für Monazit von Arendal als Mittel der Beobachtungen an mehreren Prismen in Gaslicht bei einem möglichen Fehler von ± 0.0004 : $\alpha = 1.7957$, $\beta = 1.7965$, $\gamma = 1.8411$. Als Mittel von drei Messungen nach der Methode von E. Mallard ergab sich $2E = 23^{\circ}\,2'$; andere Messungen führten zu den Werten $22^{\circ}\,9'$, $24^{\circ}\,6'$, 25° , $25^{\circ}\,4'$; e:c wurde zu -3° bestimmt. H. Rosenbusch (a. a. O.) hatte $\beta = 1.7999$, $\gamma = 1.8446$ erhalten.

Nach A. Lacroix (Bull. Soc. fr. de Min. 32, 316, 1909) hat Monazit aus den Monazitsanden des Mananjary, Madagaskar, einen kleinen Winkel der optischen Achsen; im Dünnschliff ist Pleochroismus nicht wahrnehmbar, dagegen in Körnern und zwar gelb in verschiedener Stärke, am stärksten parallel b.

J. Schetelig (Norsk geol. tidskr. 2, Heft 3, 1913. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1913, 2, 41) erhielt für Monazit von Mölland, Iveland, Norwegen:

Lichtart	α	Y
Lithium	1.7882	1.8388
Natrium	1.7938	1.8452
Thallium	1.7997	1.8522
Strontium	1.8144	1.8658

Ebene der optischen Achsen senkrecht (010), $e: \gamma = 2^{\circ}55'$ für Natriumlicht; $2E_{*}$ für Natriumlicht gleich $23^{\circ}15'$, daraus $2V^{1}$ gleich etwa $12^{\circ}42'$.

J. Uhder (C.-Bl. f. Min. 1915, 41) fand nach der Einbettungsmethode den mittleren Brechungsexponenten n des Monazits von Bom Jesus das Meiras, Bahia, zu etwa 1.75—1.80 und schwachen, auch an kleinen Kristallen unter dem Mikroskop wahrnehmbaren Pleochroismus zwischen heller und dunkler gelb. Das Mineral wird beim Glühen weiß, behält aber seine starke Doppelbrechung.

E. Schmidhuber (vgl. S. 319) beobachtete an mikroskopisch kleinen Monaziten aus Graniten und Gneisen des Schwarzwaldes im allgemeinen keinen Pleochroismus, nur intensiv gefärbter Monazit aus Granit von der Teufelsküche bei Schenkenzell zeigte Pleochroismus von grün zu farblos.

Monazit von Ambatofotsikely, Madagaskar, nach R. Ch. Sabot (Diss. Genf 1914. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1920, 138). Ebene der optischen Achsen senkrecht (010), die erste Mittellinie bildet einen Winkel von 10° mit der Vertikalachse. Mittelwerte der Brechungsindizes:

Lichtquelle	α	β	γ	2 V (berechnet	2E (gemessen)
Lithium	1.79460	1.79501	1.84308	100 33′ 10″	190 26' 48"
Natrium	1.80036	1.80081	1.84939	10 59 40	19 42 48
Thallium	1.80036	1.80603	1.85548	11 35 50	20 21 24

¹ Im Auszug steht 2 E.

K. Busz, N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 39 (Bauer-Festschr.) 492, 1914, erhielt für Monazit von Dattas, Minas Geraes, Brasilien:

Farbe	Wellen- länge in Ångström- Einheiten	α	β	γ	2E	2 V (aus 2 E u. β)	$2 V \text{ (aus)}$ α, β, γ	e:c
rot	6200	1.78659	1.78771	1.84163	28°14′ 00″	150 40' 44"	160 45' 54"	3052"
gelb	5780	1.79024	1.79123	1.84412	28 04 00	15 33 36	15 54 26	3 38
grün	5462	1.79374	1.79468	1.84706	28 00 30	15 29 52	15 36 24	3 27
blau	4358	1.80832	1.80927	1.86692	27 53 00	15 18 20	14 58 40	3 02

Farbe honig- bis dunkelorangegelb mit einem Stich ins Himbeerrote; dickere Platten orangerot mit schwachem, aber deutlichem Pleochroismus zwischen organgegelb und orangerot, der am besten in Platten parallel zur Ebene der optischen Achsen zu beobachten ist.

A. Cossa (Atti R. Accad. Lincei, Mem. Cl. sc. fisc. [3] 3, 30, 1879) erhielt von einem völlig durchsichtigen, honiggelben Monazitkristall von Grigioni, Val Nalps, Graubünden, bei Beleuchtung mit einer von kampferhaltigem Petroleum gespeisten Lampe ein charakteristisches Absorptionsspektrum, in dem bei den Wellenläugen 626·9, 600·9, 585·7, 583·9, 579·5, 577·7, 575·1 und 526·7, 524·4, 523·2, 517·1, 510 $\mu\mu$ kennzeichnende Linien auftraten; die Dicke der durchstrahlten Schieht betrug 1·21 mm. Eine 0·2 mm dicke Platte aus Monazit von Arendal lieferte ein ein wenig bleiches Spektrum.

H. Becquerel (Ann. de chim. et de phys. [6] 14, 227, 1888) untersuchte an drei Platten aus einem kleinen Monazitkristall von einem nicht angegebenen Fundort, die senkrecht zu den beiden Mittellinien und zur optischen Normalen geschnitten waren, Absorptionsspektren mit Hilfe von parallelstrahligem, geradlinig polarisiertem Licht. Die Spektren sind nicht abgebildet, sondern es werden nur die Orte der Absorptionsstreifen durch Angabe der zugehörigen Teilstriche M des Mikrometers und die diesen entsprechenden Wellenlängen λ in $\mu\mu$ mitgeteilt (vgl. die Tabelle auf S. 303 und auch Xenotim, S. 242).

Der Streifen $M=89\cdot 9$, $\lambda=571\cdot 7$ zeigt dieselbe Eigentümlichkeit wie der entsprechende Streifen in den Absorptionsspektren von Didymsulfat (H. Bequerel, a. a. O., S. 208). Läßt man auf eine in Öl getauchte Platte von Didymsulfat parallelstrahliges, geradlinig polarisiertes Licht in der Richtung der kristallographischen Symmetrieachse, die zugleich erste Mittellinie ist, auffallen und dreht man die Platte während der Betrachtung des zugehörigen Absorptionsspektrums um diese Achse, so daß die Ebene (010) nacheinander nach allen zu ihr senkrechten Ebenen von polarisiertem Licht durchstrahlt wird, so beobachtet man folgende Erscheinung. Je nach dem Drehungssinn der Platte wird der Streifen $M=89\cdot 9$, $\lambda=571\cdot 2$ (eine Anzahl anderer Streifen zeigt dasselbe Verhalten) beim Drehen dunkler oder heller und verschwindet für eine bestimmte Stellung der Platte, also für eine bestimmte Richtung, in der das polarisierte Licht die Platte durchsetzt, vollständig. Die Lage dieser "anomalen Richtungen" zu den von ihnen verschiedenen optischen Symmetrieachsen für einfarbiges Licht konnte beim Didymsulfat ermittelt werden; bei dem

Das geradlinig polarisierte Licht schwingt parallel zur Richtung der

ersten M	I ittellinie	optischen	Normalen	zweiten l	Mittellinie
M	λ	M	λ	M	λ
42.2	681.5	42.2	681 • 5	42.2	681.5
42.2	681.5	44.6	674.5	44.6	674.5
62.0	626 • 7	62.0	626 • 7	62.0	626 • 7
62.0	626 · 7	63.5	623 • 4	62.0	626 · 7
62.0	626 • 7	63.5	623 • 4	64.1	622.0
62.0	626 · 7	73.9	600.6	73.9	600.6
62.0	626 • 7	76.5	595.5	76.5	595.5
78.7	591.5	78.7	591.5	78.7	591.5
79.2	590.5	78.7	591.5	78.7	591.5
79.2	590.5	80.5	588.0	78.7	591.5
81.2	586.9	81.2	586.9	81.2	586 • 9
82.5	584.2	82.5	584.2	82.5	584.2
82.5	584.2	83.4	582.8	82.5	584.2
84.8	580.4	84.8	580.4	84.8	580.4
85.8	578.5	84.8	580.4	85.8	578.5
86.2	577.8	86.2	577.8	86 · 2	577.8
87.6	575.4	87.6	$575 \cdot 4$	87.6	575.4
88.5	573.9	88.2	574.5	88•2	574.5
89.1	573.0	88.2	574.5	88.2	574.5
89.9	571.7	89.9	571.7	89.9	571.7
89.9	571.7	113.0	537.5	89.9	571.7
89.9	571.7	116.5	533.0	89.9	571.7
89.9	571.7	118.5	530.3	89.9	571.7
121.2	527 · 2	121.2	527.2	121.2	527.2
123.0	525 • 1	123.0	525.1	123.0	525 · 1
124.9	522.5	124.9	522.5	124.9	522.5
125.4	522.0	125.4	522.0	125.4	522.0
126.5	520.8	125 · 4	522.0	125.4	522.0
133.5.	512.7	133.5	512.7	133.5	512.7
136.0	510.0	136.0	510.0	133.5	512.7
136.0	510.0	163.1	483.5	163.1	483.5
136.0	510.0	173.5	475.0	173.5	475.0

untersuchten Monazit war wegen der geringen Größe der benutzten Platten nur die Feststellung möglich, daß die anomalen Richtungen in der Symmetrieebene liegen. — Eine kurze Zusammenfassung der Hauptergebnisse dieser Arbeit findet sich bei H. Becquerel, Bull. Soc. fr. de Min., 10, 120, 1887).

V. Agafonoff. (Verh. min. Ges. St. Petersburg 39, 552, 1902) fand spektroskopisch bei der Durchstrahlung einer 0·3-0·4 mm dicken Schicht von Monazit Absorptionsbanden zwischen Gelb und Grün.

J. Becquerel (C. R. 144, 1336, 1907; Phys. Ztschr. 8, 929, 1907) stellte fest, daß die Absorptionsbanden in Absorptionsspektren von Monazit bereits durch den Einfluß einer Erniedrigung der Temperatur, also ohne die Einwirkung eines Magnetfeldes (vgl. Xenotim, S. 248), beträchtliche Veränderungen (Verschiebungen) erfahren.

Nach G. EBERHARD (S.-B. Akad. Wiss. Berlin 1908, 851) ließ brasilianischer, von Dr. Kuhnheim bezogener Monazitsand im Funkenspektrum die stärksten Scandiumlinien gerade noch erkennen, zeigten brasilianischer, von Dr. Knörler bezogener, und nordamerikanischer Monazitsand keine Scandiumlinien und ließen alle drei Proben die Anwesenheit seltener Erden wahrnehmen. Nach demselben Forscher (a. a. O. 1910, 404) ließ Monazit aus Embabaan, Swaziland, keine Scandiumlinien und keine seltenen Erden, Monazit von Impilacks, Finnland, dagegen die Scandiumlinien stark erkennen und auch die seltenen Erden (vgl. Columbit, S. 442).

K. Busz (N. Jahrb. f. Min. Beil.-Bd. 39, Bauer-Festschr. 496, 1914) untersuchte Absorptionsspektren des Monazits von Dattas, Brasilien. Alle Strahlen über Blau hinaus von etwa $\lambda=4500~\mu\mu$ ab wurden absorbiert; bei Beleuchtung mit einer Nernstlampe zeigten sich vier Streifen im Gelb bei 5807, 5788, 5756, 5117 $\mu\mu$; zwei Linien im Blau bei 5220 und 5202 $\mu\mu$, eine etwas verwaschene Linie beim Übergang in Blau, in diesem mehrere scharfe Linien und dann noch eine sehr dunkle Bande. Weiterhin wurden Spektren photographisch aufgenommen, bei deren Erzeugung zwischen Lichtquelle und Mineral ein Nicol eingeschaltet war, dessen Hauptschnitt entweder parallel zur ersten oder zur zweiten Mittellinie verlief (vgl. die Abb. und den Text des Originals). Alle Banden gehörten, soweit festgestellt, dem Spektrum des Neodyms an.

Nach A. MIERS (bei H. L. Bowman, Ztschr. f. Kryst. 33, 113, 1900) kann Monazit leicht an dem Absorptionsspektrum erkannt werden, das man erhält, wenn man das von dem losen oder noch im Handstück befindlichen Mineral reflektierte Licht mit einem Handspektroskop prüft. Bei einer derartigen Untersuchung loser Kristalle ist es zweckmäßig, sie auf weißes Papier zu legen und das Spektroskop unter einem geeigneten Winkel gegen die Unterlage zu richten. Man beobachtet breite Absorptionslinien zwischen Rot und Gelb, schmale im Grün (K. L. KITHIL, Chem. News 114, 266, 1916). Unter dem Mikroskop lassen sich nach R. Schafizer (Ztschr. f. Kryst. 12, 255, 1887) und H. L. Bowman (a. a. O.) Absorptionsspektren angeschliffener Monazitplatten folgendermaßen beobachten. Man legt die Platte auf den Objekttisch eines mit einem schwachen Objektiv versehenen Mikroskops, konzentriert auf sie direktes Sonnenlicht und ersetzt das Okular durch ein kleines Handspektroskop. H. Rösler (Ztschr. f. Kryst. 36, 265, 1902) beobachtete an Körnchen von Monazit unter einem Mikroskop mit Spektroskopokular charakteristische Absorptionsspektren, wenn er eine nicht zu schwache Vergrößerung anwandte, damit ein möglichst großer Teil des Gesichtsfeldes von dem Mineralkorn ausgefüllt wird. Nach O. A. Derby (Am. Journ. of Sc. [4] 10, 217, 1900) können derartige Untersuchungen an durchsichtigen Monaziten in der Weise vorgenommen werden, daß man die Körner auf einem Objektträger nebeneinander in Canadabalsam einbettet.

Nach H. Fischer (Ztschr. f. Kryst. 4, 373, 1880) ist Monazit von Narestoe, Norwegen, schwach magnetisch (er bildet am Magnetstabe "einen schwachen Bart"). Mit einem Elektromagneten kann Monazit von dem ihn gewöhnlich begleitenden Zirkon getrennt werden; bei geeigneter Versuchsanordnung gelingt auch die Scheidung von Monazit und Xenotim (O. A. Derby, Am. Journ. of Sc. [4] 10, 217, 1900).

Vor dem Lötrohr unschmelzbar (G. Rose, Pogg. Ann. 49, 227, 1840). Gibt beim Erhitzen im Kölbchen kein Wasser oder flüchtige Substanzen ab, zerknistert nicht und erleidet anscheinend keine Veränderung. Wird beim Glühen in der Pinzette dunkelgrau; bei sehr starkem Glühen werden die Kristallflächen wieder glänzend. Färbt für sich die Löt-

Monazit. 305

rohrflamme nicht, erteilt ihr dagegen, gepulvert und mit Schwefelsäure befeuchtet, eine blaugrüne Färbung. In Borax zu einem in der Wärme gelbroten, nach der Abkühlung farblosen Glase löslich; im Reduktionsfeuer verhält er sich fast ebenso, niemals ist in den Perlen eine grünliche Farbe wahrzunehmen. Eine gesättigte, kurze Zeit neben Zinn auf Kohle behandelte Phosphorsalzperle zeigt eine, wenn auch schwache, Titanreaktion. Mit Soda auf Kohle geschmolzen, liefert Monazit bleifreie Zinnkugeln; mit Soda auf Platin geschmolzen, zeigt er die Reaktion auf Mangan. Bei der Behandlung mit Borsäure auf Kohle entsteht eine Perle, die mit Eisendraht eine weiße spröde Kugel von Phosphoreisen gibt. In Schwefelsäure leicht löslich; von Salzsäure unter Chlorentwicklung (diese Angabe wird bestritten, s. u.) zerlegt; es entsteht hierbei eine tiefgelbe Lösung und ein weißer erdiger Rückstand (Angaben nach C. Kersten, Pogg. Ann. 47, 385, 1839; für Monazit aus dem Ilmengebirge). Nach C. F. Plattners "Probierkunst mit dem Lötrohre" (7. Aufl., herausgeg. von F. Kolbeck, S. 179, Leipzig 1907) hat Monazit folgendes Verhalten vor dem Lötrohre. Er löst sich in Borax in der Oxydationsflamme zu einem gelblichen Glase auf, das während der Abkühlung beinahe farblos wird; im Reduktionsfeuer ist die Boraxperle in der Wärme gelb, nach dem Erkalten farblos und kann bei starker Sättigung emailweiß geflattert werden. Phosphorsalz löst Monazit im Oxydationsfeuer leicht zu einem klaren Glase auf, das in der Wärme gelb, nach dem Erkalten beinahe farblos ist. Im Reduktionsfeuer verhält sich das Glas fast ebenso. Thorhaltige Monazite hinterlassen beim Lösen in Salzsäure einen weißen, wesentlich aus ThO2 und SiO2 bestehenden Rückstand. Die übrigen Angaben stimmen mit denen C. Ker-STENS überein. — Wird durch langes Erhitzen mit starker Schwefelsäure, durch Schmelzen mit Kaliumbisulfat, Natriumcarbonat, Natriumcarbonat-Kaliumcarbonat, Natriumcarbonat mit einem Zusatz von Natriumhydroxyd aufgeschlossen. Über die Einwirkung von Phosgendämpfen vgl. J. BARLOT und ED. CHAUVENET (C. R. 157, 1153, 1913).

G. Rose (a. a. O. 1840) widerspricht der Angabe C. U. Shepards (Am. Journ. of. Sc. 32, 162, 1837), daß der Monazit (Edwardsit) von Norwich vor dem Lötrohr an den Kanten zu einem durchsichtigen Glase schmelze. Nach F. Wöhler (Pogg. Ann. 67, 424, 1846) ist der Monazit (Kryptolith) aus dem Apatit von Arendal vor dem Lötrohr unschmelzbar; nach E. J. Chapman (Quarterly Journ. of Chem. Soc. 2, 154, 1850) schmilzt der Kryptolith aus dem Kobalterz von Johannisberg in Schweden vor dem Lötrchr an den Kanten. Der Monazit aus den Steinbrüchen von Nil-St. Vincent, Belgien, ist schwer schmelzbar (A. Renard, Bull. de l'Acad. roy. de Belgique [3] 2, 128, 1881). Nach C. U. Shepard (a. a. O.) verliert der Monazit von Norwich beim Glühen vor dem Lötrohr seine rote Farbe und wird perlgrau mit einem Stich ins Gelbe. - Von Königswasser wird Monazit auch im gepulverten Zustande nur wenig angegriffen (C. U. Shepard, a. a. O.); F. Wöhler (a. a. O.) vermochte bei der Einwirkung von konzentrierter Salzsäure auf Monazit (Ilmengebirge) die von C. Kersten angegebene Entwicklung von Chlor nicht festzustellen, das Mineral löste sich hierbei nur sehr langsam und unvollständig auf; R. Hermann (Erdm. u. March, Journ. f. pr. Chem. 40, 21-31, 1847) beobachtete bei der Auf-

lösung des Monazits und des Monazitrids aus dem Ilmengebirge in Salzsäure gleichfalls Entwicklung von Chlor. Die Lösung in Salzsäure ist dunkelgelb gefärbt. Nach J. Wöhler wird gepulverter Monazit von konzentrierter Schwefelsäure in der Wärme vollständig zerlegt. - Für den Monazit (Eremit) von Watertown teilt C. U. Shepard (Am. Journ. of Sc. 32, 341, 1837) folgende Reaktionen mit, die zum Teil den vorstehenden Angaben widersprechen. Wird vor dem Lötrohr augenblicklich farblos und durchsichtig, ohne, selbst in sehr dünnen Splittern, zu schmelzen. Gibt mit Soda auf Platin eine weiße trübe Masse mit einem einzigen gelben Fleck. Mit Borax schmilzt er langsam zu einer bernsteingelben, durchsichtigen Perle, die beim Flackern blässer und milchig wird. Greift, im gepulverten Zustande mit Schwefelsäure erhitzt, diese an. - Nach C. F. Plattner (bei A. Breithaupt, Vollst. Charakteristik d. Min.-syst. [3] 330, Dresden u. Leipzig 1832) schien Monazit (Ilmengebirge) in der Weißglühhitze nur an den Kanten zu schmelzen; diese wurden grünlichgelb, der übrige Teil perlgrau. Ferner erhielt Plattner eine Phosphorsalzperle, die in der Oxydationsflamme in der Wärme gelb, nach dem Erkalten gelblichgrün und trüb war. In der Reduktionsflamme zeigt die Phosphorsalzperle warm eine grüne, nach dem Erkalten nur schwache grüne Farbe und wurde ganz undurchsichtig. Aus allen erhaltenen Reaktionen schloß Plattner, daß Uranoxyd ein Hauptbestandteil des Monazits sei. C. Kersten (a. a. O.) erhielt mit Monazit keine grün gefärbten Perlen, dagegen C. U. Shepard (a. a. O. 32) mit Edwardsit eine gelblichgrüne Boraxperle. Uran wurde im Monazit (Ilmengebirge) weder von C. Kersten (a. a. O.) noch von Berzelius (Mitteilung an C. Kersten, vgl. a. a. O.) gefunden. — Nach R. Hermann (Journ. f. prakt. Chem. 33, 90, 1844) gibt Monazit vom Ilmengebirge ein licht rötlichbraunes Pulver. Dieses wird beim Glühen etwas dunkler, ohne sein Gewicht zu ändern.

Thoriumgehalt. Als erster hatte C. Kersten (Analyse XX.) im Monazit (von Miask) ThO, gefunden; C. U. Shepard stellte dieses Oxyd bei einer erneuten Analyse (LXXIX.) des Monazits (Edwardsits) von Norwich, Connecticut, fest, nachdem er es ursprünglich übersehen hatte (vgl. S. 362). R. Hermann fand trotz besonderen Suchens im Monazit von Miask (Analyse XXI.) und auch im Monazitoid (Analyse XXII.), vgl. S. 339), keine Thorerde; dasselbe Ergebnis hatten F. Wöhler beim Kryptolith von Arendal (Analyse II., vgl. S. 334), H. Watts beim Phosphocerit aus den Kobalterzen von Johannisberg in Schweden (Analyse XVII., vgl. S. 337), A. Damour u. A. Des Cloizeaux beim Monazit aus dem Rio Chico (Analyse LXVIII.), F. Rado-MINSKY bei Kårarfveit (Analyse XV., vgl. S. 337), C. F. RAMMELSBERG beim Monazit von Arendal (Analyse III.), A. Renard (Bull. Acad. Belgique [3] 2, 128, 1881) beim Monazit von Nil St. Vincent, Belgien, H. Gorceix bei drei brasilianischen Monaziten (Analyse LIX., LXIV.-LXV.) und C. Winkler beim Monazit aus dem Zinnerz von Dendang (Analyse XXXVII.-XXXVIII.). Für den Monazit von Miask teilt R. HERMANN später (Analyse XXIV.) mit, daß er 32·42°/0 ThO2 in ihm gefunden habe. Dieses Ergebnis wird von C. W. Blomstrand (Lunds Univ. Ars Skrift 25, IV, Nr. VI, 1889; Journ. prakt. Chem. [N. F.] 41, 266, 1890) bestätigt, in bezug auf die Höhe des Betrages jedoch angezweifelt (Analyse XXV.—XXVII). Im Gegensatz zu C. F. Ram-MELSBERG fand C. W. BLOMSTRAND im Monazit von Arendal (Analyse IV.) ThO,

Die Zahl der thoriumfreien Monazite ist also (vgl. die vorstehenden Analysen) sehr gering. Es entsteht infolgedessen die Frage, in welcher Form der beinahe regelmäßig auftretende Bestandteil ThO_2 im Monazit vorhanden ist. C. F. Rammelsberg (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. 29, 79, 1877) führte den Thorgehalt des Monazits aus dem Ilmengebirge darauf zurück, daß das Mineral vielleicht ein Phosphat $Ce_3P_4O_{16}$ enthält, dem eine Verbindung $Th_3P_4O_{18}$ isomorph beigemischt ist. S. L. Penfield (Am. Journ. of. Sc. [3] 24, 250, 1882; Ztschr. f. Kryst. 7, 362, 1883) kam auf Grund seiner Untersuchungen an den Monaziten von Pelton's

Monazit. 307

Quarry, Brindletown und aus Amelia Co. (Analysen LXXIII. u. LXXVIII.) zu dem Ergebnis, daß der Gehalt an ThO2 auf die Gegenwart eines mechanisch beigemengten Thoriumsilicats (im Monazit von Pelton's Quarry soll es unzweifelhaft Thorit sein) bedingt ist. F. P. DUNNINGTON (Am. Chem. Journ. 4. 140, 1882/83) glaubte den bei der Analyse des Monazits aus Amelia Co. (Nr. LXXVI.) festgestellten Gehalt an ThO, auf mechanisch beigemengten Orangit zurückführen zu können; nach ihm läßt sich diese Frage auf Grund jener Analyse jedoch nicht mit Sicherheit entscheiden. W. A. DIXON (bei A. LIVERSIDGE, Minerals N.-S.-Wales [2] S. 58, [120] 1882), der im Monazit von Vegetable Creek (Analyse XLIII.) ThO. gefunden hatte, weist darauf hin, daß die damals gültige Formel 29 % P2O5 erfordere, während er in dem Mineral nur 25.09 % und 24.61 % P2O5 gefunden hatte. S. L. Penfield u. E. S. Sperry (Am. Journ. of Sc. [3] 36, 322, 1888) konnten bei der Analyse des Monazits aus Alexander Co. (Nr. LXXII.) wegen des zu geringen Gehaltes an ThO2 nicht entscheiden, ob das Thorium in dem Mineral als Silikat oder als Phosphat vorhanden ist; nach ihnen kann ThO2, obwohl es in fast allen Monaziten vorkommt, nicht als ein wesentlicher Bestandteil angesehen werden. Im Jahre 1887 kam C. W. Blomstrand (Geol. För. Förb. 9, 160, 1887) zu dem Ergebnis, daß die Monazite Phosphate von Ceroxyden und Thoroxyd sind, in denen etwas Phosphorsäure durch Kieselsäure ersetzt ist. Später (C. W. Blomstrand, Lunds Univ. Ars Skr. 25, IV, Nr. VI, 1889; Journ. prakt. Chemie [N. F.] 41, 266, 1890) faßte er die Kieselsäure als einen Bestandteil eines dem Monazit innigst beigemischten Silicates auf. Nach ihm darf die Thorerde nicht als ausschließlich an Kieselsäure gebunden angesehen werden, da in der Mehrzahl der Analysen die Cer- und Ytteroxyde zur Sättigung der Phosphorsäure nicht ausreichen. Bei einer Anzahl von Monaziten ist ein Teil des Thoriums als Phosphat, ein anderer als Silicat vorhanden; in anderen Monaziten ist alles Thorium als Phosphat gebunden. Einen thorfreien Monazit hat C. W. BLOMSTRAND (a. a. O.) nicht gefunden; nach ihm kann die Thorerde, wenn sie nicht besonders gesucht wird, bei der Analyse ebenso leicht übersehen werden, wie die Kieselsäure; ohne Berücksichtigung der letzteren Säure erscheint ihm der chemische Bau der Monazite unerklärlich. Nach J. W. Ling (Chemiker-Ztg. 19, 1468, 1895) ist Thorium als Phosphat im Monazit als akzessorischer Bestandteil vorhanden. K. Preis (Sitz.-Ber. Böhm. Ges. Wiss. 1897, Nr. 19, 5) führt den Thoriumgehalt des Monazits von Pisek (Analyse I.) auf mechanisch beigemengten Thorit zurück. E. Hussak u. J. Reitinger (Ztschr. f. Kryst. 37, 560, 1903) (vgl. J. Reitinger, Diss. Techn. Hochschule, München 1902, 7) kamen (Analyse LX., LXIII.) zu dem Ergebnis, daß, da es kieselsäurefreie Monazite gibt, das Thorium im Monazit weder beigemengtem Thorit angehören, noch teilweise an Silicium gebunden sein kann. Auch die Annahme, ThO2 spiele die Rolle einer schwachen Säure und vertrete etwa ZrO2, TiO2 oder SiO2, trifft nicht zu, da ThO2 selbst beim Schmelzen mit Ätzkali keine Salze bildet und sich in allen Verbindungen als Base verhält, die mit starken Säuren beständige Verbindungen eingeht. Die genannten Autoren schreiben dem Monazit die empirische Formel x(Ce, La, Nd, Pr)PO4 · yTh3(PO4)4 zu. O. MANN (Diss. Leipzig 1903, 4) fand in verschiedenen Monaziten (Tvedestrand, Miask, Chester, Brasilien) Einschlüsse, die zum Teil Thorit sind. Der innige Zusammenhang, in dem der beigemengte Thorit zu Rissen und Sprüngen steht, macht seine sekundäre Entstehung wahrscheinlich. Das Mineral kann entweder nachträglich eingewandert sein oder sich durch Einwirkung SiO2-haltiger Wässer auf Thoriumphosphat, das dem Monazit primär beigemischt ist, gebildet haben.1 Hiernach wäre also Monazit eine isomorphe

¹ Die Einwirkung SiO₂-haltiger Tagewässer auf Monazit hatte im vorliegenden Zusammenhange bereits C. W. Blomstrand (a. a. O. 1889, 1890) erörtert.

Mischung von Ce-, La-, Nd-, Pr-Phosphat mit Th-Phosphat, in der Thorit vorhanden sein kann. Nach R. Böhm (Selt. Erden 2, 89, 1905) ist Thorium kein eigentlicher Bestandteil des Monazits, sondern nur ein fast regelmäßiger Übergemengteil. Nach W. C. Brögger (Min. südnorweg, Granitpegmatite, Vid. Selsk. Skrift., I. Math. nat, Cl. 1906, Bd. 1, Nr. 6, S. 123) verhält sich Monazit zu Xenotim wie etwa monokliner zu rhombischem Pyroxem, und seine Formel wäre vielleicht (CeO) · PO₈. Die Ansicht S. L. Penfields, daß dem thorhaltigen Monazit Thorit beigemengt ist, mag nach Brögger in einigen Fällen zutreffen. Da W. C. Brögger jedoch thorhaltigen Monazit ohne Verunreinigung von Thorit beobachtet hat, kommt er zu dem Ergebnis, daß dem Monazit [(CeO)·PO₃] eine homöomorphe Verbindung (ThO). SiO₃ beigemischt ist. O. Kress u. F. J. Metzger (Journ, Am. Chem. Soc. 31, 640, 1909) bestimmten bei Monazit in 64 Fällen den Gehalt an ThO, und den Gesamtgehalt an SiO2; die Kieselsäure besteht hierbei zum Teil aus Quarz, zum Teil aus amorpher Kieselsäure; letztere stellt nach den genannten Autoren die im Monazit als Silicat vorhandene Menge dar. Von den 64 Analysen beweisen 55, daß Thorium nicht als Silicat vertreten sein kann, 5 Bestimmungen ergeben einen Überschuß an Silicatkieselsäure über den für ThO2 erforderlichen Gehalt und vier Analysen konnten nicht berücksichtigt werden. Demnach dürfte ThO2 in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle als Phosphat vorhanden sein. Nach C. Doelter (Handb. Min.-Chem. III, 557, 1918) schließt sich S. J. Johnstone (Journ. Soc. chem. Ind. 33, 31, Januar 1914) nicht der Penfieldschen Theorie (s. o.) an, da die Kieselsäure zur Bildung einer Verbindung ThO2. SiO2 nicht ausreicht. Seine Löslichkeitsversuche führen ihn dazu, die Ansicht, daß die Phosphorsäure an die Cererden gebunden ist, für nicht einwandfrei zu halten, da die vorhandene Phosphorsäure zur Bindung aller Cererden nicht ausreicht; diese müßten vielmehr als Silicat oder als Oxyd vorhanden sein. Nach C. Doelter (a. a. O.) dürfte es sich beim Monazit wohl um feste Lösungen handeln, wobei das Ceriumphosphat sowohl mit Thoriumphosphat, als auch mit Thoriumsilicat und vielleicht auch mit SiO2, Ce2O3 und ThO2 feste Lösungen bilden dürfte. Die Ansicht, dem Monazit sei ThO2, ein Thoriumsilicat oder Thorit, mechanisch beigemengt, ist nach C. Doelter, a. a. O. nicht haltbar. Nach E. Schmidthuber (Naturw. Diss. Tübingen 1916; Jahr.-Ber, u. Mitt. Oberrhein. geol. Ver. [N. F.] 5, 51, 1915) ist Thorium ebenso wie Lanthan, Praseodym und Neodym ein primärer Bestandteil des Monazits. Der bisweilen 10% übersteigende Gehalt des Minerals an ThO, dürfte sich kaum auf beigemengten Thorit zurückführen lassen. Der Verfasser, K. Schulz, ist der Ansicht, daß vorstehende Ergebnisse, die auf der Erörterung von quantitativen Analysen, der Untersuchung von Dünnschliffen und auf Löslichkeitsbestimmungen beruhen, der Ergänzung durch synthetische Versuche bedürfen. Zunächst müßte versucht werden, die thermische und die mikroskopische Analyse der binären Systeme Ceriumphosphat-Thoriumphosphat, Ceriumphosphat-Ceriumoxyd, Ceriumsilikat - Thoriumsilikat - Ceriumsilikat - Siliciumdioxyd, Ceriumsilicat - Ceriumoxyd, Thoriumphosphat-Thoriumsilicat, Thoriumphosphat-Thoriumoxyd, Thoriumsilicat-Thoriumoxyd, Thoriumsilicat-Siliciumdioxyd wenigstens teilweise durchzuführen.

H. E. BAUER (bei W. FLORENCE, N. Jahrb. f. Min., 1898, II, 138) erhielt in einer mit Monazit von Minas Geraes gesättigten Borax-Lötrohrperle durch Abkühlung sechsstrahlige und gabelige, doppeltbrechende, gerade auslöschende Kristallite. Eine Borax-Lötrohrperle mit Monazit von Arendal zeigte dieselben Wachstumsformen. Die radialstrahligen Sterne wiesen starke Doppelbrechung auf, während die gabeligen Mikrolithe sehr schwach doppeltbrechend waren. In einer aus Natriumborax und Kaliumborax bestebenden, mit Bleioxyd, jedoch ohne daß

Trübung auftrat, gesättigten Lötrohrperle, die gepulverten Monazit von Diamantina aufgelöst enthielt, beobachtete W. Florence (a. a. O., 140) die für Ceroxyd charakteristischen Kristallausscheidungen. In der Regel traten hierbei noch dieselben farblosen Kristallite auf, die Lanthanoxyd und Didymoxyd in einer mit Bleioxyd (s. o.) gesättigten Phosphorsalz-Lötrohrperle hervorbringen; es ergab sich also auch eine Reaktion der Phosphorsäure und dieser Oxyde des Monazits. Bei der Auflösung von Monazitpulver in einer Phosphorsalz-Bleioxydlötrohrperle zeigte sich die für Ceroxyd charakteristische Reaktion. Nach O. A. Derby (Am. Journ. of Sc. [4] 10, 217, 1900) erfordert die Reaktion nach Florence 6 bis 12 Körner der gewöhnlichen Größe und sie gelingt besser in der Phosphorsalz- als in der Boraxperle.

Mikrochemisch läßt sich Monazit nach O. A. Derby (a. a. O.) dadurch nachweisen, daß man ein sehr kleines Stück des Minerals mit Schwefelsäure auf einem Objektträger erhitzt und die Schwefelsäure über einer kleinen Flamme verjagt. Es bilden sich die charakteristischen Kristalle von Ceriumsulfat; diese werden deutlicher, wenn man einen Tropfen Wasser hinzufügt und im Exsiccator verdampfen läßt. Bei Zusatz eines Tropfens von Ammoniummolybdatlösung zeigt sich die Phosphorsäurereaktion; in beiden Fällen ist ein Überschuß der Reagenzien zu vermeiden. Florencit (Hussak u. Prior) gibt dieselben Reaktionen (Unterscheidung von Monazit durch Form und Spaltbarkeit), Xenotim verhält sich ähnlich, ebenso auch die in Schwefelsäure löslichen zirkonhaltigen Silicate (Ausbleiben der Phosphorsäurereaktion bei letzteren!).

O. A. Derby (Am. Journ. of Sc. [4] 10, 217, 1900) prüfte die Einwirkung von Laboratoriumssäuren, die mit einem Teil Wasser verdünnt waren, auf gepulverten Monazit von Padro, Bahia, bei gewöhnlicher Temperatur. In 68 Stunden hatten sich gelöst in Salpetersäure $2.51^{\circ}/_{0}$, in Salzsäure $1.62^{\circ}/_{0}$, in Schwefelsäure $1.39^{\circ}/_{0}$ (festgestellt durch Bestimmung des Gehaltes der Säuren an $P_{2}O_{5}$). Nach S. J. Johnstone (Journ. Soc. chem. Ind. 33, 31. Janr. 1914; Angaben nach C. Doelter, Handb. Min.-Chem. III, 557, 1918) fanden sich nach $1^{1}/_{2}$ stündiger Einwirkung a) von konzentrierter Salpetersäure auf 1.8 g Monazit mit $10^{\circ}/_{0}$ ThO₂ in der Flüssigkeit 0.1130 g seltene Erden und 0.0223 ThO₂, b) von konzentrierter Salzsäure unter gleichen Bedingungen 0.2200 g bzw. 0.0390 g. Das Verhältnis ThO₂: $R_{2}O_{3}$ ist in beiden Fällen gleich.

Nach G. T. Prior (Min. Mag. 13, Nr. 61, 217, 1903) bestehen zwischen der Kristallform, der chemischen Zusammensetzung und dem Molekularvolumen (M.-V.) von Monazit und Krokoit die Beziehungen:

Monazit | CePO₄ | monoklin | a:b:c=0.9693:1:0.9256 | $\beta=76^{\circ}20'$, M.-V. = 47, Krokoit | PbCrO₄ | monoklin | a:b:c=0.9603:1:0.9159 | $\beta=77^{\circ}33'$, M.-V. = 54.

W. RAMSAY, J. N. COLLIE, M. TRAVERS (Journ. Chem. Soc. London 67, 684, 1895) untersuchten spektroskopisch die Gase, die von Mineralien bei deren Erhitzung im Vakuum abgegeben wurden, auf Helium.

Hjelmit, Fergusonit und Xenotim zeigten ein reines Heliumspektrum, die Monazite von Nordcarolina, Fahlun, Bahia, Skrotrop bei Moss enthielten sämtlich Wasserstoff und ziemlich viel Helium, dessen Anwesenheit auf den Gehalt der untersuchten Mineralien an Uran, Thorium und Yttrium zurückgeführt wird. W. A. TILDEN (Proc. Roy. Soc. London 59, 218, 1896) schloß aus seinen Versuchen mit Monazit ("von Prof. LOCKYER", ohne Fundort) und Cleveit, daß Helium in derselben Form in den Mineralien gebunden ist, wie Wasserstoff in verschiedenen Metallen oder Kohlenoxyd in Eisen. H. Erdmann (Ber. Deutsch. Chem. Ges. 29, 1710, 1896) wies nach (vgl. Xenotim, S. 252), daß Brasilianischer Monazitsand 0.004% Stickstoff in Form von Ammoniak enthält; Monazit von Moss wies bei der spektroskopischen Prüfung der aus ihm entwickelten Gase wenig Stickstoff auf; qualitativ wurde kein Ammoniak in ihm gefunden. Das Gas NH3 soll nicht aus der Luft stammen, sondern aus Metallnitriden, die in den Mineralien vorkommen sollen. W. RAMSAY u. M. TRAVERS (Proc. Roy. Soc. London 60, 443, 1897) erhitzten feingepulverte Mineralien und Gesteine für sich oder mit etwa der zweifachen Menge Kaliumsulfat im Vakuum bis zur Rotglut; Monazit, Fergusonit, Samarskit ergaben hierbei bis zu 1.5 ccm Helium auf 1 g; Columbit lieferte auf 1 g 1.3 ccm eines hauptsächlich aus Helium bestehenden Gases. J. N. LOCKYER (Proc. Roy. Soc. London 60, 133, 1897) verglich die Spektren der aus einer Anzahl von Mineralien freigemachten Gase mit denen von Stickstoff, Sauerstoff, Chlor, Kohlendioxyd, Kohlenoxyd, Schwefeldioxyd, Phosphorwasserstoff, Argon von Atmosphärendruck und denen von Platin (Substanz der Elektroden der Spektralröhre), Quecksilber und Kalium (die Gase wurden über Quecksilber oder Kalilauge aufgefangen) auf photographischem Wege. Im Spektrum betrug der Abstand zwischen den Linien D und K etwa 1.75 engl. Zoll. Die Feststellung der Wellenlänge erfolgte mit Hilfe des Sonnenspektrums unter Zugrundelegung der von H. A. Row-LAND angegebenen Werte von λ . Für Monazit wurden für folgende Wellenlängen unbekannte Linien gefunden; diesen Werten von \(\lambda\) sind, wenn möglich, entsprechende Zahlen für benachbarte Linien aus dem Sonnen- oder aus Sternspektren zugefügt. A gleich 3915.0, 3972.0 $\lceil 3971.0 \pmod{2}$ Chromosphäre der Sonne $(Young)^2$, $4071.0 \lceil 4071.90 \rceil$ Sonnenfinsternis von 1893; 4070 Bellatrix, δ Orionis, α Virginis 4082.0; 4483 [4482.2 Sonnenfinsternis von 1893]; 5485.0; 5505.0; 5575.0; 6064·0; 6066·1 (s); 6070 (s); 6122·43 (s). Ein den Zahlen beigefügtes (s) bedeutet, daß diese Werte mit einem Vierprismenspektroskop nach STEINHEIL ermittelt wurden.

P. und S. Curie (Compt. rend. 126, 1101, 1898; Rapports Congr. internat. de Phys. Paris 3, 79, 1900) untersuchten die Leitfähigkeit, die

¹ H. A. Rowland, Astrophys. Journ. 1-6; 1895-1897.

² C. A. Young, Am. Journ. of Sc. (3) 4, 356, 1872; Nature 7, 17, 1872.

Luft unter dem Einfluß radioaktiver Substanz annimmt, durch Ermittlung der Elektrizitätsmenge (in Amp.), die unter bestimmten Bedingungen die leitenden Substanzen durchfließt. Es ergab sich:

Substanz	$i imes 10^{11}\mathrm{Amp}.$	Substanz	$i \times 10^{11}$ Amp.
Pechblende (Johann-		Orangit	2.0
georgenstadt)	8.3	Monazit	0.5
Pechblende (Joachimstal)	7.0	Xenotim	0.03
Pechblende (Przibram)	6.5	Äschynit	0.7
Pechblende (Cornwall)	1.6	Fergusonit	0.4
Cleveit	1.4	Samarskit	1.1
Chalcolit	5 · 2	Columbit	0.3
Autunit	2.7	Carnotit	6.2
Thorit	1.4		

Von K. A. Hofmann u. F. Zerban (Ber. Deutsch. Chem. Ges. 35, 531, 1902) wurde ermittelt, daß Thorpräparate aus brasilianischem uranfreien Monazitsand gleich nach ihrer Abscheidung völlig inaktiv waren. G. F. BARKER (Am. Journ. of Sc. [4] 16, 164, 1903) prüfte die Einwirkung von Monazitsand aus Brasilien (90% Monazit, 6% ThO2) und aus Nordcarolina (66% Monazit, 4% ThO2) auf eine photographische Platte und stellte fest, daß der erstere ein wenig stärker wirkt als der letztere; auf demselben Wege fanden F. Kolbeck u. P. Uhlich (Centralbl. f. Min. 206, 1904), daß Monazit von Moss radioaktiv ist. Nach F. PISANI (Bull. Soc. min de Fr. 27, 58, 1904) brachte Monazit von Moss in 24 Stunden eine deutliche, Monazit von Grisons auf Gangart in 24 Stunden eine ziemlich deutliche, Monazit (drei kleine Kristalle) nach 45 Minuten eine ebensolche, nach 10 Minuten eine schwache, Monazitsand von Brasilien nach 24 Stunden eine sehr ausgeprägte, Monazit von Kårarfvet in 24 Stunden eine ebensolche Wirkung auf eine mit einem Diaphragma aus Metall bedeckte photographische Platte hervor. R. J. STRUTT (Nature 69, 473, 1903/04; Proc. Roy. Soc. London 73, 191, 1904; Chem. News 89, 133, 1904) prüfte Monazit und andere Mineralien auf ihren Gehalt an Radium auf Grund der von ihnen entwickelten Emanation. Das angewandte Verfahren versagte bei der Feststellung solcher Emanationen, die leichter zerfallen als Radiumemanation und in geringen Mengen vorhanden sind.

Alle untersuchten Mineralien hatten also Radiumemanation abgegeben. Sie wurden ferner darauf geprüft, ob sie Thoriumemanation entweichen lassen. Nur von dem norwegischen Monazit wurde Thoriumemanation, jedoch nicht in sehr reichlicher Menge, erhalten, von den anderen Mineralien dagegen nicht, insbesondere auch nicht von den thoriumhaltigen Monaziten aus Nordcarolina und aus Brasilien. Da diese jedoch radioaktiv sind und ihr Gehalt an Radiumemanation sehr gering ist, so kann ihre Aktivität nicht ausschließlich von Radium her-

Mineral	Fundort	Angewandte Gewichts- menge in Gramm	Spannungsabfall, den die Emanation bewirkt(Skalenteile, dividiert durch die Stundenzahl)	Spannungs- abfall, be- rechnet auf 100 g Subst.	Halbwerts- zeit der Emanation (in Tagen)
Samarskit	Nordcarolina	20	20.600	103.000	3.48
Fergusonit	Norwegen	7	4.280	61.000	3.80
Pechblende	Cornwall	40	11.900	29.800	3.50
Malakon	Hitteroe, Norwegen	20	1 • 440	7.200	3.81
Monazit	Norwegen	51	2.060	4.000	3.50
Monazit	Nordcarolina	82	37	45	3.81
Monazit	Brasilien	54	11	24	3.80
Zirkon	Nordcarolina	60	24.6.	41	4.05

rühren. Wahrscheinlich ist in ihnen Thoriumemanation vorhanden, die aber nicht entweichen kann. Alle diese Monazite enthalten praktisch kein Radium, geben aber Helium in ziemlicher Menge ab. Später (R. J. Strutt, Proc. Roy. Soc. London [A] 76, 81, 1905; Chem News 91, 299, 1905) ermittelte derselbe Autor durch ein ähnliches Verfahren den Gehalt an Radium (dieser wird angegeben, als ob das Element als Radiumbromid vorhanden wäre) und Thorium, den Heliumgehalt (nach M. Travers) und den Urangehalt (gewichtsanalytisch) usw. für folgende Monazitarten:

Fundort	RaBr ₂ in Prozenten $\times 10^6$	U ₈ O ₈ in Pro- zenten	ThO ₂ in Pro- zenten	He auf 1 g Subst.	Totalaktivität, bezogen auf U ₃ O ₈ als Einheit	$\frac{\mathrm{Ra}}{\mathrm{U}}$
Norwegen I	2.35	etwa 1.0	0.650	1.54	0.316	2.35
Amelia Court House	0.806	0.1	2.43	1.57	0.101	0.8
Fahlun :	0.323		0.8	1.4	0.884	
Brasilien	0.288		1.54	0.81	0.0954	-
Norwegen II	0.275		1.21	2.41	0.373	
Johannesberg 1	1.06		5.94			-
Nordcarolina (aus Handels- ware ausgelesen) ¹	0.53	-	3.79	-	-	
Nigeria 1	3.78	-	2.98		THE LAND OF	10-1
Malay Straits 1	4.02	-	1.53	_		

D. Mawson u. T. H. Laby (Chem. News 92, 39, 1905) bestimmten auf photographischem und elektrostatischem Wege die Gesamtaktivität (die Gesamtaktivität von U_2O_5 gleich 100 gesetzt) von australischen Monaziten und Monazitsanden und erhielten: Monazit, Pilbarra, Westaustralien 11·30;

¹ Nur in den "Chem. News", a. a. O., angegeben.

Torrington N.S. Wales 5.47, 3.25; Cow Flat $(0.3^{\circ}/_{0} \text{ ThO}_{2}) 4.92$; 20 (engl.) Meilen westl. von Torrington (1.5 ThO₂) 3.11, 4.46; Paradies Creek, Emmaville N. S. Wales 450; verschiedener Fundorte der Gulf Mine, Emmaville 3.31, 3.00, 3.41, 3.13, 2.50, letzterer enthielt $0.6^{\circ}/_{0}$ ThO₂. Monazit führender Zirkonsand, Torloon River, N. S. Wales (0.45%, ThO2) ergab 0.60. Monazit von Pilbarra gab Radiumemanation, ist also radiumhaltig, Monazit von Paradies Creek lieferte eine in kurzer Zeit zerfallende Emanation. Nach E. T. Wherry (Min. Collector 14, 17, 1907; Auszug: Ztschr. f. Kryst. 46, 391, 1907) ist Monazit, Pennsylvania, radioaktiv. C. Doelter u. H. Sirk (Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Wien. Math. nat. Kl. 119, 181, 1910) untersuchten die Radioaktivität von Monazit nach der Methode von St. MEYER u. E. v. Schweidler (a. a. O. 93, 763, 1904). Es wurde die Zeit M für den Spannungsabfall eines Blättchens des F. Exnerschen Elektroskops von 150 bis 130 gemessen und mit der Zeit L verglichen, die ohne Substanz notwendig war. Für unreinen diamantführenden Monazitsand aus Bahia ergab sich M=2.7 und 3 bei L=13.3; für einen Monazitkristall von Moss M=2.7 bei L=14.2. Nach den genannten Autoren ist Monazit vielleicht an sich nicht radioaktiv, sondern nur durch seinen Gehalt an ThO₂. Demnach ist zu prüfen, ob ThO -freier Monazit radioaktiv ist. Nach A. Dahms (Ztschr. f. prakt. Geol. 20, 243, 1912) ist der in einem Seitental des Fischflusses unweit Keidorus, Deutsch-Südwest-Afrika, vorkommende Monazit radioaktiv; Rudolphi (nach A. Dahms a.a.O.) fand etwa 37 Uraneinheiten Aktivität. J. Schetelig (Norsk geol. tidskrift 2 [3] 1913. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 2, 41, 1913) fand die Radioaktivität des Monazits von Mölland, Südnorwegen, zu 0.022 (U₃O₈ gleich 1); nach jenem Autor könnte der Gehalt dieses Monazits an ThO₂ höchstens 1·1°/₀ betragen. Wahrscheinlich steht die ungewöhnliche Frische des Monazits mit seinem geringen Gehalt an radioaktiven Elementen in Zusammenhang. Ein Monazit von Eptevand, Iveland, Norwegen, zeigte eine einem Thoriumgehalt von 8.3% entsprechende Aktivität. M. Baltuch u. G. Weissenberger (Ztschr. anorg. Chem. 88, 88, 1914) untersuchten die quantitative Verteilung der Radioelemente unter die Bestandteile von brasilianischem Monazitsand (100 g enthielten 74.95 g Monazit, 12.36 g Ilmenit, 8.84 g Zirkon, etwa 3.02 g Quarz, 0.47 g Magnetit, etwa 0.29 g Feldspat; der Monazit wies $86.34^{\circ}/_{0}$ seltene Erden, $29.10^{\circ}/_{0}$ P₂O₅, $6.36^{\circ}/_{0}$ ThO₂, $1.49^{\circ}/_{0}$ SiO₂,

Mineral	Radiumgehalt Thoriumgehalt in Gramm		Verhältnis Th: U	
Monazit	2.05.10-10	5.59.10-2	3 • 10 • 108	
Zirkon	8.91.10-11	1.35.10-4	1.51.106	
Magnetit	3.28.10-11	4.87.10-5	1.49.106	
Ilmenit.	2.91.10-11	3 • 25 • 10 - 4	1.10.107	
Feldspat	7.72.10-13	1.50.10-6	1.94.106	
Quarz	5.49.10-13	1.17.10-6	2.13.106	

 $0.87\,^{\rm o}/_{\rm o}$ Fe₂O₃ auf). Vorstehende Werte wurden erhalten, die Zahlen beziehen sich auf Gramm Substanz.

Zwei Bestimmungen des Urangehaltes des Monazits ergaben $0.062^{\circ}/_{0}$ und $0.065^{\circ}/_{0}$. Das Verhältnis von Radium zu Uran ergab sich zu $3.22\cdot10^{-7}$. Den einzelnen Bestandteilen des Sandes kommt, bezogen auf 1 g, folgende Gesamtaktivität zu:

Mineral	Radiumgehalt in Gramm	Thoriumgehalt in Gramm
Monazit	1.54.10-10	4.19.10-2
Zirkon	7.88.10-12	1.19.10-5
Ilmenit	$3 \cdot 60 \cdot 10^{-12}$	4.02.10-5
Magnetit	1.54.10-13	2.29.10-7
Quarz.	$1.66 \cdot 10^{-14}$	3.53.10-8
Feldspat	2.24.10-15	4.39.10-9

M. Curie (Compt. rend. 158, 1676, 1914) bestimmte für Blei, das aus Monazit, also aus einem Thorium und wenig Uran enthaltenden Mineral, abgeschieden worden war, 207.08 [207.06; 207.10] als Atomgewicht (vgl. Yttrotantalit, S. 407).

Nach H. N. Mc Coy u. L. M. Henderson (Journ. Am. Chem. Soc. 40, 1316, 1919. Auszug: Chem. Centralbl. 915, 1919_1) ist das Verhältnis Mesothorium zu Thorium für indischen Monazit $0.507 \cdot 10^{-7}$; für brasilianischen Monazit $0.484 \cdot 10^{-7}$.

Verwitterung. Nach E. Hussak u. F. Reitinger (Ztschr. f. Kryst. 37, 563, 1903) nimmt bei der Zersetzung des Monazits durch die Einwirkung der natürlichen Wässer und der Atmosphärilien der Gehalt an Phosphor ab, der an Kalk, Eisen und Wasser zu. Dabei findet eine bereits von C. W. Blomstrand und S. L. Penfield beobachtete Anreicherung des Thoriums statt.

Künstliche Darstellung. J. Radominsky (Compt. rend. 80, 304, 1875) erhitzte in einem bedeckten Platintiegel 20 g Cer-, Lanthan-, Didymphosphat mit 150 g geschmolzenem Cer-, Lanthan-, Didymchlorür bis zur lebhaften Rotglut, wobei das Gemenge gegen den Einfluß der Verbrennungsgase der Wärmequelle geschützt war. Die Masse wurde etwa 4 Stunden lang auf der genannten Temperatur erhalten und nach dem Erkalten zur Entfernung der Chlorüre und der Oxychloride zuerst mit kochendem Wasser, dann mit sehr verdünnter Salpetersäure behandelt, schließlich mit reinem Wasser ausgewaschen und getrocknet. Es zeigten sich lange prismatische, wegen ihrer streifigen Oberfläche nicht meßbare, sehr zerbrechliche, honiggelbe, lebhaft glänzende, zuweilen bis zu 2 cm lange Nadeln, die in ihrer Tracht Turneritkristallen sehr ähnelten. Die Analyse, bei der die Kristalle in Schwefelsäure gelöst wurden, ergab 69·92°/0 (Ce, La, Di)2O3 und 30·08°/0 P2O5. Ein

Cer-Monazit wurde durch Zusammenschmelzen von 15 g Cerphosphat und 100 g geschmolzenes Cerchlorür erhalten.

Historisches und Synonyma. A. Levy (Thomsons Ann. of Phil. [N. S.] 5, 241, 1823) entdeckte das Mineral auf einem Handstück aus dem Dep. Isère, Frankreich (S. 329), in der Mineraliensammlung von CH. H. TURNER und nannte es nach dem Besitzer der Sammlung Turnerit. Im Jahre 1829 übergab der Mineralienhändler Menge an A. BREITHAUPT und G. Rose zur Untersuchung Kristalle eines Minerals, das er 1826 im Ilmengebirge gefunden hatte. A. Breithaupt (Schweiggers Journ. f. Chem. u. Phys. 55, 301, 1829) lieferte die erste Beschreibung und Abbildung des Vorkommens und nannte es Monazit (μονάζω, ich bin einsam) wegen seines seltenen Auftretens. Im Jahre 1891 beschrieb H. J. BROOKE (Phil. Mag. 10, 189, 1831; Pogg. Ann. 23, 362, 1831) dasselbe Mineral und gab ihm nach seinem Entdecker den Namen Mengit. G. Rose (Pogg. Ann. 23, 366, 1831) wies auf die Identität von Monazit und Mengit hin und schlug vor, den Namen Mengit für das Mineral fallen zu lassen, ihn aber auf das von H. J. Brooke (a. a. O.) irrtümlich als Ilmenit beschriebene Mineral zu übertragen. Demgemäß ist der Mengit H. J. Brookes mit dem Monazit A. Breithaupts identisch, während der Mengit G. Roses wahrscheinlich mit Columbit übereinstimmt (vgl. S. 458). Als Edwardsit bezeichnete C. U. Shepard (Am. Journ. of Sc. 32, 162, 1837) den Monazit aus Gneis von den Fällen des Yantic (S. 362) zu Ehren des Gouverneurs EDWARDS von Südcarolina. Auf die wahrscheinliche Identität von Monazit und Edwardsit machte zuerst G. Rose (Pogg. Ann. 49, 223, 1840) besonders auf Grund der geometrischen und physikalischen Eigenschaften beider Mineralien aufmerksam; da jedoch damals nur die Analyse von C. Kersten (XX.) für Monazit aus dem Ilmengebirge und die vor der Entdeckung des Lanthans von C. U. Shepard (S. 306) angefertigte Analyse des Edwardsits vorlagen, so vermochte er den Nachweis auch der gleichen chemischen Zusammensetzung beider Stoffe nicht zu erbringen. Angeregt durch G. Rose, prüfte C. U. Shepard (Am. Journ. of Sc. 39, 249, 1840) Edwardsit mit Erfolg auf Thor und Lanthan und sprach daraufhin die Übereinstimmung von Monazit und Edwardsit aus. Ein von R. Dutton im Jahre 1836 auf einem albitischen Geschiebe aus Watertown (S. 362) entdeckter Monazit wurde ursprünglich von C. U. Shepard (Am. Journ. of Sc. 32, 341, 1837) Eremit (von ή ξοημια, die Einsamkeit) benannt. Der in Gestalt kleiner Nadeln in den Apatit von Arendal (Norwegen) eingewachsene Monazit wurde von seinem Entdecker F. Wöhler (Pogg. Ann. 67, 424, 1846) ursprünglich für ein neues Mineral gehalten und wegen seines versteckten Vorkommens (er wird erst beim Auflösen des Apatits in Salpetersäure sichtbar) als Kryptolith (μουπτός, verborgen, ό λίθος, der Stein) bezeichnet. Über den Phosphocerit H. Watts (Quart. Journ. Chem. Soc. 2, 131, 1850) vgl. S. 337. Als Monazitoid bezeichnete R. HERMANN (Journ. prakt. Chem. 40, 21,

1847) ein von ihm auf der sogenannten Uranotantalitgrube östlich vom Ilmensee bei Miask (vgl. S. 339) entdecktes Mineral, das nach N. v. Kok-SCHAROW (Beitr. Min. Rußl. 4, 33, 1862) wahrscheinlich nichts anderes ist als verunreinigter Monazit (vgl. auch S. 340). Urdit ("nach Urda") nannten D. Forbes u. T. Dahll (Nyt. Mag. 8, 226, 1855) den von ihnen entdeckten und für ein neues Mineral gehaltenen Monazit aus dem Granit von Noetteroe, Norwegen (S. 336). Nachdem J. D. Dana (Am. Journ. of Sc. [2] 42, 420, 1866) die wahrscheinliche Übereinstimmung von Turnerit und Monazit gezeigt hatte, wies G. vom RATH (Pogg. Ann., Erg.-Bd. V, 414, 1871) darauf hin, daß zwar die Bezeichnung Turnerit (A. Levy 1823) vor der Benennung Monazit (A. Breithaupt 1829) in geschichtlicher Beziehung den Vorrang habe, daß jedoch allein vom Monazit (A. Breithaupt) nicht nur die kristallographisch-physikalischen sondern auch die chemischen Eigenschaften genau bekannt seien, während über die chemische Zusammensetzung des Turnerits Unklarheit bestehe. A. Des Cloizeaux (Ztschr. Deutsch. geol. Ges. 25, 568, 1873) bestätigte die Angabe J. D. Danas, daß Monazit und Turnerit übereinstimmen, durch den Nachweis, daß an zwei von ihm von Luzern mitgebrachten Kristallen von Turnerit die Lage der Ebene der optischen Achsen und die Größe des Winkels der optischen Achsen mit den entsprechenden Richtungen in Monazit zusammenfallen. In diesen Turneriten stellte überdies F. Pisani (bei A. Des Cloizeaux, a. a. O.) Phosphorsäure und Cerium fest; auch fand er (F. Pisani, Compt. rend. 84, 462, 1877) im Turnerit vom Tavetsch-Tal 68 % Cer- und Lanthanoxyd und 28.4%, P.O. Ferner erhielt er (a. a. O.) an einem kleinen Turneritkristall vom "Mt. Sorel" (vgl. S. 329) deutlich die Reaktionen von P,O, und Ce, O2. Über Kårarfveit vgl. S. 337.

Vorkommen. In Graniten, Granitpegmatiten, Gneisen, auch in kontaktmetamorphem Kalk, in Hohlräumen verschiedener Gesteine, in Diamant-, Gold-, Zinnerzseifen, in Monazitsanden.

Über Monazit in einem Sanidinauswürfling vgl. "Laacher See", S. 320. Über sekundären Monazit vgl. S. 297. — Nach R. J. Grav (Chemiker-Ztg. 19, 705, 1895) tritt Monazit in ganz Amerika primär in gneisoiden Gesteinen auf, die in Europa keine Vertreter haben, und wird von Zirkon, Rutil, Xenotim, Samarskit, Columbit, Thorit, Orthit, Chromit, Magnetit, Korund, Titanit, Diamant, Gold begleitet. - F. Freise (Öst. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 59, 243, 257, 272, 284. Auszug: Chem. Centralbl. 494, 19112) hat auf Monazitlagerstätten folgende Begleitmineralien festgestellt: Quarz, Bergkristall, Rauchtopas, Amethyst, Eisenkiesel, Prasem, Chalcedon, Pyrit, Magnetkies, Magneteisen, Eisenglanz, Titaneisen, Rutil, Titanit, Anatas, Rubin, Beryll, Chrysoberyll, Flußspat, Topas, Turmalin, Axinit, Fluorapatit, Cordierit, Sillimanit, Andalusit, Zirkon, Pleonast, edler Spinell, Cyanit, Vesuvian, Pistazit, Granat, Hessonit, Almandin, Pyrop, Olivin, Amphibol, Biotit, Muscovit, Gold, Zinnstein, Wolframit, Xenotim, Thorit, Orangit, Euxenit, Äschynit, Pyrochlor, Samarskit, Fergusonit. Zu den ständigen Begleitern sind zu rechnen: Turmalin, Olivin, Augit, Hornblende, Granat, Rutil, Zirkon, Titaneisen, Magneteisen. Nach O. A. Derby (Am. Journ. of Sc. [4] 10, 217, 1900) beweist der stark basische Charakter der monazitführenden Schiefer von Sopa, São João da Chapada

und der Serra do Gigante, Diamantina, Minas Geraes, Brasilien, daß Monazit nicht gänzlich auf saure Gesteine beschränkt ist; die Entstehung dieser Schiefer ist ungeklärt. E Schmidhuber (Naturw. Diss. Tübingen 1916; Jahresber. u. Mitt. Oberrh. geol. Ver. [N. F.] 5, 51, 1915) fand bei der Untersuchung von monazitführenden Graniten (5) und Gneisen (3) des Schwarzwaldes, daß die Monazite der Granite und Gneise im wesentlichen übereinstimmen, daß Zirkon, Apatit und Erze konstante Begleiter des Minerals sind, daß mit dem Eintritt von Hornblende der Monazitgehalt sinkt und der Gehalt an Apatit und Zirkon steigt, und daß monazitführende Granite gegenüber den monazitfreien arm an Apatit sind. Aus den Ergebnissen der Prüfung von 37 Gesteinen des Schwarzwaldes, von denen nur acht sich als monazithaltig erwiesen, schloß er, daß die Monazitführung in granitodioritischen Magmen auf die sauren Glieder beschränkt bleibt und mit dem allmählichen Überwiegen basischer Gemengteile verschwindet (vgl. auch O. A. Derby, s. u.). -A. SAUER (bei E. SCHMIDHUBER, vgl. S. 319) sprach zuerst die durch die Untersuchungen von E. Schmidthuber bestätigte Vermutung aus, daß die Einschlüsse mancher pleochroitischer Höfe in Schwarzwaldgesteinen, besonders in Graniten, nicht für Zirkon, sondern für ein dem Monazit ähnliches Material zu halten wären.

O. A. Derby (Min. Mag. 11, 304, 1897) prüfte nachstehende europäische Gesteine auf die Anwesenheit von Monazit und Xenotim. Er zerstieß hierbei etwa die Hälfte eines jeden der Handstücke, die die für Museenstücke übliche Größe hatten, und trieb das Pulver durch ein ziemlich feines Sieb. Das Produkt wurde mittels eines Goldwäschersiebes ("batêa") angereichert und mikroskopisch untersucht, nachdem seine Bestandteile im Bedarfsfalle noch mit Hilfe Thoulet scher oder Kleinscher Lösung oder eines Elektromagneten getrennt worden waren. In manchen Fällen war der schließlich erhaltene Rückstand zu klein, um endgültige Schlüsse zuzulassen. I. Kaolin: a) Seilitz bei Meißen, Sachsen: negativ. b) Türkismühle a. d. Nahe, Rheinprovinz; negativ, c) Karlsbad, Böhmen; Monazit, wahrscheinlich auch Xenotim; außerdem Siderit, Anatas, Zirkon. Ein Stück der Probe ist vielleicht als eine gesetzmäßige Verwachsung von Xenotim und Zirkon anzusehen. d) Limoges, Frankreich; wenig Rückstand, er enthält Doppelpyramiden von durchsichtigem, an den Kanten glasigem Xenotim mit Zirkon vergesellschaftet; außerdem treten noch Turmalin, Magnetit, Ilmenit, Anatas, Pseudobrookit und amorphe, rötliche Körner auf, die, weil sie häufig Xenotimkristalle enthalten und die mikrochemische Reaktion auf Phosphorsäure geben, vielleicht ein Umwandlungsprodukt des Xenotims darstellen. e) Schemnitz, Ungarn; negativ. II. Pegmatit: a) Striegau, Schlesien. Rückstand reichlich; Epidot, Turmalin, Zirkon, Xenotim, Anatas, Orthit; schwere Bestandteile nicht bestimmbar; b) Fuchsberg, Striegau, Schlesien. Rückstand reichlich; Turmalin, Apatit, Epidot, Zirkon; Xenotim unsicher. c) Geyer, Sachsen, wenig Rückstand; Zirkon, wenig Monazit, Xenotim fraglich. d) Glattbach, Spessart. Rückstand reichlich; viel Granat (Spessartin), zahlreiche und verhältnismäßig große regelmäßige Verwachsungen von Xenotim und Zirkon, Monazit. e) Oberhessenbach, Spessart. Hauptsächlich Magnetit und Granat, wenig Zirkon, außerdem Bruchstücke, die von Zirkon oder Monazit herrühren können; wahrscheinlich auch umgewandelter Xenotim. f) Davos, Schweiz; negativ. g) Ronsperg, Böhmen (Schriftgranit). Wenig Rückstand; Granat mit wenig Turmalin, Zirkon und Monazit. h) Selb, Böhmen; negativ, i) Pisek, Böhmen (vgl. S. 322), Rückstand reichlich; fast nur Bruchstücke größerer Kristalle von Monazit und Xenotim; mikroskopisch kleine, vollkommen ausgebildete Kristalle beider Mineralien fehlen. k) Offenbanya, Ungarn; negativ. 1) Glaser Haj, Ungarn; negativ. m) Hitteroe, Norwegen (Schriftgranit); negativ. n) Chaum, Pyrenäen; negativ. o) Vallée de Burbe, Pyrenäen; negativ. III. Aplit: a) Stutzerbach, Thüringen; negativ. b) Grotto Doccei, Elba. Zahlreiche kleine regelmäßige Verwachsungen von Xenotim

und Zirkon, einzelne Zirkone und Xenotime, Monazit, Orthit. c) Beresowsk, Ural (Beresit). Viel Pyrit, wenig Magnetit, Zirkon, Monazit, Titanit, letzterer vielleicht sekundär. IV. Muscovit-Granit: a) Königshain, Schlesien; negativ (vgl. S.256). b) Eibenstock, Sachsen. Reichlich Zirkon und Rutil, selten Monazit, Xenotim, Anatas. c) Selb, Bayern. Reichlich Zirkon, wenig Monazit; Xenotim wahrscheinlich vorhanden. d) Heidelberg, Baden. Viel Turmalin und Granat; schwere Bestandteile nicht leicht bestimmbar; Zirkon, Monazit; Xenotim wahrscheinlich vorhanden. e) Severn, Vogesen; negativ. f) Asch, Böhmen; Gestein stark zersetzt; negativ. g) Berzet, Auvergne, Frankreich. Viel Zirkon, Monazit verhältnismäßig selten in gerundeten Körnern, Anatas reichlich. h) Porto, Portugal; negativ. V. Muskovit-Biotit-Granit: a) Johanngeorgenstadt, Sachsen. Viel Zirkon und Rutil; Monazit verhältnismäßig selten. b) Reuth bei Gefrees, Fichtelgebirge. Viel Apatit und Zirkon, Monazit und Xenotim (letztere sind dem Zirkon ähnlich und wurden spektroskopisch untersucht). c) Wunsiedel, Bayern. Viel Zirkon, Xenotim unsicher, Anatas, Brookit, Apatit, Andalusit. d) Altweiler, Vogesen; negativ. e) Bressoir, Vogesen; negativ. f) Frauenthal, Böhmen; negativ. g) Louchon, Pyrenäen; negativ. h) Porto, Portugal; negativ. i) Corwan, Cornwall. Viel Zirkon; Monazit und Xenotim unsicher. k) Haytor, Devonshire. Zirkon und Monazit ziemlich häufig in undurchsichtigen, an den Kanten gerundeten Körnern. VI. Biotit-Granit, a) Heidelberg, Baden ("Porphyritischer Granit"). b) Breitenstock, Schweiz (Protogingranit). c) Wiborg, Finnland (Rapakiwi), d) Jekaterinenburg, Ural (Plietengranit), e) Serra de Conillas, Portugal. f) Shap, Westmoreland. Bei allen diesen Vorkommen wurde weder Monazit nach Xenotim festgestellt. O. A. Derby (a. a. O., 309) gibt an, daß er Biotitgranite wegen ihres meist vorhandenen Gehaltes an Titanit für Objekte hält, die für seine Untersuchung ungeeignet sind; er prüfte deshalb nur wenige dieser Gesteine. VII. Granitgneis: a) Lochmühle bei Rochlitz, Sachsen. Zwei Handstücke wurden benutzt; dem Aussehen nach ist das eine ein typischer Gneis, das andere ein typischer Granit. Beide sind sehr biotitreich und gaben viel schwere Bestandteile, unter denen milchweiße Pyramiden von Xenotim vorherrschen, deren Farbe von O. A. Derby (a. a. O., 310) nicht auf Umbildung, sondern auf das Zertrümmern bei der Untersuchung zurückgeführt wird. Monazit tritt in Gestalt tafelförmiger, gerundeter Kristalle in dem granitischen Stück, und zwar reichlich neben spärlich vorhandenen Apatitprismen auf. Beide Gesteine enthalten viel Zirkon und wenig Anatas. Nach O. A. Derby (a. a. O., 310) müßten diese Gesteine oder ihre Verwitterungsprodukte erneut untersucht werden, falls Xenotim ein nutzbares Mineral werden sollte. c) Ruhla, Thüringen; negativ. d) Trusethal, Thüringen; negativ. e) Fußberg bei Aschaffenburg, Spessart; negativ. f) Grauberg, Spessart. Viel Zirkon und Apatit; Monazit in großen Körnern, jedoch ziemlich selten, Xenotim nicht beobachtet. g) Ruhwald bei Gailbach, Spessart. Viel Magnetit; der nicht magnetische Rückstand ist durch Eisenoxyd verunreinigt; er enthält Zirkon, Monazit und Xenotim in fast gleichem Mengenverhältnis, Apatit ist äußerst selten. h) Altweiler, Vogesen; negativ. i) Albersweiler, Böhmen; negativ. k) Repistye, Ungarn; negativ. -H. Rösler (N. Jahrb. f. Min., Beil.-Bd. 15, 231, 1902; Inaug.-Diss. Univers. München 1902; Ztschr. f. Kryst. 36, 265, 1902) beobachtete Monazit in den durch Abschlämmen und durch Trennen mit schweren Flüssigkeiten erhaltenen Rückständen von Kaolingesteinen nachstehender Vorkommen: a) Kaolinerde aus der kleinkristallinischen Porphyrvarietät von Teicha und von Sennewitz bei Halle a. S. und aus der großkristallinischen Porphyrvarietät von Neu-Ragozci, Lettin und Dölau derselben Gegend. Monazit tritt hier vereinzelt und nicht allzu häufig auf, teilweise ist er getrübt, und zwar bei den Vorkommen, die nahe an der Oberfläche liegen und daher der Einwirkung der Tagewässer ausgesetzt sind (N. Jahrb. f. Min., a. a. O., 350). b) Kaolinsandsteine von Schnaittenbach und von Kohlberg, Oberpfalz.

Die Kaolinsandsteine von Schnaittenbach stehen wahrscheinlich mit Granit in genetischem Zusammenhang und gehören nach Gümbel dem Keuper an; sie wiesen beim Schlämmen usw. von sechs Proben der Gruben Gebr. Dorfner, Davidsohn und Kick neben Titaneisenerz mit Leukoxen, Rutil, Anatas, Hussakit (vgl. S. 266), Zirkon, Andalusit, Titanit, Staurolith, Sillimanit, Turmalin, Phenakit (?) und Muscovit stets viel Monazit auf. c) Die genetisch wahrscheinlich mit Pegmatit zusammenhängenden und nach Gümbel dem Rotliegenden angehörenden Kaolinsandsteine von Kohlberg, 7 km nördlich Schnaittenbach. Sie enthalten neben viel Feldspatresten Rutil, Titaneisen mit Leukoxen, Anatas, Turmalin, Chlorit, Staurolith und Phenakit (?) viel Monazit und Hussakit in ungewöhnlich großen Kristallen (N. Jahrb. f. Min., a. a. O., 363, 365). d) Das aus verschiedenen Granitabarten (Zweiglimmergranit, feinkörniger Zweiglimmergranit, Biotitgranit) entstandene Vorkommen von Kaolinerde des Zettlitzer Hügels (Kirchdorf Zettlitz, 11/2 km nordwestlich vom Bahnhof Karlsbad in Böhmen). In fünf von 25 untersuchten Kaolinproben wurde Monazit beobachtet. Er ist nur selten kristallgraphisch gut begrenzt, wenn dies jedoch der Fall ist, so zeichnet er sich durch großen Flächenreichtum aus (N. Jahrb. f. Min., a. a. O., 304, 305). e) Die auf sekundärer Lagerstätte in einer mit Braunkohlenbildungen ausgefüllten Mulde auftretenden Kaolintone von Münchhof bei Chodau, Bez.-H. Falkenau, Böhmen. Gelber Monazit wurde hier neben Quarz, Muscovit, Hussakit, Zirkon, Andalusit, Korund, Titaneisen, Phenakit (?) beobachtet (N. Jahrb. f. Min., a. a. O., 312). f) Die nur auf sekundärer Lagerstätte beobachteten Kaolintone der Gegend von Wildstein, Bez.-H. Eger, Böhmen. Sie enthalten in dem Vorkommen von Wildstein, Neudorf und Klinghart Monazit neben Titaneisen, Rutil, Anatas, Chrysoberyll, Andalusit und Hussakit; diese und andere Gemengteile weisen auf die Verwandtschaft des Ursprungsgesteins dieser Kaolintone mit dem Granit von Tirschenreuth, Oberpfalz, hin (N. Jahrb. f. Min., a. a. O., 367). g) Die der Steinkohlenformation angehörenden, auf sekundärer Lagerstätte auftretenden Kaolinsandsteine der Gegend von Pilsen, Böhmen. Sie enthalten in dem Vorkommen von Oberbriś Biotit, Rutil, Chrysoberyll, Dumortierit, Anatas, Disthen, Turmalin, hellgelbe, gerundete Körnchen von Monazit und abgerollte Kriställchen von Hussakit; ebensolcher Monazit und Hussakit fand sich auch in dem Vorkommen von Ledeč neben Rutil, Titaneisen mit Leukoxenbildung, Pyrit, Turmalin, Topas (N. Jahrb. f. Min., a. a. O., 366). Im unzersetzten Zweiglimmergranit der Kaolinlagerstätte in der Schmellitz (Schmelz) bei Tirschenreuth, Oberpfalz, neben Hussakit, Apatit, Magnetit, Andalusit (N. Jahrb. f. Min. a. a. O., 320). — E. Schmidhuber (Naturw. Diss. Tübingen 1916; Jahr.-Ber. u. Mitt. Oberrh. Geol. Ver. [N. F.] 5, 51, 1915) stellte Monazit von mikroskopischen Dimensionen in nachstehenden Gesteinen des Schwarzwaldes fest, deren isolierte Schwergewichtsgemengteile er untersuchte. a) Grusig verwitterter Hauptgranit von der Teufelsküche bei Schenkenzell; Monazit sehr reichlich neben Orthoklas, Plagioklas, Biotit, Quarz, gelegentlich etwas hellem Glimmer, Zirkon (ziemlich spärlich), Erzkörnern, wenig Apatit. b) Granitporphyr (Grundmasse mikrogranitisch, Einsprenglinge von Orthoklas über 1 cm groß); Monazit an Menge hinter dem Zirkon zurücktretend; Orthoklas, Plagioklas, Quarz, viel Zirkon, viele Erzkörner, wenig Apatit. c) Mittel- bis grobkörniger, gelegentlich porphyrischer Biotitgranit von Durbach; wenig Erz, besonders Pyrit, viel Zirkon, Apatit. d) Granit von der halben Höhe des Herrenberges, Schenkenzell; Monazit stark hinter Zirkon zurücktretend, viel Zirkon, wenig Erze und Apatit. e) Grobkörniger Granit von Alpirsbach; Monazit recht spärlich; fleischroter Orthoklas, Hornblende viel Apatit, viel Zirkon, wenig Erze. f) Kinziggneis von Bestental (Kleines Kinzigtal), nahe am Syenitkontakt gesammelt; Monazit spärlich; viel Erz (fast nur Magnetit), wenig Zirkon, wenig Apatit, Granat. g) Kinziggneis von Bechershof, südlich von Elzach; Monazit reichlicher als bei f); sehr wenig Apatit, viel Zirkon, sehr wenig Erz, Titanit, Rutil. h) Renchgneis von Lucasenhof, südlich Haslach, mittlerer Menazitgehalt, viel Erz, wenig Apatit, wenig Zirkon, Rutil, Granat. — Die von E. Schmidhuber (a. a. O.) beobachteten Monazite der Gneise und Granite haben etwa die Größe der mikroskopisch kleinen Zirkone. Kristalle nicht selten an Ecken und Kanten gerundet, stark idiomorph, fast stets durch a, ferner durch b, w, oder w, e, dazu selten m, begrenzt, entweder breittafelig nach a oder dick und kurzsäulenförmig, ohne Zwillingsbildung und Spaltrisse, jedoch mit Teilbarkeit nach (100); Bruch muschelig, Fettglanz, durchsichtig und durchscheinend (vgl. S. 297); Umwandlungserscheinungen wurden nicht festgestellt.

a) Deutschland. In einem Sanidinauswürfling vom Laacher See, von G. vom Rath (Pogg. Ann., Erg.-Bd. 5, 413, 1871) in der Sammlung des Oberpostdirektors Handtmann in Coblenz entdeckt. Nur ein einzelner, olivgrüner, im Habitus dem Monazit vom Ilmengebirge sehr stark ähnlicher, tafelförmiger, von v, x, e, m, a, b begrenzter, nach (001) und (100) deutlich, vielleicht auch nach (101) spaltbarer, olivgrüner, etwa $1\frac{1}{2}$ mm großer, lebhaft glänzender Kristall (Fig. 29) saß neben kleinen spärlichen Magnetitkörnchen und einem von G. vom Rath für Spinell gehaltenen, später (S. 395) als Azorpyrrhit erkannten Kristall in und auf einem 3 mm großen Orthit. G. vom Rath erhielt (110) ($\bar{1}10$) = 93° 25′, ($\bar{1}10$) ($\bar{1}01$) = 64° 16′, (011)($\bar{1}10$) = 70° 42′; $a:b:c=0.96589:1:0.92170; <math>\beta=76^{\circ}$ 32′; nach ibm ist die

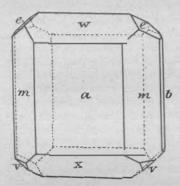


Fig. 29. Monazit, Laacher See, nach G. vom Rath, 1871. Lin. Vergr. etwa 1.75 der Originalfigur.

Übereinstimmung zwischen diesem Kristall und dem Monazit von "Mont Sorel" (S. 330) nach A. DES CLOIZEAUX "so groß, daß sie nicht vollkommener sein könnte, wenn man zwei Kristalle eines und desselben Minerals aus derselben Druse gemessen hätte". Diese Feststellung ist deshalb wichtig, weil der Nachweis, daß es sich hier um Monazit handelt, wegen Substanzmangels auf chemischem Wege nicht erbracht werden konnte. - R. Scharizer (Ztschr. f. Kryst. 12, 255, 1887) macht darauf aufmerksam, daß das Zusammenvorkommen von Monazit und Orthit auf dem von G. vom RATH beschriebenen Sanidinauswürfling fremdartig ist, und weist darauf hin, daß unter dem Cambrium des Hohen Venns Granit ansteht. Beide Mineralien könnten daher von einem eruptiven Magma aus der granitischen Tiefe emporgebracht worden sein. M. WATERKAMP (s. u.) bemerkt, daß die Ver-

mutung, Monazit mit Granit in Verbindung zu bringen, durch den von M. Waterkamp untersuchten Granit mit Monazit aus dem Trachyttuff von Königswinter (s. u.) eine wesentliche Stütze findet. Nach ihm wäre jedoch der Monazit nicht von einem eruptiven Magma mit emporgebracht, sondern bei der Metamorphose der Schiefer durch den Granit in das dadurch entstandene Sanidingestein hineingelangt. R. Brauns (C.-Bl. f. Min. 1919, 6) wendet sich gegen die Auffassung des Sanidingesteins als eines umkristallisierten kristallinen Schiefers, da der von G. vom Rath als weiterer Begleiter des Monazits angegebene "Spinell" in Wirklichkeit ein Azorpyrrhit (s. o.) ist. Dieses Mineral gehört jedoch zur Mineralgesellschaft der alkalisyenitischen Tiefengesteine, ebenso also auch der von G. vom Rath untersuchte Auswürfling,

In einem aus Feldspat, verhältnismäßig wenig Quarz, wenig Biotit, verhältnismäßig häufigem, oft in Brauneisen umgewandeltem Pyrit, Molybdänglanz und Monazit bestehenden Granit, der als Auswürfling im Trachyttuff der Hölle bei Königswinter am Rhein, Siegkreis, Rheinprovinz, gefunden wurde. Monazitkristalle

0.24 mm lang, 0.14 mm breit, vorzüglich, meist tafelförmig nach (100), seltener prismatisch ausgebildet, von a, x, w, ferner auch b, v, r, vielleicht auch von $\{901\}$ begrenzt; $(100)(101) = 39^{\circ}20'$, $(\bar{1}00)(\bar{1}01) = 53^{\circ}30'$, $(100)(901) = 6^{\circ}17'$; Zwillingbildung nach (100); im Dünnschliff mit gelber Farbe durchsichtig, scharf begrenzt, besonders häufig an den Rändern von würfelförmigen Hohlräumen, die durch Auslaugung von Pyritkriställen entstanden sind. Der Monazit ist jedoch nicht nachträglich gebildet worden, da seine Kristalle in vollkommen idiomorpher Ausbildung in Quarz und Feldspat hineinragen (K. Busz u. M. Waterkamp (C.-Bl. f. Min. 1917, 169; M. Waterkamp, N. Jahrb. f Min. 42, 538, 1919; Diss. Monster 1918).

Als kleine, vereinzelt auftretende Kristalle in einem im Jahre 1865 bereits verlassenen Feldspatbruch von Stockelshübel nicht weit hinter dem Zollhause bei Josephinenhütte (unfern Schreiberhau in Schlesien) auf der Südseite der Chaussee, 100-150 Schritt seitwärts südlich. Kristalle von m, a, w, x, v begrenzt, im Habitus denen von Norwich ähnlich, mit (110)(100) = 43° 28', (100)(101) = 30° 40', (11)(101) = 36° 40'; Dichte 4.9, Farbe im frischen Zustande gelb, im verwitterten rötlich; Spaltbarkeit parallel {001} an ganz frischen Stücken deutlich wahrnehmbar; im Sodaauszuge Reaktion auf Phosphorsäure; das Verhalten vor dem Lötrohre deutet auf die Anwesenheit von Cer-Verbindungen und etwas Titansäure. M. Websky hatte das Mineral, das in langen Strahlen Quarz und Feldspat durchzog und von ihm ursprünglich für "Polykras oder etwas Ännliches" gehalten wurde, zuerst aus den zur Glasfabrikation bestimmten Quarzen, wohl auf der Josephinenhütte, ausgelesen. Nach seiner Mitteilung im Jahre 1865 war dies "vor einer Reihe von Jahren" geschehen. Bei einer von F. RÖMER, M. WEBSKY und FIEDLER im Jahre 1862 unternommenen Exkursion fand letzterer einen Kristall dieses Minerals auf einem Stück Feldspat in einem Chausseesteinhaufen oberhalb der Josephinenhütte wieder. Erst im Jahre 1865 vermochte M. Websky die Lagerstätte des Minerals in dem oben genannten Feldspatbruch festzustellen. Hier bildete schwarzer Glimmer im Feldspat und Schriftgranit handgroße Fächer und war mit undeutlichen Kristallen von Titaneisen besetzt. In der Nähe des Titaneisens befanden sich vereinzelt kleine Kristalle von Monazit, schwarzer pechglänzender Fergusonit und rundliche, tief braune Körnchen von Xenotim, die zuweilen von zirkon- oder malaconartigen Kristallen begleitet waren. - Monazit und Xenotim wurden von M Websky an einem der bis zu einem Zoll großen Nester von Gadolinit beobachtet, die er in einem verlassenen Feldspatbruch am Waldsaume der Kochelwiesen, etwa 10 Minuten hinter dem Rettungshause, in Schreiberhau gefunden hatte (M. Websky, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. 17, 566-568, 1865).

b) Böhmen. In zwei Handstücken von pegmatitischem Granit von Schüttenhofen fand R. Scharizer (Ztschr. f. Kryst. 12, 255, 1887) je einen Monazitkristall. Das Gestein entstammt einem etwa 1 m mächtigen, in weißem körnigen Kalk des Galgenberges aufsetzenden Gange von pegmatitischem Granit, der durch Erdarheiten im Garten des Gutsbesitzers F. FIRBAS am rechten l'fer der Wottawa unweit der Stadt Schüttenhofen freigelegt worden war. Beide Monazitkristalle waren im grobkörnigen Granit eingebettet und von einer dünnen gelblichbraunen, schuppigen Hülle umgeben. Sämtliche Angaben R. Scharizers beziehen sich auf ein etwa 3 mm großes Bruchstück des einen Kristalls. Farbe honiggelb, als Kristall vollkommen undurchsichtig, in dünnen Spaltblättchen gelb [Radde 6] durchsichtig. Nach (001) ausgezeichnet, nach (100) weniger vollkommen spaltbar. Habitus des Kristalls kurzsäulenförmig, durch Vorherrschen von a etwas tafelförmig, von a, b, c(Spaltfläche), m, n. x, w, e, u, v, r, s begrenzt. Die Messungen der Flächenwinkel ergeben, daß der Kristall nach b asymmetrisch ist. Als Grund hierfür wird eine mechanische Deformation angenommen, die der Kristall vielleicht beim Erstarren des Muttergesteins erfahren haben kann. Versuche, den Kristall unter Zugrundelegung eines triklinen oder diklinen Achsenkreuzes zu berechnen, hatten keinen befriedigenden Erfolg. Aus den Fundamentalwinkeln (100) (110) = 43° 25′ (100) (001) = 76° 23′, $(\overline{1}00)(\overline{1}01) = 53° 39′$ wurde berechnet a:b:c=0.9735:1:0.9254; $\beta=103° 37′$. Optische Eigenschaften S. 299. Nach R. Scharizer ist das Mineral von zahlreichen Poren durchsetzt, die parallel zu Kristallflächen angeordnet sind. Die größeren Einschlüsse erinnerten in ihrer Form an die im Topas auftretenden; die Libelle in ihnen zeigte jedoch beim Erhitzen bis auf 70° C. keine Veränderung. Undurchsichtige Einschlüsse fehlten. Unter dem Mikroskop wurde das Absorptionsspektrum eines Spaltblättchens von weingelber Farbe mittels eines in das Okular eingesetzten geradsichtigen Spektroskops geprüft, wobei mit Sonnenlicht beleuchtet wurde. Das erhaltene Spektrum zeigt einen breiten Absorptionsstreifen im Gelb zwischen den Fraunhoferschen Linien C und D und einen weniger breiten am Ende des Grün etwa bei der Linie F. Nach R. Scharizer entspricht ersterer "vollkommen dem für Didym charakteristischen Absorptionsstreifen", während der Absorptionsstreifen am Ende des Grüns "eine genaue Übereinstimmung mit dem Absorptionsstreifen im Spektrum eines käuflichen Erbiumglases erkennen läßt". Hieraus schließt R. Scha-RIZER, daß der Monazit von Schüttenhofen noch ein Element aus der Gruppe des Erbiums enthält. Aus Substanzmangel war eine anderweitige Prüfung der chemischen Eigenschaften des Minerals nicht möglich. Der pegmatitische Granit, in dem dieser Monazit auftritt, besteht aus gelblichweißem Mikroklin, Quarz, schwarzbraunem Lepidomelan und silberweißem bis tombackbraunem Muscovit. Nach der Mitte des Ganges verdrängt weißer grobkristallinischer Albit den Mikroklin, der schwarzbraune Glimmer verschwindet ganz, und der Muscovit tritt in einer grünlich weißen Abart auf. Außerdem finden sich noch schwarzer Turmelin und brauner Mangangranat. Selten sind blauer Turmalin und lichtgrüner Turmalin. In der Mitte des Ganges erscheinen in Nestern blättriger, bläulichweißer Albit, pfirsichblütenroter Lepidolith und dunkelgrüner Turmatin, der in der Regel von rosenrotem Turmalin mantelartig umhüllt wird. Aus den von R. Scharizer ausgeführen Analysen ergibt sich, daß alle Mineralien dieses in Kalkstein auftretenden Granits arm an Calcium und Magnesium sind (R. Scharizer, Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Nr. 4, 109, 1886; zum Teil auch Ztschr. f. Kryst. 12, 1, 1887). Später konnten auf dieser Lagerstätte noch mehrere Handstücke mit Monazit gesammelt werden, auf denen das Mineral teils in Quarz, teils in Mikroklin eingewachsen ist; auch wurde noch gelbgrüner Apatit gefunden (R. Scharizer, Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien Nr. 12, 283, 1886). Über den Xenotim dieses Vorkommens vgl. S. 257. Von besonderem Interesse ist die Analogie in bezug auf den Habitus und die paragenetischen Verhältnisse zwischen dem Monazit von Schüttenhofen und dem Monazit von Watertown, Beide sind mit Turmalin und Zirkon vergesellschaftet. Der Granit von Schüttenhofen ist zwar kein eigentlicher Albitgranit, obwohl sein Mikroklin ziemlich viel Natrium enthält, er steht aber genetisch in inniger Verbindung mit einem Albitgranit, der neben Mangangranat noch schwarzen Turmalin aufweist (R. Scha-RIZER, Ztschr. f. Kryst. u. Min. 12, 255, 1887)

Nicht selten in Gestalt kleinerer und größerer Körner, verhältnismäßig selten in deutlich ausgebildeten Kristallen von gelblichbrauner Farbe und mattem Aussehen in den Beryllen, seltener im Feldspat selbst, aus dem Feldspatbruche bei Pisek. Kristalle von a, m, w, x, e begienzt, mit mehr oder minder rauhen, geknickten, gerieften und gekrümmten Flächen; auch wurde ein zerbrochener und nach gegenseitiger Verschiebung der Bruchstücke wieder verkirteter Kristall gefunden, die Monazite waren also nach ihrer Bildung einem Drucke ausgesetzt. Dichte 5·163. Kristalle bis zu 12 mm breit, 8 mm hoch, 4 mm dick; undurchsichtig, in dünnen Spaltblättchen nach e honiggelb durchscheinend (C. Vrba, Zischr. f. Kryst. 15, 203, 1889). Optische Konstanten vgl. S. 299. K. Preis (Sitz.-Ber. Böhm. Ges. Wiss., Math.-nat. Kl. Nr. 19,

5, 1897) fand bei der Analyse (Nr. I.) des Monazits von Pisek, daß ein einfaches Verhältnis zwischen Thoriumphosphat und Thoriumsilicat nicht besteht und führt den Thoriumgehalt des Minerals auf beigemengten Thorit zurück. - Kleine scharfe, mit Turmalin in Feldspat eingewachsene Monazitkristalle von Andraž bei Pisek wurden in Wien (Min. petr. Mitt. 24, 135, 1905) ausgestellt. Gemeinsam mit Xenotim und Turmalin in einem ockergelben, aus Pyrit entstandenen Limonit aus dem Feldspatbruche "u obrazku" bei Pisek. Kristalle mit den von C. VRBA (s. o.) beschriebenen, der Ausbildung nach vollkommen übereinstimmend, nach (011). dagegen nicht nach (100) spaltbar (A. Krejči, Sitz.-Ber. Böhm. Akad. d. Wiss., Math,nat. Kl. Nr. 44, 3, 1899. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 34, 705, 1901; N. Jahrb. f. Min. 2, 202, 1901). - Neben Rutil, Magnetit, Ilmenit, Granat, Rubin, Zirkon, Xenotim, Disthen, Spinell, Anatas, Titanit, Turmalin, den Begleitmineralien des Seifengoldes aus der Ótawa bei Pisek, sehr häufig in winzigen, kurzsäulenförmigen, weingelben, von a, b, m, w, x, e mit oder ohne v oder auch von a, b, w, e begrenzten Kristallen; A. Krejči (Abh. Böhm. Akad. d. Wiss. 2,3, Nr. 3, 10, 1904. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 42, 408, 1907). Einen Kristall dieses Fundortes von pyramiden. ähnlicher Form, an dem die Flächen von x, w und m im Gleichgewicht auftreten, beschrieb A. Krejči (ebenda Nr. 5, 1907. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1, 332, 1908); nach ihm enthält der trockene Sand nur 0.02% Monazit und ermittelte E. Švaga den Gehalt des Monazits an ThO2 zu 4.15%.

In dem zu dem dortigen Granitmassiv gehörigen Quarzbruch von Groß-Krosse, Österreichisch-Schlesien, fand H. Kretschmer lichtbraune, in Quarz eingewachsene, bis 13 × 12 × 5 mm große, von α, c (selten), m, ω, x, v begrenzte, nach (001) sehr deutlich spaltbare Kristalle; Dichte 5·17 bei 20° (B. Ježek, Sbornik klubn. přěrodovědeckého Prag 1911/12, 79; Sitz.-Ber. Böhm. Ges. d. Wiss. Nr. 13, 1912. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1, 392, 1913).

Nach G. vom Rath (Verh. naturh. Ver. preuß. Rheinl. 34, 168, 1877) und A. Koch (Med.-naturw. Mitt. aus Ungarn 1890, 229. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1, 40, 1892) wurde Monazit in den Goldwäschereien von Olahpian, Siebenbürgen, von Krenner gefunden. A. Koch (Orv.-term. Ert. 9, 1, 135, 281, 1884; 10, 10, 1, 1885. Auszug: Zischr. f. Kryst. 11, 262, 1886) behandelte ihn bei den Mineralien Siebenbürgens, die wirklich oder wahrscheinlich vorkommen.

Ygl. zu diesen Fundgebieten die Arbeit: J. Koenigsberger, Über alpine Minerallagerstätten. Teil I-III. Abh. Bayer, Akad. Wiss., München. I. 10. Abh. 1917. II-III. 11.—12. Abh. 1919.

Zwillinge nach (100) wurden beobachtet; sie weisen dieselbe Flächenkombination wie die Einzelkristalle auf und ähneln den durch G. vom Rath (N. Jahrb. f. Min. 1876, Taf. VIII, Fig. 7, 7a) abgebildeten Zwillingskristallen von Tavetsch. Folgende "Zwillingswinkel" wurden gemessen: $c:c'=27^{\circ}0', x:x'=73^{\circ}0', e:e'=20^{\circ}6'$. Das Muttergestein des Monazits ist Glimmerschiefer, in ihm sitzen die Kristalle zum Teil auf Klüften in Begleitung von Kalkspat und Quarz (Rauchtopas), zum Teil auch auf Rauchquarzkristallen oder in sie eingesenkt; sie sind dann von Anatas begleitet, von dem Rutilnädelchen bartartig ausstrahlen. H. L. Bowman (Ztschr. f. Kryst. u. Min. 33, 113, 1900) untersuchte Monazit von der Froßnitzalpe bei Prägratten und fand außer den von A. Cathrein (a. a. O.) angegebenen eine neue Form k {013}.

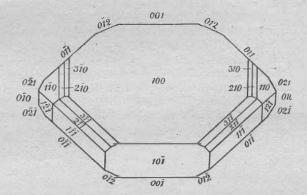


Fig. 30. Monazit, Säulenkopf, nach A. Cathrin, 1899. Lin. Vergr. etwa 1·25 der Originalfigur.

Diese ist jedoch unsicher, da sie auf einem einzigen schwachen Reflexe in der Zone [b, c] beruht, der den Normalwinkel $b: k = 72^{\circ}55'$ (berechnet 73°19') ergab. Über die optischen Eigenschaften dieses Vorkommens siehe S. 300. O. Pohl (Min.-petr. Mitt. 22, 472, 1903) gibt eine eingehendere Beschreibung von vier Monazitkristallen vom Säulenkopf, von denen einer ein Zwilling nach (100) ist. Größe der Kristalle 3 × 1.5 × 0.5 mm nicht überschreitend. Habitus tafelig nach a; sehr flächenreich (Fig. 31) von a, b, c, g, e, u, x, y, l, m, r, v, i, x, o begrenzt; hierbei ist das Auftreten von q, y und c bemerkenswert; die von H. L. Bowman (s. o.) angegebene neue Form k wurde nicht festgestellt. Auffallend ist die ungleiche Ausbildung der linken und der rechten Seite eines und desselben Kristalls (Fig. 32); hierdurch erlangen die Kristalle triklines Aussehen. Im Einklang hiermit steht die Tatsache, daß bei wiederholter und sorgfältiger Messung die Winkel (001): (012) und (001)(012) stets einen kleinen (nicht angegebenen), jedoch nicht zu vernachlässigenden Unterschied aufwiesen. Auch zeigen die Flächen von a immer eine eigentümliche Schweifung; die Ursache dieser Störungen des Kristallwachstums, die von A. Cathrein (a. a. O.) nicht erwähnt werden, sind nicht ersichtlich. Bei dem Zwilling nach (100) ist diese Fläche zugleich Zwillings- und Verwachsungsebene (über die optischen Eigenschaften dieses Zwillings siehe S. 300); Spaltbarkeit vollkommen nach (010), weniger vollkommen nach (001); die Spaltbarkeit nach (100) gibt sich auf einem Blättehen parallel (010) durch

spärlich auftretende, feine Risse zu erkennen. Farbe rotbraun; Glanz lebhaft, harzartig. O. Pohl (a. a. O.) bestätigt die Angaben A. Cathreins über das Vorkommen und die Begleitmineralien des Monazits; er nimmt an, daß dieses Mineral während und nach der Bildung des Quarzes entstand, da die Monazitkristalle unmittelbar auf dem Muttergestein, auf Quarz, und auch eingesenkt in diesen, auftreten. A. Kenngott (Sitz.-Ber. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, Math.-nat. Kl. 9, 595, 1852) beobachtete in einem graulichweißen bis wasserhellen Apatitkristall, der wahrschein-

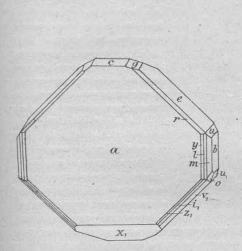


Fig. 31. Monazit, Prägratten, nach О. Ронь, 1903. Lin. Vergr. etwa 1.00 der Originalfigur.

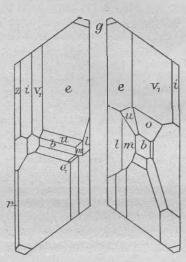


Fig. 32. Monazit, Prägratten, nach O. Pohl, 1903. Lin: Vergr. etwa 1·23 der Originalfigur. Die Abbildung veranschaulicht die verschiedenartige Ausbildung der rechten und der linken Seite eines und desselben Kristalls.

lich aus Tirol stammt, parallel der Hauptachse eingelagerte, kleine, weingelbe, glänzende Kristalle, die nach ihm wahrscheinlich mit Wöhlers Kryptolith identisch sind. — Kleine, glänzend braune Tafeln von Monazit auf Bergkristall, begleitet von hellgefärbtem Anatas, von Virgen, Hohe Säule, Stillalpe (Tirol) wurden 1905 in Wien (Min.-petr. Mitt. 24, 135, 1905) gezeigt.

d) Schweiz. Nach O. Pohl (Min.-petr. Mitt. 22, 472, 1903) ist Monazit (Turnerit) bei Amsteg im Maderaner Tal gefunden worden. H. L. Bowman (Ztschr. f. Kryst. 33, 117, 1900) beschreibt Monazit vom Valser Tal (auch St. Peterstal genannt, das bei Ilanz mündende Seitental des Vorderrheins), Graubünden. Als näherer Fundort wird Piz Aul, westlich von Vals Platz, angegeben. Stufen im Museum zu Oxford und in der Sammlung von G. Seligmann zeigen braune, bis zu 5 mm lange, auf Gneis, bzw. auf den in diesem befindlichen dichten Quarz sitzende Monazitkristalle in Begleitung von Rutilnadeln. Nach Mitteilung von G. Seligmann an H. L. Bowman (a. a. O.) sollen bier auch rosa Flußspat und Quarze auftreten, die neben Monazit auch Anatas, Brookit und Rutil enthalten. Stufen der Sammlung des mineralogischen Instituts in München, die vom Valser Tal stammen, weisen neben den oben genannten Mineralien auch Eisenglanz und Adular auf; ihr Aussehen weicht jedoch etwas von

¹ Vgl. Anmerkung auf S. 323.

dem der Monazitstufen ab. Kristalle (Fig. 33) etwas tafelförmig nach α , etwas nach der kristallographischen Achse b gestreckt; w und, x sind stark entwickelt. Beobachtete Formen: α , b, c (Spaltfläche), e, v, α , m, l, x, o, g, r, w, f, ψ (?), θ . ψ ist eine schmale Fläche ($h0 \, l$) mit (100) ($h0 \, l$) = 67° 0' - 67° 49' [berechnet für (105) 66° $16\frac{1}{2}$ ', für (106) 67° $51\frac{1}{2}$ '] und (101) ($h0 \, l$) = 60° 0' - 61° 47', [berechnet für (105)

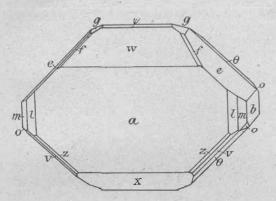


Fig. 33. Monazit, Valser Tal, Graubünden, nach H. L. Bowman, 1900. Lin. Vergr. etwa 1.42 der Originalfigur.

 60° $12\frac{1}{2}'$, für (106) 58° 87']. Die Fläcbe ist wahrscheinlich (105), weil der Winkel (100) (h 0 l) zu groß ist, und die Reflexe von (101) besser sind als die von (100), der Winkel (100) (h 0 l) also wahrscheinlich ungenauer ist als der Winkel (101) (h 0 l). θ ist eine schmale, auch am Monazit von Tintagel beobachtete Fläche ($\bar{1}22$) mit ($\bar{1}00$) ($\bar{1}22$) = 79° 8' -79° 35' (ber. 79° $40\frac{1}{2}'$) und (011) ($\bar{1}22$)= 20° 25' -20° 28' (ber. 20° $26\frac{1}{2}'$).

Auf einem in Tavetsch gekauften Stück Talkschiefer von Sta. Brigitta bei Ruäras im Tavetscher Tal von G. vom Rath entdeckt (Ztschr.

Deutsch. geol. Ges. 14,445,1862) und als Turnerit beschrieben (G. vom Rath, Pogg. Ann. 119, 247, 1863). Gefunden wurde neben gelbem Quarz und Anatas nur ein einzelner,

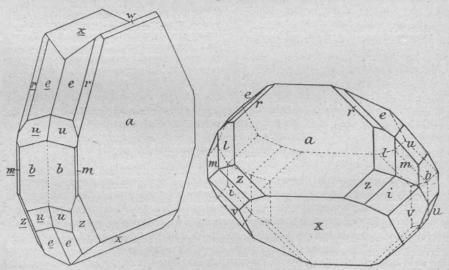


Fig. 34. Monazit, Tavetsch, Corneraschlucht, Zwilling nach {100}, nach G. vom Rатн, 1876. Lin. Vergr. etwa 1.31 der Originalfigur.

Fig. 35. Monazit, Tavetsch, nach Ch. O. Trechmann. Lin. Vergr. etwa 1.31 der Originalfigur.

nach der *b*-Achse gestreckter, von *e*, u, g, b, a, w, y, l, m, n, v, o, z, i, r begrenzter Kristall mit $(111 \ (0\overline{1}1) = 38^{\circ}37', \ (111)(\overline{1}01) = 36^{\circ}16', \ (011)(010) = 48^{\circ}2'$ und $a:b:c=0\cdot921696:$

1:0.958444; $\beta = 77^{\circ}$ 18'. Die Fläche α ist stark gebogen, während alle anderen Flächen eben sind und stark glänzen. Nach (010) deutlich, weniger deutlich nach (001) spaltbar; Bruch muschelig; diamantglänzend, gelb wie manche Titanite. — Einen etwas größeren Kristall derselben Lagerstätte entdeckte D. F. Wiser (nach G. vom RATH, Pogg. Ann. a. a. O.) in seiner Sammlung neben Anatas auf Talkschiefer; Ausbildung und Flächenreichtum waren dieselben wie bei dem oben beschriebenen Kristall. - Einen tafelförmigen Zwilling nach (100) (Fig. 34) aus der Corneraschlucht, Tavetsch, von dem er durch Zerrenner Kenntnis erhalten hatte, beschrieb G. vom Rath (N. Jahrb. f. Min. 1876, 393). — Ch. O. Trechmann (N. Jahrb. f. Min. 1876, 593 bis 601), der den Monazit von Tavetsch erneut untersuchte, erhielt Werte von Flächenwinkeln, die mit denen G. vom Raths gut übereinstimmten und keine Veranlassung zur Änderung der von diesem angegebenen Achsenelemente boten. Die von Ch. O. Trechmann geprüften Kristalle (Fig. 35) waren fast sämtlich begrenzt durch a, x, m, l, u, e, b, v, i, x, r mit herrschendem a und x und meist sehr kleinem b, an allen fehlt w; ihre Farbe ist gelb bis gelblichbraun. Die chemische Natur des Minerals konnte wegen Mangels an Substanz nur durch den Nachweis von Phosphor und Cer geprüft werden. Die Ergebnisse der optischen Untersuchungen Ch. O. Trechmanns s. S. 299. F. Pisani (C. R. 84, 462, 1877) stellte im Monazit von Tavetsch $28\cdot4^{\circ}/_{0}$ P₂O₅ und $68^{\circ}/_{0}$ (Ce₂O₃ + La₂O₃), darunter etwa $8\cdot9^{\circ}/_{0}$ La₂O₃, fest. In dieser Arbeit behauptet PISANI, seine frühere Angabe (bei A. DES CLOIZEAUX, Ztschr. d. Deutsch. geol. Ges. 25, 568, 1873) über die Auffindung von Phosphorsäure und Ceroxyd sei von CH. O. TRECHMANN (a. a. O., 600) in Zweifel gezogen worden, auch habe dieser bei der chemischen Untersuchung des Turnerits von Tavetsch die genannten Stoffe nicht nachweisen können. Beide Behauptungen sind unrichtig Monazit (Turnerit) vom Cavradi (Tavetsch) erwähnt G. Selig-MANN (Verh. d. naturhist. Ver. d. preuß. Rheinlande 40, Corr.-Bl. Nr. 1, 101, 1883). Begleiter: Rutil, der mit Eisenglanz verwachsen ist. O. Pohl (Min. u. petr. Mitt. 22, 472, 1903) bezeichnet diesen Fundort als Piz Cavradi, südlich Chiamut. Zu Tavetsch vgl. G. vom RATH, Verh. naturh. Ver. preuß. Rheinl. 34, 168, 1877.

Bis zu 3-4 mm große, prächtig orangegelbe, edelsteinartig glänzende, von a, l, m, b, u, e, x, w, v, r, x, c begrenzte, neben Rutil, Albit, Apatit, Kalkspat, Quarz und Brauneisen, das pseudomorph in Rhomboedern, wahrscheinlich nach Dolomit, auftritt, in ziemlich zersetztem, talkigem, durch Eisenocker gelbgefärbtem Gneis von der Hüttengruppe Perdatsch, nicht weit vom Eingange des Val Nalps, Graubünden; der Monazit ist dem Quarz mitunter aufgewachsen, zuweilen wird er auch von ihm eingeschlossen (G. Seliemann, Verh. d. naturh. Ver. preuß. Rheinl. 37, Corr.-Bl. Nr. 2, 131, 1880; Ztschr. f. Kryst. 6, 232, 1882). H. L. Bowman (Ztschr. f. Kryst. 33, 116, 1900) untersuchte Monazit von Val Nalps (südlich von Sedrun), Val Strim (nördlich von Sedrun) und Val Stredge, einem Seitental des Val Nalps, Graubünden. Kristalle vom Val Nalps und Val Strim nicht wesentlich voneinander verschieden, tafelförmig nach a, mit starker Entwicklung von x. Beobachtete Formen: 1. Val Nalps: a, b, e, v, i, x, m, l, x, u, r, w; 2. Val Strim, a, b, e, v, i, x, m, l, x, u, r, o. Der Habitus der Kristalle beider Fundorte stimmt mit dem der von G. Selig-MANN (a. a. O.) abgebildeten Kristalle von Val Nalps überein. Die untersuchte Stufe vom Val Strim aus der Sammlung von G. Seligmann soll ziemlich nahe am Gletscher gefunden sein; sie besteht aus durchlöchertem, teilweise mit blaßgrünem körnigen Chlorit bedecktem Quarz mit eingewachsenen und aufgewachsenen kleinen Monazitkristallen. Über die optischen Eigenschaften dieser beiden Monazitvorkommen s. S. 300. Der Monazit vom Val Stredge wurde auf einer Reihe von Stufen angetroffen, die Grünling im Sommer 1898 im Val Stredge und am Berg Tgom (oder Giom), oberhalb Perdatsch, gesammelt hatte. Monazitkristalle auf einigen Stufen recht zahlreich, bis zu 3 mm lang, "wunderbar glänzend", mit sehr ebenen und glatten Flächen (mit Ausnahme von α , v, x), Farbe "schön orangebraun". Auf Spalten in Glimmerschiefer neben Braunspat, Apatit, Pyrit, Quarz, Rauchquarz, Rutil, Albit und weißem Glimmer. Eine der Stufen besteht hauptsächlich aus einer im Schiefer eingeschlossenen Quarzmasse. Monazit und Rutil sind zuweilen teilweise oder vollständig von Quarzkristallen eingeschlossen; beide gehören also wahrscheinlich zu den am frühesten entstandenen Mineralien. Auf anderen Stufen des Gebietes fand sich noch Chalybit, wohl als jüngste Bildung.—Nach A. Cossa (Atti d. R. Acc. Lincei, Memoire d. cl. disc. fis. [3] 3, 30, 1879) findet sich Monazit (Turnerit) in sehr kleinen Kristallen in Delfinato, Vallese, und in Grigioni (Val Nalps, Graubünden). Ein 11 mg schwerer Kristall von letzterer Lagerstätte war völlig durchsichtig und honiggelb gefärbt; er gab ein ausgeprägtes Absorptionsspektrum.

G. Seligmann (Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinlande 37, Corr.-Bl. Nr. 2, 131, Bonn 1880; Ztschr. f. Kryst. 6, 231, 1882) beschreibt Monazit unter der Bezeichnung Turnerit aus dem Tessin. Kristalle von v, r, i, x, w, e, m, a begrenzt, denen von Sanarka ähnlich; meistens nach (100) verzwillingt und vollständige "drusige" Krusten auf Quarz bildend. Die Flächenwinkel stimmen ziemlich gut mit den von G. vom Rath für den Monazit vom Laacher See berechneten Werten überein. Nach G. Seligmann war der ihm ursprünglich angegebene Fundort Capier bei Olivone nicht aufzufinden. Später (G. Seligmann, Verh. naturhist. Ver. preuß, Rheinlande 39, Corr.-Bl. Nr. 1, 108, 1882; Ztschr. f. Kryst. 9, 420, 1884) wurde als Fundstelle ein 20-30 cm mächtiger Quarzgang ermittelt, der die stark gefalteten und etwas zersetzten Schichten der kristallinischen Schiefer dicht bei dem Ort Mti. Camperio (an der Lukmanierstraße, 23 km östlich von Olivone, auf der ersten Talstufe des Val S. Maria, 1228 m über dem Meeresspiegel) durchsetzt. Das Vorkommen war 1882 bereits gänzlich ausgebeutet. Die G. Seligmann (Ztschr. f. Kryst. 6, 231, 1882) vorliegenden Stufen bestanden neben Monazit, Chlorit in blättrigen Massen und winzigen Rutilnadeln nur aus Quarzkristallen.

C. Klein (N. Jahrb. f. Min. 1875, 852) erhilt im Jahre 1875 Monazit (Turnerit) in verhältnismäßig großen Kristallen von der Alp Lercheltiny im Binnental, die Pfarrer Walpen in Binn aufgefunden hatte. Auf Stufen dieses Vorkommens entdeckte G. Seligmann (bei G. vom Rath, ebenda 1876, 393) Zwillinge nach (100), die G. vom Rath (a. a. O.) folgendermaßen beschrieben hat. Zwillinge parallel zur kristallographischen Achse b gestreckt, kleiner als 2 mm; a ist parallel m gestreift, x ein wenig gewölbt und erinnert an x von Titanit. Ausbildung der Kristalle sehr vollkommen, an einem Zwillingskristall ist die Zwillingsbildung nur durch eine aus der Fläche x eines Einzelkristalls hervorragende Lamelle angedeutet. Kristalle denen von Titanit sehr ähnlich (s. u.), zuweilen in größerer Zahl auftretend. Auf denselben Handstücken fanden sich mit Monazit noch Magnetit, Eisenglanz, Rutil, Adular, Quarz, Glimmer. Eingehender untersuchte CH. U. TRECHMANN (N. Jahrb. f. Min. 1876, 593) die Kristalle. Nach ihm wurde C. Klein im Jahre 1873 durch einen in Begleitung von Titanit auftretenden Kristall von Turnerit auf das Vorkommen aufmerksam und teilte dies Walpen (s. o.) mit, der bis zum Jahre 1875 eine größere Anzahl von Kristallen gefunden hatte. Kristalle (Fig. 36-38) im allgemein 1 bis 2 mm groß, die "sargförmigen" bis 4 mm lang, es kommen auch noch größere Individuen vor. Kristallflächen häufig gestreift und gewölbt; insbesondere a immer, die verschiedenen Säulenflächen meistens vertikal gestreift; x, w und h nur bei den kleinsten Kristallen eben, bei größeren dagegen gewölbt und drusig; Genauigkeit der Messungen der Flächenwinkel stark durch die ungünstige Beschaffenheit der Kristalloberfläche beeinträchtigt. Ch. O. Trechmann erhielt a:b:c=0.958444:1:0.921696; $\beta = 77^{\circ}$ 18'. Kristalle von verschiedenem Habitus: 1. dicktafelartig (Fig. 36), begrenzt durch a, x, l, b, y, u, e, mit vorwaltendem a und z; diese Form

scheint am häufigsten zu sein. 2. Kurzsäulenförmig (Fig. 37), begrenzt durch a, u, e, v, l, x, y, b, mit vorwaltenden Flächen a, u, e. 3. Sargförmig (Fig. 38), gestreckt nach der kristallographischen Achse b, ausgezeichnet durch das Auftreten von w und h; außerdem a, x, l, b, y, u, e, v. Dieser nicht seltenen Ausbildungsweise gehören die durch G. vom Rath (s. o.) beschriebenen Zwillingskristalle an. Unter

den von ihm untersuchten Kristallen hat Ch. O. Trechmann keine Zwillinge beobachtet. Spaltbarkeit am vollkommensten nach (010). Farbe ein ausgesprochenes, zuweilen sehr dunkles Orangerot. Nach Walpen (s. o.) unterscheidet man den Monazit dieses Vorkommens von den ihn begleitenden kleinen Titanitkristallen durch die orangerote Farbe, die er bei der Betrachtung im Lampenlicht zeigt, während der Titanit bei dieser Beleuchtung mehr grüngelb aussieht. Die chemische Natur des Minerals konnte wegen Mangels an Substanz nur durch den Nachweis von Phosphor und Cer geprüft werden. Außer den bereits von G. vom Rath angegebenen Mineralien fand CH. O. TRECHMANN noch Xenotim

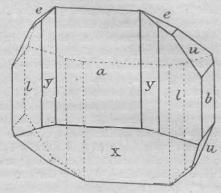


Fig. 36. Monazit, Binnenthal, nach Ch. O. Trechmann, 1876. Lin. Vergr. etwa 1.33 der Originalfigur.

als Begleiter des Monazits. H. L. Bowman (Ztschr. f. Kryst. 33, 119, 1900) beobachtete an einem nach x tafelförmigen Kristall dieses Fundortes die Formen a, b, e, v, i, m, l, y, x, t, r, φ (?). φ ist eine kleine Fläche in der Zone [u, v],

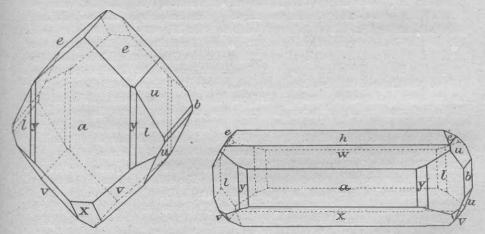


Fig. 37 u. 38. Monazit, Binnenthal, nach Ch. O. Trechmann, 1876. Lin. Vergr. bei Fig. 37 etwa 1,26, bei Fig. 38 etwa 1.02 der Originalfigur.

vielleicht (2 $\overline{8}3$), mit den Winkeln $m: \varphi = 33\frac{1}{2}^0$ [berechnet für (2 $\overline{8}3$) 33° 24'], $v: \varphi = 53\frac{1}{3}'$ (berechnet für (2 $\overline{8}\overline{9}$) 53° 2'); t ist für dieses Vorkommen neu. Vgl. G. vom Rath, Verh. naturh. Ver. preuß. Rheinl. 34, 168, 1877.

e) Frankreich. A. Levy (Thomsons Annals of Philosophy [N. F.] 5, 241, 1823) entdeckte den Monazit (Turnerit, vgl. "Historisches") aus der Dauphiné

("Mt Sorel") auf einem Handstück der Sammlung von Ch. H. Turner (Rooksnest, Grafschaft Surrey, England) und gab eine Beschreibung des Minerals unter Beifügung einer Abbildnng eines Kristalls (a. a. O.). Seine Untersuchungsergebnisse werden ergänzt durch die Mitteilungen unter "Turnerit" bei W. Phillips, Introduction to Min., London 1823, 382, New. Ed. by H. Brooke a. H. W. Miller, London 1852, 653; A. Levy, "Descript. d'une coll de minéraux, formée par M. Henri Heu-LAND" 3, 423, London 1837; A. DES CLOIZEAUX, "Man. de Min." 1, 533, 1862; G. vom Rath, Pogg. Ann. 119, 247, 1863. Eine Zusammenstellung der für Kristalle dieses Vorkommens von A. Des Cloizeaux, A. Levy, W. Phillips, J. C. Marignac und G. vom Rath erhaltenen Werte der Flächenwinkel befindet sich unter Nr. II-V und VI D bei G. vom Rath, a. a. O., 252—254. Kristalle klein, tafel- bis säulenförmig, von e, g, u, b, a, x, m, x, i, v, o oder e, g, u, b, a, w, x, l, m, n, v, x, i, o begrenzt. A. Des Cloizeaux erhielt (011) (011) = 83° 20', (100) (101) = 126° 31', (100) (011) = 80° 0'; Flächen von a oft gewölbt. Nach (010) ziemlich leicht, schwieriger nach (001) spaltbar; Härte 4-5; Bruch muschelig, Bruchflächen sehr lebhaft glasglänzend, Kristallflächen meist schwach diamantglänzend (nach G. vom Rath "sehr glänzend"); durchscheinend bis durchsichtig; gelb, orangegelb, gelbbräunlich, gelbgrünlich; Strich weiß oder schwach grau. Über die chemische Zusammensetzung lagen bis zum Jahre 1877 nur die Angaben Children's bei A. Levy (a. a. O. 1837) vor; hiernach sollte Turnerit hauptsächlich aus Aluminimum, Calcium, Magnesium, wenig Eisen und sehr wenig Silicium bestehen. F. PISANI (C. R. 84, 462, 1877) erhielt an einem kleinen Turneritkristall dieses Vorkommens deutlich die Reaktionen auf Phosphorsäure und Cerium. - Die Kristalle dieser Lagerstätte kommen gemeinsam mit kleinen Anataskristallen inmitten von Kristallen von Orthoklas, Quarz und Albit vor, die oft von schuppigem Ripidolith durchsetzt sind uud Spalten in Dioriten auskleiden. F. Hessenberg machte bereits im Jahre 1869 (vgl. N. Jahrb. f. Min. 1874, 826) anläßlich einer Besprechung von ihm untersuchter Turneritkristalle, deren Fundort nicht angegeben ist, darauf aufmerksam, daß das Auftreten von Turnerit immer an das Auftreten von Anatas gebunden zu sein scheine. P. Groth (Sitz.-Ber. math.-phys. Kl. d. k. bayr. Akad. d. Wiss. 15, 398-401, 1885) gab eine eingehende Beschreibung der Lagerstätte dieses Turnerits. Sie liegt unmittelbar unter den mit dem Namen "Le Puys" bezeichneten Gruppe von kleinen Gehöften, am Rande des steilen Gehänges des Venéontales bei St. Christophe (Dep. Isère). In einem deutlich schiefrigen Gneis von erheblicher Mächtigkeit sind hier Lagen eines mehr oder weniger körnigen Gemenges von Quarz, Feldspat (viel Plagioklas) und untergeordnetem Muscovit eingeschaltet. Diese Lagen werden regellos von zahlreichen Adern und schmalen Klüften durchzogen, in denen sich aufgewachsen vorfinden Albit, Quarz, Chlorit, Dolomit, Crichtonit (Titaneisen), Eisenkies, Titanit, Brookit (selten), Anatas und Turnerit. Letzteres Mineral ist selten.. P. Groth u. G. Seligmann (bei P. Groth, a. a. O.) vermochten jedoch noch einige Stücke zu erwerben und selbst eins aufzufinden. Die rötlich gelben Kristalle sind flächenärmer und dicker tafelförmig, als die von A. Des Cloizeaux abgebildeten, die von dem "Mont Sorel" stammen sollen (P. Groth, a. a. O.). Bezüglich des nicht auffindbaren "Mont Sorel" machen es die Angaben von H. A. Miers (Min. Mag. 8, 207, 1889) sehr wahrscheinlich, daß dieser Name, der sich zuerst bei W. Phillips (a. a. O. 1823) findet, durch einen Schreibfehler aus "Monsieur Soret" entstanden sei, indem statt "Pictite de Mons. Soret" die Bezeichnung "Pictite de Mont. Sorel" gesetzt wurde; vgl. auch A. Lacroix, Min. Fr. 4, 372, 1910. A. La-CROIX (C. R. 122, 1429, 1896. Min. Fr. 4, 374, 1910) beschreibt Monazit (Turnerit) vom Meije-Gletscher bei la Grave, Hautes Alpes, Dauphiné. obachtete Formen: a, m, w, x, g, e, u, r, v, x, i, o. Zwei Typen von Kristallen treten auf. Kristalle des Typus I nach keiner Richtung besonders gestreckt, sehr

wenig nach (100) abgeplattet, Habitus bestimmt durch starke Entwicklung von a und e, Farbe schwach rosagelb, bräunlichgelb, seltener rothellbräunlich. Kristalle des Typus II gestreckt nach der Kante (101):(100), oft nach (100) abgeplattet; Farbe hellgelb oder honiggelb. Gemeinsam mit Anatas und Brookit in wohl ausgebildeten Kristallen auf Spalten der Gänge von albitischem Granulit mit Quarz auftretend; das Vorkommen ähnelt dem von St. Christophe, Dauphiné. Monazit und Brookit sind ungefähr gleich häufig, Anatas tritt weit stärker auf.

- f) Belgien. In kleinen, kaum einen Millimeter messenden, tafelförmigen, lebhaft und ein wenig fettglänzenden Kristallen von bernsteingelber, in Rot übergehender Farbe, in den Steinbrüchen von Nil-St. Vincent. Gut ausgebildete Kristalle, von v, e, a, m und w begrenzt, denen des Monazits aus dem Ilmengebirge ähnlich, nur ist bei ihnen a sehr stark ausgebildet und m kaum sichtbar. A. Re-NARD (s. u.) erhielt $e: v = 38^{\circ} 39' 39''$, $a: e = 79^{\circ} 44'$. Spaltbarkeit parallel der Orthodiagonale deutlich, parallel der Klinodiagonale weniger deutlich; sie führt, wie bei Feldspat, zur Entstehung länglicher Spaltungsprismen. Unter dem Mikroskop völlig und mit zitronengelber Farbe durchsichtig, mit wenig kräftigen Polarisationsfarben und ohne Dichroismus. Nicht homogen, sondern mit bräunlicher, flockiger Substanz, dagegen nicht von Mikrolithen erfüllt; einige Kristalle scheinen Flüssigkeitseinschlüsse zu enthalten. Ferner zeigt sich unter dem Mikroskop, daß diese Kristalle während ihrer Bildung bereits einmal angewachsen waren und später von ihrer Unterlage wieder abgerissen worden sind; an den Bruchflächen sind durch Neuablagerung von Substanz neue, gezähnte Flächen entstanden; Quarzkristalle dieser Lagerstätte weisen ähnliche Erscheinungen auf. A. Renard (a. a. O.) bestimmte den Gehalt des Minerals an P2O5 zu 29·05 0/0; qualitativ konnte er auf nassem Wege Cer und Lanthan und spektroskopisch Didym nachweisen; dagegen wurde kein Thor gefunden. Tritt gemeinsam mit Rutil, Turmalin, Zirkon und einem Glimmermineral in Quarzitgängen der kristallinen Schieferformation auf (A. Renard, Bull. Acad. Belgique [3] 2, 71, 128, 1881). Nach A. Franck (Bull. Acad. roy. de Belgique [3] 21, 40, 1891), der die im Besitze des Apothekers De Meunynek in Antoing befindlichen Kristalle des damals bereits erschöpften Vorkommens kristallographisch untersuchte, sind a, x, e am häufigsten und ist v ziemlich häufig; b, m. u, z wurden nur an zwei Kristallen beobachtet. Kristalle nach a tafelförmig, Flächen von a gewölbt. A. Franck (a. a. O.) erhielt: $(100)(011) = 79^{\circ} 49' 30', (011)(0\overline{1}1) = 83^{\circ} 47' 30'', (110)(1\overline{1}0) = 86^{\circ} 42'$ 30' und $a:b:c=0.9718:1:0.9233; \beta=76^{\circ}18'$. Unter dem Mikroskop völlig durchsichtig mit zitronengelber Farbe, nicht pleochroitisch, schwach doppeltbrechend. Flockige Substanz im Inneren eines Kristalls führt A. Franck (a. a. O.) auf mehr oder weniger ausgesprochene Umwandlung zurück. Nach W. Prinz (Bull. Acad. Belgique, Cl. d. Sci. 1904, 313) sind die Monazitkristalle von Nil-St. Vincent immer mit flockiger Substanz erfüllt; es handelt sich jedoch nicht um Umwandlungsprodukte, sondern um eine beigemengte glimmerartige Substanz. W. Prinz (a. a. O.) macht noch folgende Angaben über den Monazit von Nil-St. Vincent. Kleine, von Quarz, Xenotim, Anatas begleitete, Turmalinnädelchen und Flüssigkeitseinschlüsse enthaltende, hell- bis dunkelbernsteingelbe, nach (001) nicht, nach (010) leichter als gewöhnlich, nach (100) wenig spaltbare Kristalle; optische Eigenschaften s. S. 300. G. Césaro (Mém. Acad. Belgique, Cl. d. Sc. des lettr. et des Beaux-Arts 53, Nr. 4, 15, 1895/98) untersuchte zwei etwa 1 mm große, auf Quarz sitzende, von Anatas und Turmalinkristallen begleitete Kristalle des Vorkommens und gab an, wie sich kleine Kristalle von Monazit und Sphen im konvergenten polarisierten Licht voneinander unterscheiden lassen.
- g) England. Auf einem vom British Museum erworbenen Handstück mit Quarz, Albit und Tonschiefer fanden sich zerstreut wenige einzeln auftretende Kristalle (Fig. 39) von Monazit. Aus der Paragenese und aus dem Habitus des Quarzes und

des Albits wurde geschlossen, daß das Stück aus Cornwall stammt. Hierzu bemerkt H. A. Miers (Min. Mag. 6, 164, 1886), daß man einerseits Monazit für Anatas halten könne, und daß man anderseits aus der Anwesenheit eines dieser Mineralien auf die des anderen schließen dürfe, da beide, worauf zuerst F. HESSENBERG (N. Jahrb. f. Min. 1874, 826) aufmerksam machte, in der Regel gemeinsam auftreten. In "Greg and Lettsom, Manuel of the Mineralogy of Great-Britain and Ireland, p. 363" werden nach A. Miers Tintagel und die Umgebung von Liskeard in Cornwall als Fundorte von Anatas erwähnt; es gewinnt somit die Annahme an Wahrscheinlichkeit, daß Cornwall das Herkunftsgebiet des fraglichen Stückes ist. Kristalle nahezu rechteckig begrenzt, gelblichbraun gefärbt, Tafeln von meistens 1-1 mm Dicke und 1-2 mm Länge und Breite; sie liegen auf einer Seite des Handstückes spärlich zerstreut auf Albitkristallen. die Qnarz überlagern, in einem Fall findet sich Monazit als Einschluß in Quarz. Genauigkeit der Messung zur Ermittlung der Achsenelemente nicht ausreichend, dagegen genügten sie zur Bestimmung der Arten von einfachen Formen. Von diesen sind f und q neu; f ist eine schmale, gut ausgebildete Fläche, q ist gerundet. A. Miers erhielt: $w f = 24^{\circ} 36'$ (berechnet $24^{\circ} 58\frac{1}{2}$), $wq = \text{etwa } 31^{\circ} 48'$ (berechnet $31^{\circ} 14\frac{1}{2}$), $bm = 46^{\circ} 39'$, $bo = 34^{\circ} 4'$, $om = 46^{\circ} 39'$)

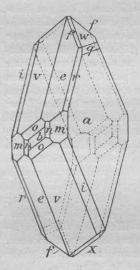


Fig. 39. Monazit, Cornwall, nach H. A. Miers, 1886. Lin. Vergr. etwa 1.72 der Originalfigur.

 $35^{\circ}58'$, $w m = 55^{\circ}27'$, $w x = 93^{\circ}0'$, $b v = 53^{\circ}4'$. Die Kristalflächen sind mit Ausnahme derer von b, o, m, w uneben. An einem Kristall ist Zwillingsbildung nach a wahrnehmbar. Nach H. L. Bowman (Min. Mag. 12, Nr. 58, 358, 1900; Ztschr. f. Kryst. 33, 119, 1900) entdeckte A. Miers später einen Monazitkristall von entsprechendem Aussehen und in ähnlicher Vergesellschaftung zu Tintagel in Cornwall. Im Jahre 1899 wurden vier weitere Funde an diesem Orte gemacht und zwar in dem großen Steinbruch ungefähr 1½ engl. Meilen südlich von Tintagel Castle längs der Küste, der auf der Karte als "Lanterdan Quarry", in der Gegend selbst als "West Quarry" bezeichnet wird; in den benachbarten Steinbrüchen tritt das Mineral nicht auf. Am Fundort wird devonischer Tonschiefer, der hier einen eigentümlichen seidenartigen Glanz aufweist, von zahlreichen geraden Spalten durchsetzt, die ungefähr NO.-SW. streichen und steil einfallen. Ihre Wandungen sind mit Albit, Quarz, stellenweise auch mit Kalkspat überzogen. Die Monazitkristalle sitzen gewöhnlich auf Albit, aber auch auf Quarz und Kalkspat. Diese hellorangebraun gefärbten, nach a mehr oder weniger tafelförmigen Kristalle haben den üblichen Habitus; an einem von ihnen, einem Zwilling nach a, der in der Richtung der b-Achse etwa 21 mm dick ist und auf Albit aufgewachsen

war, wurden die Formen a, w, e, i, x, r, m, q beobachtet. Nach H. L. Bowman (a. a. O.) beweisen das Auftreten der Flächen von q an diesem Kristall und die Paragenese, daß der von A. Miers (a. a. O., 1886) untersuchte Monazit von diesem Fundorte stammte. Ein einziger Kristall war auf einer kleinen Nebenspalte in der Nähe eines Albitganges unmittelbar auf Schiefer aufgewachsen. Er ist dunkler gefärbt als die anderen und undurchsichtig, trotzdem seine Flächen frisch und glänzend sind. Sein Habitus ist ungewöhnlich durch tafelförmige Ausbildung des Kristalls nach b, mit welcher Fläche er aufgewachsen ist. Die 17 meßbaren Flächen gehören den Formen $b, u, e, v, o, m, n, \mu, r, \eta, \theta$ an; die Seitenflächen sind unvollständig ausgebildet oder verdeckt; w ist wahrscheinlich vorhanden, x scheint zu fehlen. Gemessen

wurden folgende Winkel zur genauen Feststellung der neuen Formen μ , η , θ : (010)(130) = 20° 11′ (Mittelwert; berechnet 19° 29½′), (120) (130) = 9° 0′ (8° 28½′), (021) (132) = [17°] (16° 34′); (111) (132) = [22° 15′] (22° 56′); (011) (122) = 20° 58′ (20° 26½′), (111) (122) = 18° 29′ [18° 9½′], (021) (122) = 25° 33′ (25° 16′). Die Flächen von μ , η , θ sind schmal, aber deutlich ausgebildet; μ glänzt besonders stark. Als Begleiter der Monazite treten außer Albit, Quarz und Kalkspat noch Rutil und Eisenkies auf.

h) Skandinavien. Auf den südnorwegischen Granitpegmatitgängen. In der gesamten Grenzzone längs der Grenze des Granitgebietes in Smålenene und Bohuslän sind viele Gänge durch einen verhältnismäßig großen Reichtum an Monazit ausgezeichnet, der zum Teil in großen Kristallen auftritt. Dasselbe gilt von vielen Gängen der Gegend von Risör, Tvedestrand, Arendal, Lister, Hitteroe, Saetersdalen. Monazit gehört zu den primären Gangmineralien der gewöhnlichen Pegmatitgänge; im oberen Teil des Gebietes östlich von Kristianiafjord findet sich Monazit auf Pegmatitgängen, die durch die Mineralkombination Columbit-Samarskit ausgezeichnet sind und eine Untergruppe der gewöhnlichen Pegmatitgänge bilden (W. C. Brögger, Min. südnorw. Granitpegmatite. Vid.-Selsk. Skr.; I. Math.-nat. Kl., Bd. 1, Nr. 6, 6-26, 1906). Einzelfundorte nach W. C. Brögger (a. a. O.): Im Feldspatbruch bei Husäs Kirchspiel Söndeled, mit Turmalin (a. a. O., 16). Im Feldspatbruch Båseland, Holt-Kirchspiel, mit Thorit, Columbit, Magnetit (a. a. O., 17). In einem Feldspatbruch auf dem Grundstück des Hofes Tveit in Auselheia beim Hofe Ausel mit Orthit, Xenotim, Orangit, Thoruranium (a. a. O., 16). In großen Massen mit dunkelbrauner Farbe bei Narestö (a. a. O., 17). Die von Hitteroe bekannte Paragenese Polykras (oder Euxenit), Blomstrandin, Gadolinit, Xenotim, Monazit, Malakon und Alvin findet sich in mehreren Gängen der Küstenstrecke zwischen Mandal und Ryfylke, ebeuso auch in Iveland, Saetersdalen (a. a. O., 21). — Angaben über den Gehalt an "Gadoliniterden" der Monazite von Lönneby (1·7°/0), Dillingö (1.5%), Narestö (2.78%), und Nya Kårarfvet (Schweden 0.65%) finden sich bei A. F. Nordenskiëld, Bih. Svenska Vet.-Akad. Handl. 17, Afd II, Nr. 1, 9, 1891/92. C. W. BLOMSTRAND (Geol. För. Förh. 9, 160, 1887) analysierte Monazite von nachstehenden Vorkommen im Gebiet der südnorwegischen Granitpegmatitgänge a) von Moss (Analyse VI.); hellbraun, glänzend, sehr deutlich spaltbar, Pulver fast weiß, Dichte 4.89. b) von Dillingö bei Moss (Nr. 1), (Analyse VIII.); hellbraun, Pulver fast weiß mit schwachem Stich ins Braune; Dichte 5·19. Das Mineral ist nach dem Analysenergebnis ungewöhnlich rein. c) von Dillingö (Nr. 2), (Analyse IX.); hellgelbbraun, Oberfläche matt; etwas verwittert, auf frischem Bruch ziemlich dunkel graubraun und ohne besonderen Glanz, undeutlich spaltbar; Dichte 5.18. d) von Moss (Analyse VII.); rotgelb, wenig glänzend; Dichte 4.64. e) von Lönneby in Råde bei Moss (Analyse X.-XI.); größere prismatische, ziemlich glänzende Kristalle, teils von gewöhnlicher hellbraungelber Farbe, teils, obwohl selten, von aschgrauer Farbe; Dichte 4.77. f) von Arendal (Analyse 1V.); grünlichbraun, Pulver hellgrau; Dichte 5·15. g) von Narestö bei Arendal (Analyse V.); ziemlich große, violettbraune Kristalle, Bruch splitterig, fettglänzend; frisch und rein; Dichte 5.117. h) von Hvalö am Kristianiafjord (Nr. 1), (Analyse XII.); Bruchstücke eines größeren prismatischen Kristalls; Flächen matt und rauh; gelbbraun, ins Rote neigend, Pulver rötlich; sehr unrein. i) von Hvalö (Nr. 2), (Analyse XIII.); derb, violettbraun, ziemlich glänzend, wenig deutlich spaltbar; Dichte 5.08. — C. F. RAMMELSBERG (Ztschr. Deutsch. geol. Ges. 29, 79, 1877) analysierte (Analyse III.) ziemlich große, matte, in Orthoklas eingewachsene Kristalle von Arendal; Dichte 5.174. Nach H. Goregix (Bull. Soc. min. de Fr. 8, 32, 1885) übertrifft in den Monaziten von Arendal der Gehalt an Didym den Cergehalt.

Ein in sehr feinen, durchsichtigen, blaßweingelben Nadeln von der Dichte etwa 4.6 in den grünlichen und rötlichen Apatit von Arendal eingewachsenes, thorfreies Mineral (Analyse II.) bezeichnete F. Wöhler (Pogs. Ann. 67, 424, 1846. Nachr. d. Univ. u. d. Ges. d. Wiss. Göttingen 1846, 19. Liebigs Ann. 57, 268, 1846. L'Institut, 1. Sect. Sc. math. phys. et nat. 14, 159, 1846) als Kryptolith. Die Nadeln machen unter dem Mikroskop den Eindruck sechsseitiger Prismen und werden erst sichtbar, wenn der sie umhüllende Apatit in verdünnter Salpetersäure aufgelöst wird; in diesem treten außer Kryptolith noch Magnetit, Hornblende und ein hyazinthrotes Mineral (Monazit?) auf. Das Vorkommen von Kryptolith ist auf bestimmte Stellen, namentlich des rötlichen Apatits, beschränkt, der etwa 2-3% des Minerals enthält. Kryptolith löst sich in konzentrierter Schwefelsäure beim Erwärmen vollständig und besteht nur aus Ceriumphosphat (Analyse II). H. Fischer (Ztschr. f. Kryst. 4, 373, 1880) vermochte Kryptolith nicht in dem lauchgrünen, sondern nur in dem rötlichen Apatit von Arendal festzustellen. Dieser enthält nach ihm im Dünnschliff in der farblosen, nur hier und da von überaus dünnen rötlichen Fetzen (Eisenoxyd) durchzogene Grundmasse nur noch die meist farblosen Nadeln von Kryptolith. Wie bereits F. Wöhler (a. a. O.) mitgeteilt hatte, sind diese in der Regel untereinander und gleichzeitig mit der prismatischen Hauptspaltungsrichtung des Apatits parallel angeordnet. Die Nadeln wechseln in ihrer Dicke (0.004-0.016 mm) und Länge (0.045 bis 0.224 mm). Bei der Auflösung des Apatits, die in kalter Salpetersäure in einigen Stunden erfolgt, blieben neben den teils farblosen, teils gelblicheu Kristallen von Kryptolith und roten Eisenoxydschüppchen, die das Pulver der Kryptolithnädelchen rot erscheinen ließen, noch schwarze Flecke von unbekannter Herkunft auf dem benutzten Uhrglase zurück. An den isolierten Nadeln konnten weder die Form ihrer Querschnitte, noch die ihre Endungen begrenzenden Kristallflächen festgestellt werden; sie zeigten deutlich gerade Auslöschung, die an den noch in Apatit eingelagerten Individuen nicht leicht erkennbar ist. Auch lassen sich an den isolierten Kryptolithen mehrfache Querabsonderungen senkrecht zur Längserstreckung wahrnehmen (H. Fischer, a. a. O.) E. Mallard (Bull. Soc. fr. de Min. 10, 236, 1887) fand Kryptolith in einem weiß oder schwach grün gefärbten, nach den Flächen eines hexagonalen Prismas leicht spaltbaren Apatit von Midbö, 8-9 km nördlich von Tvedestrand, Amt Nedenäs, Norwegen. Hier bildet ein granitisches Gestein, das aus wirr durcheinander gewachsenen, sehr großen Mengen von deutlich kristallisiertem, rosa gefärbtem Oligoklas, Quarz, schwarzem Glimmer, Rutil und untergeordnet auftretendem Magnetitkies besteht, Gänge, die schichtenförmig in fast vertikal einfallende und nord-nordöstlich streichende Glimmer- und Amphibolgneise eingelagert sind. Im Innern des Apatis bemerkt man mit bloßem Auge granatähnlich aussehende, mit der Lupe andere, braun bis zitronengelb gefärbte Kristalle. Beim Auflösen des Apatits in Salpetersäure bleibt ein Rückstand von reichlich Quarz, Magnetit, Magnetkies und sehr kleinen, deutlich ausgebildeten und stark glänzenden Kristallen; diese stimmen mit den mit bloßem Auge sichtbaren Kristallen von Kryptolith überein und sind vor dem Lötrohr unschmelzbar; Härte zwischen 4 und 5. Kristalle nach v verlängerte Prismen bildend, deren Enden entweder durch a oder e oder durch beide Formen zugleich begrenzt sind; ferner treten z, w, t auf. E. Mallard erhielt $(\overline{1}11)(\overline{1}\overline{1}1) = 73^{\circ}20'$, $(100)(\overline{1}1\overline{1}) = 61^{\circ}44'$, $(100)(101) = 39^{\circ}14'$, $(\overline{1}11)(101) = 87^{\circ}39'$, $(\overline{3}11)(\overline{3}1\overline{1}) = 144^{\circ}36'$, $(\overline{3}11)(\overline{1}00) = 26^{\circ}40'$, $(100)(011) = 79^{\circ}6'$, $(\bar{1}11)(011) = 38^{\circ} 29', (22\bar{1})(11\bar{1}) = 18^{\circ} 10'$ und sah durch diese Zahlen den Beweis dafür als erbracht an, daß die Kristallformen von Monazit und Kryptolith übereinstimmen. Bei letzterem beträgt die Auslöschungsschiefe auf einer Fläche von v gegen die Kante v:v etwa 55°; nach den damals für Monazit vorliegenden Angaben würde sich für dieses Mineral die entsprechende Neigung zu etwa 500 ergeben; Monazit und Kryptolith sind also nach E. MALLARD identisch; der Name Krypto-

lith ist zu streichen. Über Phosphocerit vgl. S. 337. — Im Dünnschliff nahezu senkrecht (100) eines hellbraunen, mattglänzenden Kristalls aus gneisartigem Granit von Tvedestrand, Norwegen, mit vorherrschendem e und x, beobachtete O. Mann (Diss. Leipzig 1904, 4) an einzelnen Stellen Körnchen von Thorit neben Biotit, Quarz und Calcit als Einschlüsse. — W. C. Brögger (Ztschr. f. Kryst. 16, Spez. Teil S. 72, 1890) fand ebenso wie Th. Scheere (Nyt. Mag. f. Nat. 5, 308, 1848) bei der mikroskopischen Untersuchung der ceriumhaltigen Apatite, die unter den Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite auftreten, keinen sogenannten Kryptolith.

Ein Mineral, das E. ZSCHAU (N. Jahrb. f. Min. 1855, 522) in dem granitartigen Granit des Norits von Hitteroe (Norwegen) auffand, ist nach diesem Autor wahrscheinlich Monazit. Am besten ist es erhalten in einem großkörnigen, viel schwarzen Glimmer enthaltenden Granit, in dem es gemeinsam mit sehr frischem wasserfreien Malakon auftritt; in dem eigentlichen Schriftgranit und in den Orthiten hat es Gestalt und Glanz meist verloren. Es durchkreuzt zuweilen Malakon in der Art des Apatits. Nach H. Fischer (Ztschr. f. Kryst. 4, 373, 1880) zeigt der Monazit von Hitteroe im Dünnschliff eine lichtgelbe, völlig dnrchsichtige Grundmasse, in die dünnere gelbrote und gelbe, ferner dickere bräunliche Massen (Eisenoxyd) reichlich eingelagert sind. H. L. Bowman (Ztschr. f. Kryst. 33, 119, 1900) beschreibt

einige lose Kristalle (Fig. 40) von einer Klippe bei Hitteroe, die nach seiner Angabe Prof. ZSCHAU in Dresden gehören. Beobachtete Formen a, b, c (nur als Spaltfläche), m, x, w, v, e, r. An einem Kristall kommen in der Zone [a, v]und [m, v] (?) andere Flächen vor, die aber wegen ihrer Wölbung und Unebenheit keine Bestimmung zulassen. Habitus der Kristalle ziemlich verschieden; die meisten sind tafelförmig nach c mit großen Flächen m und x; bei anderen ist v stärker entwickelt. Oberfläche der Kristalle matt, auf Spaltflächen nach c glänzend; Farbe braun; undurchsichtig. Ein kleines Stück des Muttergesteins, das einem Kristall anhaftete, bestand aus Quarz, Orthoklas und Biotit, die Kristalle waren also vielleicht in Granit oder Pegmatit eingewachsen. - Ein schöner Monazitzwilling von Hitteroe wurde 1905 in Wien ausgestellt (Min.-petr. Mitt. 24, 135, 1905).

Nach H. FISCHER (Ztschr. f. Kryst. 4, 373,

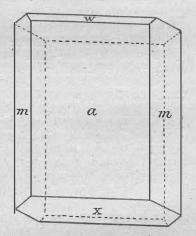


Fig. 40. Monazit, Hitteroe, nach H. L. Bowman, 1900. Lin. Vergr. etwa 1.70 der Originalfigur.

Narestoe bei Arendal, eine lichtgelbe, von Spaltrissen durchsetzte Grundmasse; sehr oft ist er aber streckenweise so sehr "vollgepropft" mit gelbbrauner flockiger, oft unregelmäßig streifenartig eingelagerter fremder Substanz, daß streckenweise die Grundsubstanz dadurch ganz unsichtbar wird; man kann annehmen, daß diese ziemlich undurchsichtige Masse da und dort gut ein Drittel des Ganzen ausmacht. — In braunen Lagen im Feldspatbruch Garta bei Arendal mit Cleveit, Feldspat, Quarz, Glimmer, Orthit, Fergusonit, Xenotim, Cyrtolith, Alvit, jedoch nicht ganz sicher (A. E. Nordenskiöld, Geol För. Förh. 4, 30, 1878/79). — Zuweilen nur von « und » begrenzte und dann kurzprismatische oder pseudorhomboedrische Einzelindividuen und 3 bis 4 cm große Zwillinge nach (100) aus Pegmatitadern in der Mähe von Nöndeled, Risör (P. Schel, Nyt. Mag. 43, 144, 1905; Medd. fra Krist. Univ. Min. Inst. Nr. 1). — Einen Monazitkristall von Helle (Nor-

wegen) von etwa einem Quadratzoll Querschnitt beschrieb E. Zschau (Allg. deutsche Nat. Zeitg. 1857, 208. Auszug: Am. Journ. of Sc. [2] 25, 410, 1858). — Mit Columbit verwachsener Monazit von Moss wurde 1905 in Wien ausgestellt (Min.-petr. Mitt. 24, 135, 1905). — Im Orthoklas des Granits von Noetteroe auf der gleichnamigen Insel im Kristianiafjord, von D. Forbes u. Dahll (Nyt. Mag. 8, 226, 1855) entdeckt und Urdit genannt. Kristalle wegen der Unebenheit ihrer Flächen nicht meßbar, mit mehr oder weniger deutlicher Spaltbarkeit, deren Richtungen nicht angegeben sind. Dichte 5.19-5.26. Fettglanz; kantendurchscheinend; gelblichbraun bis braun; Strich hellgraulichgelb Gibt im Kölbchen kein Wasser, schmilzt beim Glühen in der Zange nicht und leuchtet dabei sehr stark. Nach dem Glühen ist die Farbe etwas dunkler als zuvor. Liefert in der Boraxperle im Reduktionsfeuer ein klares, warm gelbliches Glas mit grünlichem Schimmer, das in der Kälte farblos ist; Boraxperle im Oxydationsfeuer warm rötlichbraun; während der Abkühlung weist sie dieselbe Farbe wie im Reduktionsfeuer, nur etwas kräftiger, auf. In der Phosphorsalzperle hinterbleibt ein Kieselskelett; diese hat im Reduktionsfeuer dieselben Farben wie die Boraxperle. Auf Platinblech keine Manganreaktion, mit Zinn keine Titanreaktion. Gibt mit Soda auf Kohle ein weißes Metall, "vermutlich Zinn"; das gepulverte Mineral wird in kochender Salzsäure nicht zersetzt. E. Zschau (Allg. deutsche Nat.-Zeitg. 208, Dresden 1857. Auszug: Am. Journ. of Sc. [2] 25, 410, 1858) machte darauf aufmerksam, daß in bezug auf die Kristallformen Urdit und Monazit übereinstimmen.

In langprismatischen, nach der c-Achse gestreckten Kristallen in dem Pegmatitgang bei dem Hofe Ollestad bei Üland zwischen Ekersund und Flekkefjord; nach (100) verzwillingt. Der Habitus der Zwillige spricht dafür, das Zwillingsgesetz folgendermaßen zu formulieren: "Zwillingsachse die c-Achse, (100) Verwachsungsfläche" (J. Schetelig, Norsk. geol. tidskr. 2 [3] Nr. 9, 1913. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 2, 41, 1913).

Frische, mit gelbbrauner oder brauner Farbe durchsichtige, von a, m, n, w, x, e, u, r, v, c, q [(230), neu] begrenzte Kristalle mit (100) (230) = 54° 15' (ber. 54° 42.5') im Granitpegmatit bei dem Hofe Mölland, Iveland, Saetersdalen; Dichte 5.24 und 5.31. Winkelwerte stark schwankend, in vielen Fällen sind die Kristalle scheinbar triklin; sie treten in drei Typen auf; a) breittafelig nach a, b) tafelig nach a, jedoch in der Richtung der Vertikalachse verlängert, c) prismatisch nach m. Kristalle bis zu 7 ccm groß, meist auf Tafeln von Biotit oder Muscovit aufgewachsen. Zwillinge nach (100) nicht häufig; einmal wurde ein (vielleicht nicht sicherer) Zwilling beobachtet mit (201) als Zwillingsebene und Verwachsungsfläche, ferner wurden Zwillinge festgestellt, bei denen (001) oder ($\overline{9}02$) Zwillingsebene, und ($\overline{9}02$) Verwachsungsfläche ist; [($\overline{9}02$) und (001) stehen senkrecht zneinander]. Ein solcher Zwilling ist auch von Råde in Smålenene bekannt (J. Schettelie, Norsk. geol. tidskr. 2 [3] Nr. 9, 1913. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 2, 41, 1913).

L. Schmelck (Ztschr. f. angew Chem. 1895, 542) macht folgende allgemeine Angaben über die norwegischen Monazite. Härte 5-5·5; Farbe braun, braungelb, braungrau; Strich braun, gelb, grau. Vor dem Lötrohr unschmelzbar; nur durch konzentrierte Schwefelsäule, nicht durch Salzsäure zersetzbar. Gehalt an Thoriumoxyd 3—12 %, gewöhnlich etwa 8 %.

C. W. Blomstrand (Geol. För. Förh. 11, 379, 1889) analysierte Monazit von Lilla Holma, Kirchspiel Luhr, ungefähr 1½ Meile südlich von Strömstad, Schweden (Analyse XIV.). Geibbraune, auf frischem Bruch fett- oder wachsglänzende Massen (selten Kristalle) treten dort neben Beryll und einem samarskitähnlichen Mineral auf. — In einem gewöhnlichen Pegmatitgang von Digelskär (in der Nähe von Stockholm) neben Magnetit und Uranpecherz (Fr. Svenorus, Geol. För. Förh. 6, 207—209, 1883. Auszug: Ztschr. f. Kryst. u. Min. 8, 647, 1884).

Wegen des hohen Gehaltes (4.35%) an Fluor hat F. RADOMINSKI (C. R. 78, 764, 1874) das an seinem Fundorte als Monazit bezeichnete Mineral von Kårarfvet bei Falun in Schweden von Monazit abgetrennt und unter der Bezeichnung "Kårarfveit" zu einem selbständigen Mineral erhoben. Unvollkommen ausgebildete, bis zu 1150 g schwere, doppeltbrechende nach einer nicht bestimmbaren Richtung sehr deutlich spaltbare Kristalle oder kristallinische Massen von oft beträchtlicher Größe. Nicht völlig homogen; Dichte 4.93. Schwacher Glasglanz; Farbe gelb, in Braun übergehend, gepulvert gelbgräulich, durchscheinend. Vor dem Lötrohr unschmelzbar; in Salzsäure schwer und unvollständig unter Entwicklung von Chlor löslich, von Schwefelsäure oder Kaliumbisulfat vollständig zersetzt. Eine an unreinem, mit der Lupe ausgesuchtem Material vorgenommene Untersuchung ergab als Mittel aus mehreren Analysen die nur annähernd zutreffende Analyse XV. Das Mineral enthält auch eine Spur H.O. Es tritt zerstreut in Albit auf und ist fast immer mit Gadolinit, Hjelmit und Beryll vergesellschaftet. C. W. Blomstrand (Geol. För. Förh. 11, 379, 1889) wies durch eine Analyse (XVI.) des Kårarfveits von Nya Kårarfvet, der in demselben Sommer und an derselben Stelle gesammelt worden war wie die von F. Radominski untersuchte Probe, nach, daß Kärarfveit ein gewöhnlicher, unreiner Monazit ist. Der Name Kårarfveit ist also zu streichen.

- O. Sims (bei H. Watts, Quart. Journ. Chem. Soc. London 2, 131, 1850) entdeckte, daß beim Behandeln des geglühten Kobalterzes von Johannisberg, Schweden, mit Salzsäure ein kristallinisches; graulichgelbes Pulver zurückbleibt, das etwa ein Tausendstel der Gesamtmasse ausmacht. Nach H. Watts (a. a. O.) besteht dieser Rückstand aus gelben, durchsichtigen, nach E. J. Chapman (bei H. Watts, a. a. O.) scheinbar tetragonalen Kristallen und einem undurchsichtigen, dunkelpurpurroten, in der Form teilweise Magnetit ähnlichen, in Salzsäure löslichen, Kobalt, zwei- und dreiwertiges Eisen enthaltenden Mineral. Gelbe Kristalle in Wasser unlöslich, von starker kochender Salpetersäure wenig, stärker von starker Salzsäure angegriffen; am besten von starker Schwefelsäure gelöst; Dichte 4.78, Härte 5-5.5. H. WATTS nannte das gelbe Mineral nach seiner Zusammensetzung (AnalyseXVII.) Phosphocerit; nach ihm stimmen Phosphocerit und der Kryptolith F. Wöhlers chemisch überein; gehören jedoch verschiedenen Kristallsystemen an. E. J. Chapman (ebenda, S. 154) sprach sich wegen der Unsicherheit, die bei der Bestimmung des Kristallsystems der in sehr kleinen Kristallen auftretenden Mineralien Kryptolith und Phosphocerit bestcht, für deren Identität aus. Gleichzeitig wies er darauf hin, daß man Monazit vielleicht als einen durch atmosphärische Einflüsse umgewandelten Phosphocerit ansehen dürfe; dann wären die roten Körner, die F. Wöhler unter den Begleitern des Kryptoliths auffand, vielleicht Übergangsglieder zwischen beiden Mineralien. Nach E. J. Chapman schmilzt Phosphocerit vor dem Lötrohr teilweise an den Kanten und an der Oberfläche zu Glas und färbt dabei die Flamme schwach grün. Gibt mit den gewöhnlichen Lötrohrreagenzien die Reaktionen des Ceriums, erteilt der Borax- und der Phosphorsalzperle eine in der Kälte violettblaue, entweder durch Didym oder Kobalt bedingte Farbe; liefert mit Borsäure und weichem Eisendraht eine Kugel von Phosphoreisen.
- i) Finnland. In den Pegmatitgängen im Granit am Nordende des Ladoga-Sees in den Kirchspielen Sordavala und Impilaks, Finnland, und zwar in den Feldspatbrüchen beim Hofe Paavola (in einzelnen Individuen) und im Dorfe Huntlila (Hunttila?) auf der Insel Lokansaari (in zahlreichen großen Kristallen, die gegen die Begleitmineralien, Quarz, Feldspat, ein dem Euxenit ähnliches Mineral, Kupferkies, idiomorph entwickelt sind). Kristalle von Lokansaari häufig 5-7 cm groß, häufig tafelig nach a, begrenzt von a, c, m, w, x, e; nicht mehr ganz frisch. Die Kombination a, m, x, w, e ist gewöhnlich; am seltensten tritt c auf. Zwillinge nach (100) nicht selten, beobachtet wurde auch ein Durchkreuzungszwilling nach

- (001). Nicht nach (001), dagegen nach (100) und (010) spaltbar; Absonderung nach (111). Härte 5—6, Dichte 5·163 (gelbbraun; frisch); Dichte 4·88 (rotbraun, zersetzt). Optische Eigenschaften vgl. S. 300, Analyse XVIII.—XIX. (W. Ramsay u. A. Zilliacus, Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. 39, 1897. Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1, 17, 1900; Ztschr. f. Kryst. 31, 317, 1899). Nach F. J. Whk (Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. 24, 59, 1882) kann ein von ihm in einer Mineraliensammlung aufgefundenes derbes Stück mit der Bezeichnung "Monazit von Sukkula", Finnland, höchstens teilweise aus Monazit bestehen (Dichte 2·8—2·9!; vor dem Lötrohr schmelzend!).
- k) Europäisch-Rußland. Im Ilmengebirge in einzelnen sehr gut ausgebildeten, gewöhnlich kleinen und nur ausnahmsweise bis zu 3 cm langen dicktafeligen bis kurz säulenförmigen Kristallen (Fig. 41 u. 42) mit folgenden Formen x, w, e, m, a, b; x, w, e, m, a; w, e, a, b; x, w, e, a, b; w, e, u, a, b; x, w, e, u, m, a, b; x, w, m, a, b, v; x, w, e, m, a, b; x, w, m, a, b; w, w, e, m, a, b; x, w, m, a, b; x, w, m, a, b; v; x, w, e, m, a, b; x, w, e, m, a, b, v, x; x, w, e, m, a, d, v; x, w, e, u, m, a, b, d, v. A. Des Cloizeaux (Ann. d. Min. [4] 2, 362, 1842) erhielt (110) (100) = 43° 30′, (110) (010) = 46° 30′, (100) (101) = 38° 55′, (100) (101) = 126°, (011) (010) = 49°, (011) (101) = 53°, (011) (101) = etwa 63°, (100) (001) = 75° 30′; N. v. Kokscharow

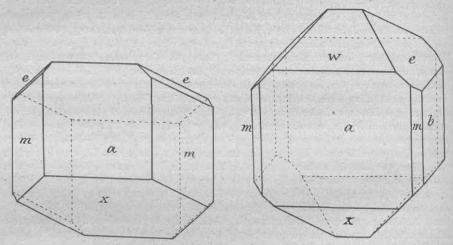


Fig. 41 u. 42. Monazit, Ilmengebirge, nach N. v. Kokscharow, 1862. Lin. Vergr. bei Fig. 41 etwa 1.24, bei Fig. 42 etwa 1.46 der Originalfigur.

(Min. Mat. Rußlands 4, 28, 1862) fand als Mittel aus 13 Messungen an verschiedenen Spaltstücken (100) (001) = 76° 17′. Selten frisch, dann fettglänzend, nelkenbraun, rötlichbraun, kantendurchscheinend mit unebenem, fettglänzendem Bruch. Nach (001) vollkommen wie Feldspat nach P, nach (100) ebensogut wie Feldspat nach M spaltbar und mit starkem Pcrlmutterglanz auf den Spaltflächen. Nach G. Rose (Reise Ural, 2, 87, 1842) parallel c zuweilen vollkommen, parallel den Abstumpfungen der scharfen und stumpfen Seitenkanten nur unvollkommen spaltbar; letztere Spaltbarkeit konnte N. v. Kokscharow (a. a. O., 13) nicht feststellen. Spaltbarkeit an verwitterten Kristallen undeutlich oder gar nicht wahrnehmbar; diese sind weniger lebhaft gefärbt, haben matte bis rauhe Flächen und sind bisweilen von einer lichtbraunen erdigen Substanz bedeckt. Strich fleischrot bis rötlichweiß (nach A. Breithaupt, Schweigger-Seidels Journ. f. Chem. u. Phys. 55, 301, 1829), nach G. Rose (a. a. O., 89) rötlichgelb. Dichte nach A. Breithaupt (a. a. O. und C. Kersten, Pogg. Ann. 47, 385, 1839) 4·922—5·019, nach H. J. Brooke (Phil. Mag. 10, 189, 1831;

Pogg. Ann. 23, 362, 1831) 4.880, nach R. Hermann (Erdmann und Marchands Journ. f. prakt. Chem. 40, 22, 1847) 5.000-5.180; nach N. v. Kokscharow (a. a. O., 32) 5.106 und 5.110. — Nach A. Breithaupt (a. a. O.) und C. Kersten (a. a. O.) findet sich Monazit im Ilmengebirge in einem beinahe quarzlosen Zirkongranit neben Zirkon und, wie dieser, porphyrartig eingewachsen. Nach G. Rose (N. Jahrb. f. Min. 1840, 713, a. a. O. 1842, 95) ist sein Muttergestein die eläolithfreie, aus gelblichweißem bis fleischrotem Feldspat und schwarzem einachsigen Glimmer bestehende Abart des Miascits, in der außerdem Äschynit, Titanit, Zirkon, Pyrochlor, Korund, Hornblende auftreten. Nach G. Rose (a. a. O. 1842) und N. v. Kokscharow (a. a. O., S. 13) sind die Monazitkristalle in dem genannten Gestein eingewachsen in ein großkörniges Gemenge von ockergelbem Feldspat, gelblichweißem Albit und licht gelblichbraunem zweiachsigen Glimmer; in dem Gemenge herrscht Feldspat, in diesen ist Monazit gewöhnlich eingewachsen, außerdem enthält es Zirkon. Nach K. G. Fiedler (Pogg. Ann. 25, 332, 1832) kommt der von A. Breithaupt beschriebene Monazit dieses Gebiets in einem mächtigen saigern Granitgange vor, in dem fleischroter Feldspat vorwaltet. Die Kristalle sind teils in kleinen Massen zu mehreren beisammen, teils vereinzelt in der gesamten Masse zerstreut. Nach R. Hermann (Journ. f. prakt. Chem. 93, 109, 1864) findet sich der Monazit von Miask im Ilmengebirge eingewachsen in einzelnen Kristallen in Granit und ist begleitet von Pyrochlor und Samarskit; ebenso tritt er auch "in Granatgängen" in Miascit auf. Über die Fundorte liegen folgende Angaben vor. Nach A. Breithaupt (a. a. O.) findet sich das Mineral in der Nähe der Gruben von Miask; nach K. G. Fiedler liegt der Fundort nicht bei Slatoust, auch nicht im eigentlichen Ilmengebirge, sondern in einer südlichen Fortsetzung von diesem, der sogenannten Tscheremtschanka. Hierzu bemerkt G. Rose (a. a. O. 1842, 91), daß er diesen Namen nicht in Miask gehört habe, auch erwähne ihn Lissenko in seiner Beschreibung des Hüttenbezirkes von Miask nicht. Der Name Tscheremtschanka beziehe sich auf einen in der Nähe des Ilmensees entspringenden und sich in den "Mias" ergießenden kleinen Fluß. Dagegen werde der zwischen Miask und dem Dorfe Kundrawinsk gelegene Teil des Ilmengebirges als das Tschaschkowskische Gebirge nach dem Flusse Tschaschkowska bezeichnet, der in ihm entspringt und in den "Miask" fließt. Nach G. Rose beruht daher der von K. G. Fiedler angegebene Name auf einer Verwechselung. G. Rose hat bei seiner Reise nach Rußland Monazit nicht in der Natur gefunden, sondern nur in einer Sammlung gesehen (a. a. O. 1842, 91), nach ihm soll das Mineral jedoch an mehreren Orten festgestellt worden sein, z. B. von Lissenko, der in der Beschreibung des Hüttengebietes von Miask angibt, daß Monazit an der Südseite des Ilmensees in Eläolith und Feldspat eingewachsen vorkommt. N. v. Kokscharow (a. a. O.) nennt als Fundort nur das Ilmengebirge ohne nähere Angaben. P. v. Jere-MEJEW (Verh. Min. Ges. St. Petersburg [2] 12, 287, 1877) beschreibt einen 1.25 cm langen und 1 cm dicken, von a, b, m, v, e, c begrenzten Kristall aus einem mittelkörnigen Granit aus dem Ilmengebirge, der von dem von N. v. Kokscharow (a. a. O. 1862) untersuchten Granit aus dem genannten Gebiete stark abweicht. Die bisher am Monazit des Ilmengebirges nicht beobachtete Form e ist ziemlich stark entwickelt; ein Kristall zeigte Zwillingsverwachsung nach (001). In einem Dünnschliff parallel (100) eines nach (100) tafeligen, rostbraunen Monazits von Miask beobachtete O. Mann (Diss. Leipzig 1904, 4) neben Quarzeinschlüssen auch solche, die wahrscheinlich aus Thorit bestehen. Sogenannter Monazitoid (Analyse XXII.) wurde von R. Hermann (Bull. Cl. Phys.-math. Acad. St. Petersburg 5, 127, 1847; Journ. f. prakt. Chem. 40, 21-31, 1847) gemeinsam mit "Yttero-Ilmenit" (S. 420), "Uranotantal" (S. 419), Columbit und Granat auf einem Miascit durchsetzenden Granitgange auf der Uranotantalit-Grube östlich vom Ilmensee bei Miask im Ilmengebirge entdeckt. Außer den für den Monazit dieses Gebietes gewöhnlichen Kristallflächen treten am Monazitoid noch einige andere, schwach gebogene, und matte Flächen auf, die miteinander stumpfe Winkel bilden. Die Kristalle haben dieselbe Symmetrie, dieselben Flächenwinkel und im allgemeinen denselben Charakter wie die von Monazit (N. v. Kok-SCHAROW, Mat. z. Min. Rußlands 4, 15, 1862). Harzglanz, Farbe braun, Bruch kleinmuschelig, ins Splitterige übergehend, stark durchscheinend. Härte 5, Dichte 5.281. Gibt, im Kolben erhitzt, etwas Wasser ab, leuchtet beim Glühen in der Zange stark, ohne zu schmelzen, verhält sich in der Phosphorsalz- und Boraxperle wie Monazit und ist in Schwefelsäure und in Salzsäure unter Chlorentwicklung nur teilweise löslich. Der Rückstand ist in Schwefelsäure farblos, in Salzsäure gelb gefärbt. Monazitoid unterscheidet sich von Monazit eigentlich nur durch seine abweichende chemische Zusammensetzung; so fand R. Hermann (a. a. O.) 17.94% P.O. und 6.27% Ta.O. bei einer, dagegen 22.70% P.O. und 3.75% Ta.O. bei einer zweiten Analyse. Er nahm zur Erklärung des schwankenden Gehaltes an beiden Stoffen an, daß Monazit und Monazitoid Gemenge miteinander bilden (Analyse XXIII.). N. v. Kokscharow (a. a. O., 14) machte als erster darauf aufmerksam, daß die Kristalle von Monazitoid oft Samarskit- und Columbitkristalle durchwachsen; er hält es infolgedessen für wahrscheinlich, daß Monazitoid nur ein verunreinigter Monazit ist. Diese Annahme wird durch den Tantalgehalt und durch die höhere und schwankende Dichte des Monazitoids gegenüber Monazit bestätigt, denn R. Her-MANN fand Schwankungen der Dichte zwischen 5.18 und 5.28. C. W. Blomstrand (Lunds Univers. Ars.-Skrift 25, IV, Nr. VI, 1889; Journ. prakt. Chem. [N. F.] 41, 266, 1890) analysierte drei Proben des Monazits aus dem Ilmengebirge. Diese stammten aus den Sammlungen der Bergakademie zu St. Petersburg und rührten her aus Pegmatitgängen östlich vom Ilmensee und zwar von vier verschiedenen, in der Sammlung nicht voneinander getrennt gehaltenen Stellen. Probe 1 bestand zumeist aus durchsichtigen oder durchscheinenden Splittern oder Bruchstücken mit stellenweise noch anhaftendem Feldspat und Glimmer. Farbe lichtbraun, Pulver blaßgelblich, leicht nach den Spaltflächen zersplittert; Dichte 5.01 (Analyse XXV.). Probe 2 war ein Bruchstück eines größeren Kristalls (Monazitoid?). Farbe dunkler gelbbraun, spröde, im Bruch splitterig, fettglänzend. Pulver blaßgelb. Dichte 5.266. Länge der Kristalle etwa 2½ cm, Dicke nahezu 1 cm (Analyse XXVI.); sie bildet ein Gegenstück zu der von C. Kersten ausgeführten Analyse (XX.). Probe 3 bestand aus drei unreinen Kristallfragmenten von matt graubrauner Farbe und 1.12 g Gesamtgewicht; Dichte ungewöhnlich niedrig, 4.87 (Analyse XXVII.). Nach C. W. Blom-STRAND könnte man am ehesten bei Probe 3 das Vorliegen von Monazitoid vermuten, nur fehlt jede Spur Tantalsäure. Falls Monazitoid nur ein verunreinigter Monazit ist, würde das fremde Mineral (Fergusonit, Samarskit usw.) nur mechanisch, also in sehr leicht erkennbarer Form, beigemengt sein können; solche Verunreinigungen hat jedoch C. W. Blomstrand niemals angetroffen. Über "Mengit" vgl. S. 458.

Nach A. Arzruni ("Die Mineralgruben bei Kussa und Miass" S. 21; Abschnitt 4, Guide des Excursions. VII. Congr. Géol. Internat., St. Petersburg 1897) findet sich Monazit an der Tscheremschanka in einem Gemenge von hellem Orthoklas und schwarzem Biotit mit Magnetit, Orthit und Pyrochlor; in schönen Kristallen im Pegmatit des Ilmener Waldes (heller Orthoklas, Muscovit) mit Zirkon und gut kristallisiertem Äschynit; in dem quarzführenden Ganggranit (roter Orthoklas, Albit, grauer Quarz, wenig Biotit) der ebenfalls im Ilmener Wald gelegenen Topas- und Beryllgruben, namentlich in der mineralreichen Blumschen Grube, mit Samarskit, Columbit, Ilmenit, Granat, Topas, Phenakit usw.; in den Lobatschewschen Gruben zwischen dem Ilmensee und dem Argaiaschsee, mit und in Beryll. Der Monazit ist rotbraun, manchmal recht dunkel gefärbt und tritt stets in vereinzelten Kristallen auf. Die Mineralgräber nennen seine Kristalle "Klopiki" (kleine Wanzen). In zer-

setztem Zustande nimmt der Monazit eine gelbgraue Farbe au. In der Helvingrube fanden sich große Kristalle von "Monazitoid" (A. Arzruni, a. a. ●.). (Vgl. hierzu die Karte der Minerallagerstätten des Ilmengebirges, S. 25 bei "A. Karpinsky, Versant oriental de l'Oural"; Abschnitt 5, Guide des Excursions. VII. Congr. Géol. Internat., St. Petersburg 1897).

In den Goldseifen des Kaufmanns Bakakin, im südlichen Ural, im Lande der Orenburgischen Kosaken, in der Nähe des Flusses Sanarka neben anderen Mineralien als Begleiter von Euklas. Kristalle (Fig. 43 u. 44), sehr klein (höchstens bis zu 3 mm groß) sehr glänzend, scharfkantig, fast durchsichtig, rötlichbraun bis hyazinthrot gefärbt; an ihnen sind die Flächen e, t, i, z, o, l, und das Auftreten von Zwillingen nach (100) bemerkenswert. N. v. Kokscharow (Mat. Min. Rußlands 4, 27, 1862) erhielt z. B. (110)(110) = 86° 30′, (110)(101) = 115° 55′, (110):(011) = 70° 40′. — Nach P. W. Jeremejew ([Gornyi Journal 3, 263—309, 1887] S. 546 des Auszuges

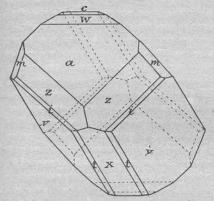


Fig. 43. Monazit, Sanarka, nach N. v. Kokscharow, 1862. Lin. Vergr. etwa 0.92 der Originalfigur.

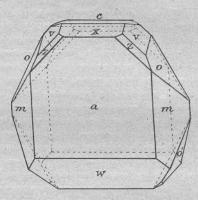


Fig. 44. Monazit, Sanarka, Zwilling nach {100}, N. v. Korscharow, 1862. Lin. Vergr. etwa 1.05 der Originalfigur.

von A. Arzruni, Zeitschr. f. Kryst. 15, 526—547, 1889) findet sich Monazit in den Seifen der Kosaken-, Baschkiren-Ländereien und der Teptjarsko-Utschalinskaja-Datscha im Sanarka-Gebiet.

G. TSCHERNIK (Verh. min. Ges. St. Petersburg 41,115—165,1903. Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1, 384, 1905; Ztschr. f. Kryst. 41, 184, 1906) analysierte Monazitbruchstücke in Gestalt kleiner, einschlußfreier, fast durchsichtiger, honiggelber, abgerundeter Körnchen mit unebenem Bruch, Härte wenig größer als 5 (Analyse XXVIII.) aus Schlichproben von Probeschürfen im Gebiet von Batum nahe an der türkischen Grenze. Begleitmineralien: titanarmes Titaneisenerz, Eisenglanz, eine Thoritabart, Samarskit, Quarz, Amethyst, Zirkon, Granat, Rutil, Turmalin usw.

A. Kirillow (Festschr. z. Ehr. d. 25 jähr. wiss. Tätigk. v. W. Vernadsky, Beil. z. d. Mat. z. Kennt. d. geol. Bau. d. Russ. Reiches, Moskau 1914, 123. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1, 29, 1915) fand Monazit im Feldspat, seltener im Biotit eines Glazialgeschiebes aus dem Moskauer Gouvernement in kleinen, von a, b, c (sehr selten), w, x, m, e, v, t begrenzten, nach (001) vollkommen, nach (100) weniger vollkommen spaltbaren Kristallen, an denen a oder v vorherrscht. Neben Monazit fand sich noch Zirkon.

l) Asien. J. Bjeloussow (bei C. D. Kuznezow, Bull. Acad. d. Sc. St. Petersburg [6] 6, 361, 1912) analysierte (Analyse XXIX.) einen Monazit, der bis 17% der Bestandteile des Schlichs der Kamenskaja-Goldseife der Gruppe der Nowotwitzkschen Seifen (25 Werft südlich Nertschinsk) ausmacht.

Als Monazit bestimmte N. v. Kokscharow (Mat. Min. Rußlands 6, 387, 1870) durch v. Lomonossow aus dem östlichen Sibirien mitgebrachte, aus Goldseifen stammende kristallinische Körner und stark abgerundete, teils durchsichtige, teils durchscheinende, rötlichbraune Kristalle. Kristalle im Habitus den uralischen ähnlich, von a, b, v, x, m, x, w, e, k begrenzt; a herrscht, x, e und x sind ziemlich stark entwickelt (x: e = 61° 5′ 30″). A. Des Cloizeaux (Bull. Soc. min. de France 4, 57, 1881) untersuchte die optischen Eigenschaften (vgl. S. 298).

Bis zum Jahre 1905 war Monazit nach T. H. Holland (Rec. Geol. Surv. India 32, 114, 1905) in Indien nicht mit Sicherheit festgestellt worden. In den letzten Jahren vor dem Kriege (1914-1919) wurden jedoch die technisch wichtigen Monazit-Lagerstätten in Nord-Amerika und Brasilien durch neuentdeckte in dische Lagerstätten in der Provinz Travancore schnell überflügelt. Es handelt sich auch hier um sekundäre Lagerstätten (P. Krusch, Unters. u. Bewert. v. Erzlagerstätt. [3. Aufl.] 1921. 484). - Im Diorit von Teruwulla, Travancore, mit Cordierit, Magnetit oder Ilmenit, Granat, Biotit, Hornblende. Im Cordierit fanden sich zahlreiche kugelige, von pleochroitischen Höfen umgebene Einschlüsse von Monazit (J. C. Снако, Geol. Mag. 1916, 462. Auszug: Min. Abstr. 1, 66, 1920). - Mit Pechblende, Torbernit, Autunit und Columbit in Pegmatit beim Dorfe Pichhli, Gaya Distrikt, Bihar und Orissa, Bengalen, in Kristallen mit a, b, m, w, n, e, u, r und bis zu 1 ½ kg schweren Massen; Dichte 5.2, 9.95% ThO2; er ist dem lamellar verzwillingten Monazit von Bangalore, Mysore, ähnlich. Ein ähnliches Vorkommen wie das von Pichhli, jedoch mit Zirkon und einem als Triplit bezeichneten Gemenge von vier Phosphaten findet sich bei Abraki Pahar, 5 (engl.) Meilen südöstlich davon (G. H. Tipper, Rec. Gool. Surv. Indien 50, 255, 1919. Auszug: Min. Abstr. 1, 173, 1921). Nach P. Krusch (Unters. u. Bewert. v. Erzlagerstätt. [3. Aufl.] 485, 1921) soll in Mysore in Indien Monazitsand mit nur 2.25% ThO2 im Jahre 1917 gefunden worden sein. Nach W. R. Dunstan (Rep. Min. Surv. of Ceylon 1904. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 42, 319, 1907) erwies sich eine Probe von angeblichem Monazit aus den Edelsteinseifen von Balangoda, Prov. Sabaragamuva auf Ceylon als Thorit, Nach P. Krusch, Unters. u. Bewert. v. Erzlagerstätt. [3. Aufl.] 485, 1921 soll Monazit auf Ceylon auftreten (siehe unten bei L. J. Johnstone).

Als Bestandteil der als "Kaksa" bezeichneten quartären, 0·1—0·25, selten bis zu 1·00 mächtigen, zinnerzführenden Schichten auf Billiton nur im Zinnerz von der Mine Nr. 3, Dendang, Tal Děkět und den angrenzenden Koelitkollong-¹ und Koelitgebieten¹ in Gestalt eines gelb bis braungelb, auch rötlich gefärbten Minerals, auf Bangka nur von der Mine 2, Klasse Nr. II des Muntok-Gebietes. Zur Analyse XXXVII. (Dichte 4·92) dienten feine gelbe an der Oberfläche etwas matte, aus Zinnerz ausgesuchte Körner von der Mine Nr. 3, Dendang, zur Analyse XXXVIII. (Dichte 4·94) abgerollte Stücke ohne wahrnehmbare Kristallflächen; sie sind 15 mm groß, an der Oberfläche durch Verwitterung mattweiß bis mattgelb, auf frischem Bruch und auf Spaltflächen harzglänzend und in dünnen Splittern honiggelb durchscheinend. Sie stammten aus der Sammlung zu Tandjoengpandan und rührten gleichfalls von der Mine Nr. 3, Dendang, her. Bemerkenswert ist das von C. Winkler (bei R. D. M. Verbeek, a. a. O.) bei den Analysen festgestellte Fehlen von Thorium; (R. D. M. Verbeek, Jaarbock van het Mijnwesen in Nederl. Oost-Indie 27, 176, 1897; vgl. auch R. Beck, Ztschr. prakt. Geol. 1898, 127). Nach P. Krusch (Unters. u. Bewert.

¹ Nach R. D. M. Verbeek (a. a. O., 110) bezeichnet man auf Bangka und Billiton von den auf sekundärer Lagerstätte auftretenden Zinnerzen diejenigen, die wenig oder gar nicht von ihrer ursprünglichen Lagerstätte entfernt worden und deshalb scharfkantig sind, als "Koeliterts", die durch Flüsse weiter fortgeführten und deshalb abgerundeten Erze als "Kollongerts".

v. Erzlagerstätt. [1. Aufl.] 1907, 313) kommt Monazit in Tringganu in den malaiischen Staaten vor.

Japan. Rotbraune oder dunkelrote, halbdurchsichtige, im längsten Durchmesser bis zu 6 mm große Kristalle mit gekrümmten und undeutlichen Flächen als Einschluß in den Topaskristallen von Tanokamiyama in Ōmi; Ogawa bestimmte sie als Monazit, ein Chemiker der Geol. Surv. stellte qualitativ ihre Zusammensetzung fest (K. Jimeō, Journ. Coll. Soc. Tokyo 11, 245, 1898/99. T. Wada, Min. of Japan, Tokyo 1904, 83).

S. J. Johnstone (Journ. Soc. Chem. Ind. 33, 55. Auszug: Chem. C.-Bl. 1914₁, 915) analysierte mehrere Monazite von neuen Lagerstätten in Asien (Analyse XXX.—XXXVI.).

m) Australien. In den Zinnerzseifen des Moolyella-Distrikts, West-Australieu, begleitet von Manganotantalit, Magnetit, Quarz, Zinnerz, Granat, Columbit; in den Zinnerzseifen des Cooglegong (vgl. Fergusonit, S. 286) [E. G. Simpson, Rep. 12. Meet. Ass. Adv. of Soc. Brisbane 1909, 310. Auszüge; N. Jahrb. f. Min. 1, 367, 1911; Ztschr. f. Kryst. 50, 274, 1912]. Nach D. Mawson und T. H. LABY (Chem. News 92, 39, 1905) ist der Monazit von Pilbarra, Westaustralien, dunkel hyazinthrot gefärbt und nicht deutlich spaltbar; er tritt mit Euxenit und Gadolinit in Zinnerzlagerstätten auf. - Rotbraune bis zu 0.5 cm große, einfache oder nach (100) verzwillingte Kristalle von der King's Bluff Goldgrube, Südaustralien, mit den Formen c, a, b, m, n, w, x, e, s, f, λ (hier als neue Form gefunden), v, t, o, i, x. (C. Anderson, Rec. Austr. Mus. 8, 120, 1911. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 53, 578, 1914). Schwach honiggelbe bis rötlichbraune Kristallkörner und Aggregate mit Turmalin und Apatit in Korund-Glimmerschiefer, der unregelmäßig begrenzte, etwa eine viertel (engl.) Meile breite Butzen zwischen den Bergen Pitt und Painter in der Flinders-Bergkette bildet. Benachbart sind Vorkommen von Flußspat und ein großer Gang mit radioaktiven Mineralien; es handelt sich um pneumatolytische Bildungen. Teilanalysen des Monazits ergaben 25·04°/₀ und 66·48°/₀ Cererden, ferner 0·20°/₀ und 0·16°/₀ ThO₂ (D. Mason, Trans. Roy. Soc. South Australia 40, 262, 1916. Auszug: Min. Abstracts 1, 69, 1920). — Braune, matte, 1 × 3 × 2.5 cm große, von c, a, m, l, x, o (neu), o (neu), v, i, x begrenzte Kristalle von California Creek, Mt. Garnet, Queensland, an denen a, c, x und m herrschen. Es ergab sich $(100)(\bar{3}01) = 20^{\circ}$ (berechnet $20^{\circ} 17'$) und $(100)(\bar{1}03) = 94\frac{1}{5}^{\circ}$ (berechnet $94^{\circ} 50'$) (C. Anderson, Rec. Austr. Museum 7, 274, 1909. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 50, 277, 1912). Ein dem Imperial Institut in London ohne nähere Angaben zur Untersuchung eingesandter Sand aus Queensland bestand zu vier Fünfteln der Gesamtmenge aus Quarz, Feldspat, Biotit, Aktinolith und Gesteinsbrucchstücken; der Rest setzte sich aus Titaneisen (etwa 84%), Granat und ähnlichen Silicaten (etwa 5%), Quarz (etwa 4.5%) und Monazit (etwa 1.2%) mit 0.23% ThO2 zusammen (Bull. Imp. Inst. 3, 233, 1905. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1, 81, 1907). — Gelblichrot gefärbte, in dünnen Stücken halbdurchscheinende, etwas spröde Kristallbruchstücke von Monazit von Vegetable Creek, County Gough, N.-S.-Wales, von denen eins durch ein monoklines Prisma begrenzt zu sein schien, analysierte W. A. Dixon (bei A. Liversidge, Min. N.-S.-Wales [2. Aufl.], S. 58 [S. 120], Sydney 1882); vgl. Analyse XLIII. J. C. H. MINGAYE (Rec. geol. Surv. N.-S.-Wales 7, 222, 1903. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1, 411, 1907) analysierte (Analyse XLIV., XLV.) Monazit aus den gold-, platin-, osmiridium- und zinnerzführenden Sanden des Richmond-Flusses. Ein rauher, rötlichbrauner, nach (100) tafelförmiger, $1.5 \times 1.5 \times 0.5$ cm großer, von a, m, w, x, u, v, x begrenzter und nach (100) verzwillingter Monazit (Dichte 5.152) von dem Fundorte The Gulf, unweit Emmaville, N.-S.-Wales, wird von C. Anderson (Rec. Austr. Mus. 6, 404, 1907. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 46, 636, 1909) beschrieben. C. Anderson (a. a. O. 5, 258, 1904. Auszug: Ztschr. f. Kryst.

42, 391, 1907) analysierte kleine Kristalle und Körner von Monazit (Analyse XLVI.), die sich als Einschlüsse im Quarz und Feldspat eines zersetzten Pegmatitganges in Granit von Blatherarm Creek, 33 km nordwestlich von Deep water, N.-S.-Wales finden. Spektroskopisch wurden in dem Mineral Didym und Erbium nachgewiesen. Nach D. Mawson und T. H. Laby (Chem. News 92, 39, 1905) tritt Monazit in Torrington, N.-S.-Wales, in zersetztem Granit auf und weisen die Monazitvarietäten von N.-S.-Wales hyazinthrote Farbe und zwei gute Spaltbarkeiten auf (vgl. S. 312). C. Anderson (Rec. Austr. Mus. 13, 1, 1920. Auszug: Min. Abstr. 1, 110, 1920) beschreibt Wolframit und Monazit mit geringem Gehalt an ThO₂ von Torrington, N.-S.-Wales. — R. H. Walcott (Proc. Roy. Soc. Victoria 13, 253, 1901. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 37, 311, 1903) nennt Monazit unter den in Viktoria vorkommenden Mineralien.

Auf den Zinnerzlagerstätten des Mt. Bischoff, Tasmanien; das Vorkommen wurde bereits von W. F. Petterd (Catalog. Min. Tasmania, Launceston 1896. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 31, 199, 1899) erwähnt. Nach W. v. Fircks (Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. 51, 456, 1899) treten hier ockergelbe, teilweise nach (100) verzwillingte kleine Kristalle stets gemeinsam mit Wolframit auf Stufen auf, die lediglich aus Quarz oder aus wieder verkitteten Quarzbruchstücken bestehen. Im Quarz finden sich Monazite nur ausnahmsweise einzeln, meist sitzen sie am Rande eingesprengter Wolframite oder auf ihnen. Die Quarzstufen scheinen einem Zinnerzgange zu entstammen und zeigen keine Ähnlichkeit mit Bruchstücken aus den Quarzporphyren des Gebietes. Ein ähnliches Zusammenvorkommen von Monazit und Wolframit wurde auf Stufen der als Grey Corner bekannten südlichen Abteilung der Trümmerlagerstätte Brown Face in derselben Gegend nachgewiesen.

Nach D. Mawson und T. H. Laby (Chem. News 92, 39, 1905) kommt Monazit in ganz Australien auf Zinnerzlagerstätten vor. Der Monazit von Warrialda, Australien, ist eingebettet in einem Gang von Wismutcarbonaten.

n) Afrika. In Alluvionen des Flusses Juba, in Sanden des Inneren des Somalilandes und im nubischen Sandstein. Im Juba bildet Monazit gelbe, abgerollte, bis 0·1 mm große Körnchen. Begleiter: vorwiegend Quarz, Augit, Almandin, Zirkon, Epidot neben selten auftretcnden Eisenerzen, grünem Spinell, Orthoklas, Mikroklin, rhombischem Pyroxen, grüner Hornblende, Cyanit, Turmalin, Staurolith, Titanit, Apatit. Der Monazit stammt vielleicht aus Granit, wahrscheinlich ist er aus dem nubischen Sandstein (Sandstein von Lugh) hervorgegangen (E. Artini, Rend. Accad. dei Lincei [5] 24, 555, 1915. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 2, 267, 1916). M. Bauer (N. Jahrb. f. Min. 2, 267, 1916) erwähnt, daß er bei A. Voeltzkow (Reise in Ostafrika i. d. Jahr. 1903—1905, 1, 6, 1911) Monazitsand von der Insel Patta, südlich vom italienischen Somaliland, beschrieben hat.

In den Konzentraten der Waschsande des Flusses Kalangashi, Lulua, Belgisch Kongo. Kaum 1 mm große bernsteingelbe, zuweilen mit bräunlicher Farbe durchsichtige, auf Bruchflächen harzglänzende, mit Kristallflächen versehene, jedoch oft gerundete und in den Kanten gekrümmte, im allgemeinen vertikal verlängerte Körner. Von den durch Beobachtung unter dem Mikroskop festgestellten Formen m, w, x, e, v, r, b, a, l ist a gewöhnlich stark entwickelt. Außer durch Winkelmessungen unter dem Mikroskop wurden die Körner durch Prüfung der optischen Eigenschaften und Feststellung der Didym-Linien in ihrem Absorptionsspektrum als Monazit identifiziert. Dieser findet sich in dem Gebiete auch noch in den Sanden des Nange-Nange und des Katepiti (H. Buttgenbach, Ann. Soc. geol. Belgique, Publ. rel. au Congo Belge 1912—1913, Annexe au 40. Vol. des Ann., Fasc. 1, p. 60).

Nach Cloos bei A. Dahms (Ztschr. prakt. Geol. 20, 243, 1912) findet sich Monazit in den Pegmatiten des Erongo, Deutsch-Siidwestafrika, gelegentlich als

magmatische Ausscheidung. Nach A. Dahms (a. a. O.) liegt ein weiteres Vorkommen in einem Seitental des Fischflusses, unweit Keidorus, Deutsch-Südwestafrika. Durch das Tal wird ein grobkörniger, aus Quarz, Muscovit und fleischrotem Orthoklas bestehender Pegmatit angeschnitten; dieser enthält regellose Einschlüsse von Monazit, der besonders dem Orthoklas in kleinen Kristallen aufgewachsen ist, ferner tritt Euxenit (?) auf. Nach Rudolphi hat der Monazit eine Radioaktivität von 37 Uraneinheiten.

Nicht gut ausgebildete, nach der vorherrschenden Form a tafelförmige, von a, m, w, c, v, h begrenzte Kristalle aus den Zinnerz führenden Sanden des Embabaan-Gebietes, Swaziland, Süd-Afrika. Dichte 4.62; identifiziert durch eine qualitative chemische Analyse, die die Anwesenheit von P2O5, Cererden, etwas SiO, und ThO, ergab. Begleiter: fergusonit- und euxenitähnliche Mineralien, Zinnerz, Scheelit, Korund, Magnetit, Granat. Die Zinnerzseifen sind wahrscheinlich aus dem in dem Gebiete anstehenden Granitgneis entstanden (G. T. Prior, Min. Mag. 12, 101, 1900). G. A. F. Mollengraaff (Trans. Geol. Soc. South Africa, Johannesburg 4, 141, 1898. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 32, 301, 1900) erwähnte bereits das Vorkommen von Monazit in den Tälern der Umgebung von Embabaan und nennt als weitere Begleiter des Zinnerzes noch Äschynit, Magnetit und Korund. - Im Low Veldt des Bushveldtgranits, östlich von Vlaaklaagte. Auf der Farm Boekenfontein finden sich große derbe Massen in eigentümlich wurstförmigen Stücken, durchwachsen von Fluorit und Quarz; die reinen Monazitklumpen sind z. T. 50 kg schwer. Das Vorkommen ist nicht bauwürdig, ebensowenig sind dies einige kleine Konzentrationsspalten, in denen Monazit mit Quarz und Arsenkies auftritt. An der Grenze von Swaziland und Transvaal finden sich bei Oshoek und M'Babane im Granit ungemein häufig Pegmatitgänge, echte Konzentrationsspalten, z. T. in großen Mengen, die mit etwas Zinnerz, Monazit, Äschynit und Fergusonit im-Aus ihnen sind durch Verwitterung Zinnerz-Alluvionen entprägniert sind. standen (F. W. Vorr, Ztschr. prakt. Geol. 16, 206, 207, 1908). Laut Mitteilung von Prof. Hahn (in Kapstadt) an P. Krusch (Unters. u. Bewert, v. Erzlagerstätt, [3, Aufl.] 485, 1921) tritt ein größeres Monazitvorkommen (Gänge mit Flußspat in Granit; die Monazitindividuen scheinen größere Dimensionen zu haben) in Südafrika auf. L. Anderson Aars (Diss. Freiburg i. Br. 1905) analysierte Monazit von einem nicht näher bekannten Fundort in Transvaal (Analyse LIV.-LV.). S. J. Johnstone (Journ. Soc. Chem. Ind. 33, 55; Auszug: Chem. C.-Bl. 1914, 915) analysierte mehrere Monazite von neuen Lagerstätten in Afrika (Analyse XLVII.-LIII.).

GARRIVIER und MATHIEU (vgl. A. LACROIX, Bull. Soc. fr. de Min. 32, 313, 1909. Min. Fr. 4, 375, 1910) entdeckten Monazit in den schwarzen Sanden der Mündung des Mananjary, Madagaskar; nach ihnen kommt das Mineral im Gebiet dieses Flusses und seiner Nebenflüsse wohl überall und auch in mehreren anderen Flußläufen an der Ostküste der Insel vor. Nach A. Lacroix (a. a. O.) bestehen diese Sande aus Quarz, Feldspäten, Glimmer, Disthen, Sillimanit, Staurolith, Korund, Rutil, Almandin, Hämatit, Hornblende, Augit, Magnetit, Ilmenit, Zirkon, Monazit und einem nicht bestimmbaren, wahrscheinlich rhombischen Mineral. Monazitkörner den brasilianischen Monaziten ähnlich, gelbbräunlich, goldgelb, selten größer als 1 mm. Die Mehrzahl von ihnen fällt beim Aussieben durch die Maschen eines Netzes von 1 mm Seitenlänge; immer abgerollt, nicht meßbar; Härte 5.5. Aus ihrem Aussehen schließt A. Larcroix, daß sie im unveränderten Zustande nach a abgeplattet und von m, w, x, e, vielleicht auch von v, begrenzt waren; alle diese Formen sind fast gleich stark entwickelt. Einschlüsse wurden festgestellt, Zwillinge dagegen nicht beobachtet. Über die optischen Eigenschaften vgl. S. 301; nach Analysen von Arsandaux und anderen Versuchen enthält das Mineral fast 10% ThO2 - Aus einem Rosenquarzsteinbruch zwischen Antsibaré und Betafo, etwa 18 km von Antsibaré entfernt, gemeinsam mit Hatchettolith und Blomstrandit fand sich ein brauner, ein wenig kantendurchscheinender 3 cm messender Kristall mit stark entwickeltem a, m, v, ferner b, r, w, u und einer nicht genau meßbaren, etwa wie x liegenden, jedoch stärker als diese zu a geneigten Fläche (A. Lacroix, Bull. Soc. fr. de Min. 34, 65, 1911). Nach H. Franke in Schleusingen (Briefl. Mitteilg. v. 1. April 1922 an den Verf.) ist es wahrscheinlich, daß am Monazit von Antsibaré die Form n vorkommt. — Als honiggelber Kristall in einem Beryll aus dem Pegmatit der am Ufer eines Flusses gelegenen Lagerstätte Ambohitravorano im Norden von Maharitra. Die Form stimmt mit der des Vorkommens zwischen Antsibaré und Betafo (Berg Tsaramanga) überein; Kristalle nach a abgeplattet und von b, m, a, w, u, r, v begrenzt (A. Lacroix, Bull. Soc. fr. de Min. 35, 76, 1912). —

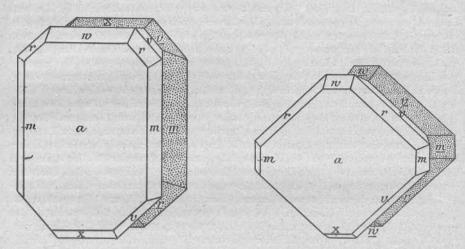


Fig. 45 u. 46. Monazit, Madagaskar, Zwillinge nach (100); die Einzelkristalle weisen den für Monazitkristalle von Madagaskar gewöhnlichen Habitus auf; nach A. LACROIX, 1915. Lin. Vergr bei Fig. 45 etwa 1.48, bei Fig. 46 etwa 1.13 der Originalfigur.

Wenig häufig in dem stark verwitterten, aus Mikroklin, rosa, grauem oder schwarzem Quarz, viel Muscovit und wenig Biotit bestehenden schriftgranitischen Pegmatit von Ampangabé bei Miandrarivo, im Süden von Mandridrano, Madagaskar, der außerdem noch Almandin, Turmalin, Beryll, Wismutglanz, Wismut, Wismutccker, Pucherit, Columbit, Strüverit, Zirkon (Cyrtolith), Rutil, Ampangabeit, Pyrit, Magnetit, Buntkupfererz, Malachit und Kupferlasur enthält. Monazitkristalle denen von Arendal ähnlich sehend, bis zu 5 cm groß, nach a mehr oder weniger abgeplattet, braungelblich gefärbt, ziemlich gut ausgebildet, jedoch mit welligen Flächen; als neu wurden {403} und {043} beobachtet mit (043)(043) = 100° 6' (berechnet 101°) und $(100)(\bar{4}03) = 136^{\circ} 40'$ (berechnet 136°). Kombinationen: a, m, r, v; m, a, x, v und a, b, w, (403), (043) (A. LACROIX, Bull. Soc. fr. de Min. 35, 180, 1912; C. R. 154, 1044, 1912). — In einer von Quarz umschlossenen Linse aus Muscovit in dem sehr ungleichmäßig zusammengesetzten Pegmatit von Ambatofotsikely, eine und eine halbe bis zwei Tagereisen von Antsibaré, kleine gelbbraune, nach a abgeplattete, von Columbit und Ampangabeit begleitete Kristalle (A. Lacroix, a. a. ..). Nach L. Dupare, R. Ch. Sabot und L. Wunder (Bull. Soc. fr. de Min. 36, 5, 1913) tritt der Monazit in der Umgebung von Ambatofotsikely in einer großen, scheinbar 300 m langen und 60m breiten Linse von weißem Quarz auf, die wohl genetisch mit Pegmatiten verknüpft ist; ihn begleiten Feldspat, weißer Glimmer, Columbit, Ampangabeit

und hydratisierte Mineralien, meist Verwitterungsprodukte. Bildet bis zu 4 cm lange und bis zu 100 g schwere, schokoladenbraune, opake oder in dünnen Schichten durchscheinende, oft nach der c-Achse verlängerte, zuweilen auch nach der Kante (001):(100) verlängerte Kristalle mit a als Hauptform, dazu konstant m, r, ferner x (oft ziemlich stark entwickelt), e und b untergeordnet, selten {106}. Er ist deutlich radioaktiv, jedoch schwächer als der hier auftretende Ampangabeit; Analyse LVII. Nach R. Ch. Sabot (Diss. Genf 1914. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1920, 138) bildet der Monazit von Ambatofotsikely meist 1-2, selten 5-6 cm große, dunkelbraune, undurchsichtige, im Dünnschliff mit rotbrauner Farbe durchsichtige, meist nach a dicktafelige Kristalle mit den Formen a, m, r, v, x, w, e, {014}, {041}, u, o, i, n, b, {106} und den Achsenelementen $a:b:c=0.9708:1:0.92173; \beta=76°14'$. Härte 5-5.5; Zwillinge nach α; als Begleiter nennt R. Ch. Sabot (a. a. O.) noch Strüverit; über die optischen Eigenschaften vgl. S. 301. Nach A. Lacroix (Bull. Soc. fr. de Min. 39, 19, 1916) ist Monazit auf Madagaskar häufig und finden sich die schönsten Kristalle bei Ambatofotsikely. Die überwiegende Mehrzahl der Kristalle dieses Vorkommens ist nach a abgeplattet; regelmäßig treten auf a, r, v, x und m. Sehr häufig sind w und n, seltener e. Außerdem trateu noch auf s, u und die neue Form {122} mit (122)(011) = 17°45' (gemessen). Diese gewöhnlich vorkommenden Kristalle sind meist nach a verzwillingt, wobei eins der beiden verzwillingten Individuen häufig nur als eine sehr dünne Lamelle auftritt. Sie weisen gewöhnlich keine Absonderung nach e, wohl aber eine unterbrochene Spaltbarkeit nach a auf. Gewöhnlich sind sie nicht schokoladenbraun, sondern dunkelbraungelb mit goldfarbigen Reflexen; ihre größte Länge beträgt 5-50 mm. Seltener als diese sind die mit ihnen in der Farbe übereinstimmenden größeren Kristalle, an denen m herrscht und e oft stark entwickelt ist. An ihnen ist die Spaltbarkeit nach a und die Absonderung nach e deutlich ausgeprägt; letztere ist auch hier, wie bei den Kristallen von Tsaratanana durch Zwillingsbildung nach e bedingt. Weitere Formen: v, r, x, w, s und als schmale, aber deutlich ausgebildete Flächen (112) und $\{\overline{1}13\}$ mit den gemessenen Normalenwinkeln $(001)(\overline{1}12) = 144^{\circ}$; $(001)(\overline{1}13) = 155^{\circ}$. Ungewöhnlich geformte, parallel zur Kante a:r gestreckte Kristalle, an denen ein Teil der dieser Kante parallelen Flächen nicht ausgebildet war (Fig. 47), fanden sich eingewachsen auf Glimmer von Ambatofotsikely (A. Lacroix, a. a. O.). — Hellbraunrote, nach der Vertikalachse verlängerte Kristalle mit vorherrschendem a und m, ferner w, v, x, zuweilen auch mit r finden sich, begleitet von Euxenit, bei Ambohibé, westlich von Ambatofotsikely (A. Lacroix, Bull. Soc. fr. de Min. 39, 19, 1916). - Von einem nicht näher bezeichneten Fundorte, der einige Stunden weit im Westen von Miandrarivo liegt, als Begleiter von Beryll in Gestalt frischer, hellgelber, durchsichtiger Splitter; Analyse LVI. (A. LACROIX, Bull. Soc. fr. de Min. 35, 180, 1912; C. R. 154, 1044, 1912). Nach A. LACROIX (Bull. Soc. fr. de Min. 35, 231, 1912) liegt diese Lagerstätte 27 km westlich von Miandrarivo und stammen die von F. Pisani analysierten Monazite (Analyse LVI.) wahrscheinlich von diesem Fundort. Hier treten zwei Typen (I und II) von Kristallen auf und zwar begrenzt von m, α, x nebst kleinen Flächen von v (I) und von m, r, v (II), ferner Zwillinge nach α . Neben Monazit, auf dem sich oft noch Abdrücke von Glimmer befinden, tritt noch Orthit auf. — Reichlich und in prächtigen, nach a abgeplatteten Stücken, an denen m fast immer und im allgemeinen stark entwickelt auftritt, in den beryllhaltigen Pegmatiten des westlichen Vakinankaratra und des Gebietes im Süden des Sees Itasy (A. Lacroix, Bull. Soc. fr. de Min. 38, 126, 1915). - Bei Vohitrambo im Gebiet des Mont Vohambohitra bei Tsaratanana in der Provinz Maevatanana unter den Verwitterungsprodukten eines Pegmatits in sehr großen, braunroten, unterhalb einer gewissen Schichtdicke durchscheinenden Kristallen mit glänzender Oberfläche. Es lagen nur bis zu 5 cm große Kristallbruchstücke vor; die

Größe der vollständigen Kristalle ist nach ihnen auf etwa 10 cm zu schätzen. An den Kristallen (Fig. 48) fehlt m, sind a, b vorherrschend ausgebildet und treten außerdem u, v und gelegentlich r auf. Nach c ist eine deutliche Spaltbarkeit oder Absonderung wahrnehmbar; durch sie entstehen sehr glänzende, etwas wellige Flächen, und auf sie ist auch die Tatsache zurückzuführen, daß bei diesem Vorkommen nur Bruchstücke gefunden wurden. Schnitte nach b beweisen, daß diese Trennungsflächen von Zwillingsbildungen begleitet sind, die aus einer dünnen hemitropen Lamelle bestehen und genau unter denselben Bedingungen auftreten, wie die Zwillingslamellen nach (001) bei Pyroxen. Wie diese sind wahrscheinlich auch die fraglichen Bildungen bei Monazit sekundären Ursprungs (vgl. auch Monazit von Grönland, S. 348). Nur an einem Monazit dieses Vorkommens war Spaltbarkeit nach a und, andeutungsweise, auch nach b wahrnehmbar (A. Lacroix, a. a. O.).

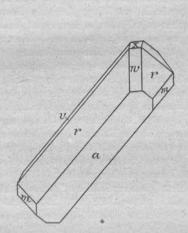


Fig. 47. Monazit, Ambatofotsikely, Madagaskar; aufgewachsen auf Glimmer, nach A. Lacroix, 1915. Lin. Vergr. etwa 1·11 der Originalfigur.

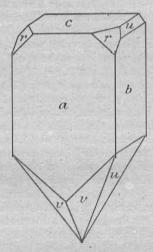


Fig. 48. Monazit, Vobitrambo, Madagaskar; Bruchstück eines Kristalls, nach A. Lacroix, 1915. Lin. Vergr. etwa 1.80 der Originalfigur.

Nach A. LACROIX (Bull. Soc. fr. de Min. 39, 19, 1916) stammt ein Monazitkristall, den er in Tananarive erhalten hatte, wahrscheinlich von dem Vorkommen von Vohitrambo. Braunrot, stark durchscheinend, Spaltbarkeit nach a deutlich, Absonderung nach e infolge von Zwillingsbildung vollkommen. Ausgezeichnet durch starke Entwicklung von w, besonders durch das Vorherrschen von zwei Flächen von m und einer Fläche von a. Hierdurch hat der Kristall einen dreieckigen Querschnitt, da die übrigen Flächen von a und m sehr stark zurücktreten. Weitere Formen: v, r, i, u und eine gerundete Zone zwischen (110) und (110). — Gemeinsam mit Ilmenit, Magnetit, Columbit, Euxenit und Cymophan in großen dunkelbraunen, nach a abgeplatteten, Absonderung nach (001) aufweisenden Kristallen und in hellgelben Kristallen ohne Absonderung und mit schwacher Radioaktivität (,,0.075") im Eluvium von Miakanjovato (A. Lacroix, ebenda, 41, 186, 1918). -Gemeinsam mit einem Mineral der Euxenitgruppe bei Morarano, 70 km nordwestlich von Tananarive, in großen Kristallen mit dem gewöhnlichen Habitus (A. LACROIX, a. a. O., 189). — A. Lacroix (a. a. O., 189) beschreibt einen Monazitkristall mit m, a, r, x, w, e, z von einem unbekannten Fundort von Madagaskar. In der Zone der kristallographischen Achse e sind von m nur $(\overline{110})$, $(\overline{110})$ ausgebildet, ferner ist

(100) sehr schmal und (100) sehr breit. Infolgedessen hat der Kristall einen nahezu dreieckigen Querschnitt. — In kontaktmetamorphen, gebänderten Kalken im Osten von Ambatofangehana, zwischen diesem Orte und Ambositra (bei Ambatoarina) in mikroskopisch kleinen, nach der b-Achse gestreckten Kristallen, die in der Zone dieser Achse von w (vorherrschend), x (vorherrschend) und a (zurücktretend) begrenzt sind und als weitere Formen e, v und i aufweisen (Analyse LVIIa). Sie haben die Farbe und die Durchsichtigkeit von Turnerit. Begleitmineralien: Imerinit, Pyrit (limonitisiert), Bleiglanz, Phlogopit und, nur mikroskopisch wahrnehmbar, Mikroklin, Albit, Quarz. Auf derselben Lagerstätte auch in Adern aus Calcit, Cölestin und Quarz, gemeinsam mit dem neuentdeckten Ambatoarinit, und zwar in Gestalt kleiner, nur mit der Lupe sichtbarer Aggregate von Körnchen, die von Cölestin poikilitisch umhüllt sind (A. Lacroix, Bull. Soc. fr. de Min. 38, 265, 1915). — Über Monazit aus den Alluvionen von Kiravoravo und aus dem Volotarana vgl. Xenotim (S. 262).

o) Sildamerika. Als Bestandteil von Flußsanden ist Monazit in Brasilien durch H. Gorceix (seit 1883) entdeckt worden. O. A. Derby (Am. Journ. of Sc. [3] 37, 109; 1889) erkannte in einem ihm von J. Gordon übergebenen angeblichen Monazitsand von der Meeresküste im südlichen Teil von Bahia Monazitsand. Prinz Peter August von Sachsen-Koburg-Gotha fand in einem apatitführenden Stück des Gneises der Serra di Tijúca einen kleinen Kristall mit den physikalischen Eigenschaften des Monazits. Infolgedessen unternahm O. A. Derby (a. a. O.) Nachforschungen nach diesem Mineral in anstehenden brasilianischen Gesteinen, wobei er das durch Verwitterung in seinem Gefüge gelockerte oder in einem Mörser zerkleinerte Gestein auswusch. Bei allen Untersuchungen wurden solche Stücke ausgewählt, deren Zusammensetzung mit der Hauptmasse des zu prüfenden Gesteins übereinstimmte. Der Nachweis, daß Monazit voilag, wurde durch das allgemeine Aussehen der Körner, ihre gelbe Farbe, ihre hohe Dichte (etwa 5) und durch den mikrochemischen Nachweis von P. O. und Cerium erbracht, ebenso wurde auch ein Teil von ihnen spektroskopisch mit Erfolg auf Didym geprüft. Nach O. A. Derby besteht jedoch die Möglichkeit, daß einige der von ihm für Monazit gehaltenen Proben sich bei genauerer Untersuchung, als sie ihm möglich war, als etwas anderes als Monazit erweisen könnten. Geprüft wurden Gneise, Granite, Syenite und basische Eruptivgesteine. Die Gneise stammten von 20 oder mehr Stellen in Rio de Janeiro und dessen Umgebung; sie enthielten porphyritische, granulitische und schieferige Abarten. Folgende Fundorte werden genannt: Kilometer 87 (gerechnet vom Aufstieg der Serra do Mar) auf der Dom Pedro II.-Eisenbahn, die Station Barra do Pirahy derselben Linie, die Station Socego (hier enthält der Gneis viel Sillimanit) der União-Eisenbahn (Provinz Minas Geraes) und die Städte Cutia (auch hier enthält der Gneis viel Sillimanit), Piedade, Santos, Iguape in São Paulo. Diese Orte bedecken einen Raum von ungefähr 300 Meilen Ausdehnung längs der Achse des großen Gneisgebietes in dem am Meere gelegenen Teil der brasilianischen Gebirge. Überall wurde Zirkon und das für Monazit gehaltene gelbe Mineral festgestellt, außerdem fanden sich Granat, Rutil, Magnetit und Ilmenit, von denen Granat und Rutil häufig fehlten, und selten nur eins der Minerale Magnetit und Ilmenit vorhanden zu sein schien. Alle geprüften Gneise gehörten zur Gruppe der Biotitgneise mit Ausnahme derer von Santos, die sowohl Muscovit als auch Biotit enthielten; in diesen Zweiglimmergneisen ist Monazit im Vergleich zum Zirkon in verhältnismäßig geringer Menge vertreten. In den untersuchten, meist feinkörnigen Biotitgraniten fand sich stets Zirkon und das gelbe Mineral. Als Fundort solcher Granite werden mitgeteilt: Kleine granitische Hohlraumausfüllungen im Gneis der Umgebung von Rio de Janeiro, große Massen der Serra de Tijuca bei Rio de Janeiro und bei Pridade in der Provinz São Paulo, eine kleine Hohlraumausfüllung im Gneis der Serra de Tingua (hier ist Monazit reichlich in glänzenden, vollkommenen Kristallen vertreten), große granitische Hohlraumausfüllungen bei Campo Grande an der Santa Cruz-Zweiglinie der Dom Pedro II.-Eisenbahn (hier ist Monazit verhältnismäßig selten, und es tritt Orthit auf), bei Barra do Pirahy an der Hauptlinie derselben Eisenbahn (auch hier ist Monazit verhältnismäßig selten, und es tritt Orthit auf), eine kleine granitische Hohlraumausfüllung bei dem als Boa Vista bezeichneten Orte am Ribeira im Iguape-Gebiet. Der Tijuca-Granit enthält 0.02 bis 0.03% Monazit, der feinkörnige Granitit einer großen Hohlraumausfüllung an der Straße von Eugenho Novo nach Jacarepagua (in der nächsten Umgebung von Rio de Janeiro) $0.07^{\circ}/_{\circ}$ eines Gemenges von Monazit und Zirkon und ist von allen durch O. A. Derby untersuchten Gesteinen am reichsten an Monazit. Im Muscovitgranit von der Station Caieiras der São Paulo-Eisenbahn und von Sorocaba in der Provinz São Paulo fand sich eine geringe Menge glanzloser, weißlicher Körner, die sich bei mikrochemischer Prüfung als ceriumphosphathaltig erwiesen. Ein roter Syenit von der Serra do Itauba in der Provinz Bahia enthielt das gelbe Mineral in verhältnismäßig großen Körnern, die gegenüber dem sie begleitenden Zirkon an Zahl gering waren. Eine Tonmasse von der Station São João der Sorocaba-Eisenbahn in der Provinz São Paulo, die benachbarten syenitischen Gesteinen entstammen soll, aber auch aus Gneis entstanden sein kann, ergab ein Mineral, das im Aussehen von dem gelben Mineral abwich, in den Reaktionen aber mit ihm übereinstimmte. Die außerdem untersuchten basischen Eruptivgesteine (Quarzdiorit, Glimmerdiorit, Minette und Diabas) enthalten keine Spur des gelben Minerals (O. A. Derby, Am. Journ. of Sc. [3] 37, 109, 1889). Weitere Angaben über das Vorkommen des Monazits in brasilianischen Gesteinen macht O. A. Derby (Am. Journ. of Sc. [3] 41, 308, 1891; vgl. "Xcnotim", S. 262).

Nach R. J. Gray (Chemiker-Ztg. 19, 507, 1895) finden sich "Monazitbohnen" neben Thorit, Orangit, Fergusonit, Analit, Gummit und Uraninit in den brasilianischen Diamantdistrikten Villa Bella, Cuyabá, Goyaz. — Nach P. Drossbach (Ber. Deutsch. chem. Ges. 29, 2452, 1896) zeichnen sich die brasilianischen Monazite des Handels durch feine, gelbe, abgeschliffene Körner aus.

In den diamantführenden Flußanschwemmungen in der Provinz Bahia (H. GORCEIX C. R. 98, 1446, 1884; Bull. Soc. Min. de France 7, 209, 1884; vgl. auch Ann. Esc. d. Minas Ouro Preto 4, 29, 1885). Die Lagerstätte befindet sich nicht weit von der Küste im Becken des Rio Pardo in geringer Entfernung von der Stelle, an der dieser Wasserlauf sich mit dem Jequetinhonha vereinigt. Die Diamanten sitzen hier in weißem Ton; da dieser von Lagen aus verwesten Blättern durchzogen ist, dürfte die Lagerstätte in der Jetztzeit entstanden sein. Quarz, Kieselsteine, Monazit, Zirkon, Disthen, Staurolith, Almandin, Korund, Magnetit, Titaneisen und Eisenkies sind hier Begleiter des Diamants. Neben Quarz herrscht Monazit in kleinen, kaum abgerollten, vieleckigen, hellgelben, honiggelben oder rötlichen Kristallbruchstücken von der Dichte 5.15, deren Oberfläche bei einigen mit Prismen von Zirkon überkrustet ist. Manche Bruchstücke lassen deutlich prismatische Begrenzung und Abplattung nach a sowie deutlich Kristallflächen von x, w, e erkennen. Keins der angeführten Mineralien ist in einer Weise abgerollt, die auf langen Transport in fließendem Wasser hinweisen würde. Nicht weit von der Lagerstätte befindet sich die aus Graniten und Gneisen bestehende Serra do Mar. H. Gorceix (a. a. O.) nimmt nicht an, daß die Bestandteile dieser Lagerstätte unmittelbar aus der Zerstörung der genannten Gesteine hervorgegangen sind. Er hebt vielmehr hervor, das auf der Lagerstätte Salobro keins der Mineralien Cymopban, Triphan, Andalusit und Beryll vorkommt, trotzdem die in geringer Entfernung von ihr in den Gneisen und Graniten der Serra do Mar auftretenden Quarz- und Pegmatitgänge sehr reich an diesen Stoffen sind. — Mit Titanit und

Zirkon in Sandbänken bei der Stadt Caravellas, Bahia, in gelben, nur selten weißen Körnern, von denen ein Teil im Dünnschliff im konvergenten polarisierten Licht eine gestörte Interferenzerscheinung erkennen läßt, als deren Ursache beigemengter Zirkon angenommen wird. Gehalt an Didym auffallend hoch und den Cergehalt übertreffend, vgl. Analyse LIX., H. Gorceix (C. R. 100, 356, 1885; Ann. Esc. d. Minas Quro Preto 4, 29, 1885; Bull. Soc. min. de France 8, 32, 1885). Früher hatte H. GORCEIX (Bull. Soc. min. de France 6, 27, 1883) irrtümlich das Landgut Québra Cangalha, São Paulo, als Fundort genannt. — Die marinen Monazitseifen liegen in Bahia 80 Meilen nördlich der Staatsgrenze zwischen Espirito Santo und Bahia, 9 Meilen nördlich von Prado, am Cahy-Ausfluß, 10 Meilen nördlich von Prado, am Carabyflusse (Fr. Freise, Ztschr. pr. Geol. 17, 514, 1909). - F. Katzer (Öster. Ztschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1905, Nr. 18. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 2, 343, 1906) beschreibt Monazitsand von Curumuchatiba im Distrikt Prado, Bahia, wo er einen bei Hochflut überschwemmten Streifen an der Meeresküste bildet. Der gelbbraune Monazit wird von Quarz, Xenotim (?), Spinell, Granat, Turmalin, Anatas, Ceylanit, Staurolith, Orthit, und schwarzem Thorit begleitet. - Der als Begleiter von Diamant in Bahia auftretende Monazit hat nach E. Hussak (Min. petr. Mitt. 18, 345, 1899) folgende Eigenschaften. Nach a tafelige, nach der Vertikalachse gestreckte, von a, m, w, x, r, v, e begrenzte, mehr oder weniger stark an den Kanten abgerollte, infolge oberflächlicher Pigmentierung mit Eisenhydroxyd dunkel nußbraun gefärbte, nicht selten bis zu 1 cm große Kristalle; sie gleichen im Habitus den Kristallen von Watertown und sind ebenso häufig wie Korund. Nach (100) vollkommen spaltbar, nach (001) ist eine vorzügliche Absonderung vorhanden. Dünnschliffe lassen erkennen, daß die Pigmentierung kaum 1 mm ins Innere der Kristalle eindringt. Der Kern der Kristalle ist frisch und sieht im Dünnschliff gelb aus. In einem solchen tritt noch die Spaltbarkeit nach (010) hervor; ferner ergibt sich, daß Eisenhydroxyd auf den Spaltflächen parallel a und e eingedrungen ist. Selten sind Einschlüsse winziger, muscovitähnlicher Blättchen, ziemlich häufig regellos verteilte Flüssigkeitseinschlüsse. Manchmal läßt das Zentrum der Kristalle einen Zerfall in ein Aggregat kleiner Körnchen durch regellose Risse erkennen, eine eigentliche Zersetzung ist jedoch nicht bemerkbar. Begleiter: Quarz, Jaspis, Lydit, Orthoklas, Muscovit, Bibtit, Chlorit, Rubin, Korund, Demantspat, Fibrolith, Hercynit, Xenotim, Granat, Zirkon, Epidot, Aktinolith, Chrysoberyll, Diaspor, Disthen, Rutil, Ilmenit, Eisenglanz, Magnetit, schwarzer Turmalin, gediegen Gold, ferner Stücke von feinkörnigem, granatführendem Biotitgranit, Amphibolgneis, schwarze, schieferige Amphibolithe, Chloritgneis, Chloritschiefer, Muscovitschiefer, grobkörnigem Sandstein. E. Hussak (a. a. O., 349) macht darauf aufmerksam, daß auf dieser Lagerstätte nur Minerale auftreten, die teils für Granit und Gneis, teils für alte kristalline Schiefergesteine charakteristisch sind. Nach ihm stammen Monazit und Xenotim wohl aus wahrscheinlich pegmatitischen Graniten, die im Tale des Rio Paraguassú in nicht zu großer Entfernung von der Diamantlagerstätte anstehen. E. Hussak and J. Reitinger (Ztschr. f. Kryst. 37, 550, 1903) bemerken, daß vorstehende Angaben Monazit aus einem Diamantsande des Rio Paraguassu in Bahia, Bandeiro do Mello, betreffen, und teilen noch sein Lötrohrverhalten und seine Analyse (LX.) mit; bei dieser wird die Anwesenheit von Zirkonoxyd auf Verunreinigung des Monazits mit Zirkon zurückgeführt (optische Eigenschaften vgl. S. 300, regelmäßige Verwachsungen mit Xenotim vgl. S. 296). J. Reitinger (Diss. Techn. Hochschule München 1902, S. 7) teilt dieselbe Analyse unter der Fundortsangabe. "Diamantsand von Bandeira do Mello, Bahia" mit; nach dem Ergebnis der Analyse könnte Thorium als ThSiO4 in dem Mineral vorhanden sein. Nach E. H. Kraus und J. Reitinger (Ztschr. f. Kryst. 34, 275, 1901) kommen in diesem Sande noch viel Korund, Quarz, Granat vor. - Auf der Minerallagerstätte Bom Jesus das Meiras, ungefähr 14° südl. Br. und 42° westl. L. von Greenwich, im Süden der Provinz Bahia im oberen Flußgebiet des Rio de Contas und zwar an einem Nebenfluß, der von den südlichen Ausläufern der Sierra do Espinhaço herabfließt. Kristalle braun, pechglänzend, mit 5-7 mm Kantenlänge. Beobachtete Formen a, b, w, e, v, z; Kristalle prismatisch nach v entwickelt, b findet sich manchmal als schmale Abstumpfung, a häufig als schmale glänzende Fläche, e wurde nur an einem Kristall festgestellt. Fast alle Kristalle zeigen parallel α eine etwa 1 mm dicke Schicht von hellerer Farbe, anscheinend von etwas zersetztem Material. Findet sich in Verwachsungen mit Magnesit und Topas derart, daß die Magnesitrhomboeder in die Oberfläche der Monazitkristalle eingewachsen sind, und die Monazite in die Topase. An einigen Stücken sind die drei Mineralien in der Altersfolge Magnesit, Monazit, Topas zu beobachten (H. Steinmetz bei H. Arlt und H. Steinmetz, Ztschr. f. Kryst. 54, 596, 1915). Die Verfasser waren nur auf die Untersuchung von Proben des Lagerstätteninhalts (Quarz, Rutil, Hämatit, Martit, Pyrit, Magnesit, Dolomit, Xenotim, Monazit, Beryll, Turmalin, Topas, Spodumen, Granat, Albit, Titanit) angewiesen. Nach H. Arlt (a. a. O., 601) bewiesen die Bruchstücke und die gut erhaltenen einzelnen Kristalle, daß es sich um eine primäre Lagerstätte handelt. Einerseits deuten die grobkristalline Ausbildung der Quarz- und Feldspat-(Albit)stufen und die Vergesellschaftung von Beryll, Topas, Spodumen, Lithionglimmer, Mangangranat mit Turmalin, Xenotim und Monazit auf die Herkunft der Mineralien aus Pegmatiten, während andererseits Rutil und Titanit auch in Gesellschaft von Turmalin, Xenotim und Carbonaten (als primäre Ausscheidungen) auf Mineralklüfte hinweisen, die von J. Koenigsberger (N. Jahrb. f. Min., B. B. 14, 43, 1901; Ztschr. d. D. geol. Ges. 64, 501, 1912; C. DOELTER, Handb. d. Mineralchemie 2, 27, 1914) als "alpiner Typus" bezeichnet wurden. Die ältesten Ausscheidungen von Quarz mit Magnesit, Dolomit und Monazit dürften der magmatischen Bildungsperiode zuzurechnen sein, auf die, mit dunkelgefärbtem Turmalin beginnend, die pneumatolytische Phase folgt, die durch Topas, Beryll, Lithionglimmer und hellgelben und grünen Turmalin bezeichnet wird. Quarz bildete sich während der Gesamtdauer der Mineralausscheidungen (H. Arlt, a. a. O.). J. Uhlig (C.-Bl. f. Min. 1915, 37) gibt folgende Beschreibung der Kristalle dieses Vorkommens. Farbe gelbbraun bis kolophoniumbraun, bis zu $\frac{3}{4}$ cm groß; beobachtete Formen v, α , w, α , e; von ihnen sind v, a, w stets vorhanden, z und e finden sich nur als schmale Flächen an einzelnen Kristallen; Habitus prismatisch durch Vorherrschen von v. Aus den Fundamental winkeln (111) (111) = 73° 4.5' (Mittel aus den Messungen an 5 Kristallen), $(100) (11\overline{1}) = 61^{\circ} 51'$ (4 Kristalle); $(100) (101) = 39^{\circ} 20'$ (4 Kristalle) ergab sich: $a:b:c=0.9693:1:0.9154;\ \beta=76^{\circ}$ 6'. Spaltbarkeit nach α schlecht; Dichte 5.162; Härte 5. Vor dem Lötrohr unschmelzbar, wird beim Glühen weiß, behält aber seinc hohe Doppelbrechung. (Angaben über das optische Verhalten vgl. S. 301.) Bezüglich der chemischen Zusammensetzung (Analyse LXI.) ist der geringe Gehalt an ThO2 und die Tatsache bemerkenswert, daß Ce2O3 der Menge nach hinter Nd, O3, Pr, O3 und La2O3 beträchtlich zurücksteht. Unter diesen scheint Nd2O3 vorzuherrschen; als mittleres Atomgewicht von Nd, Pr, La wurde 142 gewählt. Die Berechnung der Analyse ergibt, daß P.O. genau durch die Basen gebunden wird entsprechend der Formel RIIIPO4.

Etwa 2 mm, selten bis zu 4 mm große, wohlausgebildete, dunkel- bis orangegelbe, von a, l, b, z, v, u, e oder a, l, b, v, u, e oder a, l, b, v, u, e oder a, l, b, v, u, e, x begrenzte, nach a tafelige und nach der Vertikalachse verlängerte Kristalle aus den Diamantsanden von Dattas und des Rio Jequetinhonha, Minas Geraes, beschreibt E. Hussak (Min. petr. Mitt. 12, 470, 1891); an ihnen tritt b nur als ganz schmale Fläche auf, ist l immer vorhanden und herrscht v bei gleichzeitigem Zurücktreten oder Verschwinden der Form $\{h \ 0 \ l\}$; Habitus dadurch von dem der nordamerika-

nischen und russischen Monazite abweichend. Drei ausgesuchte Kristalle ergaben: 210) $(010) = 64^{\circ} 50' 15'$, $(210)(\overline{2}10) = 129^{\circ} 38'$; $(210)(100) = 25^{\circ} 16'$. $(\overline{1}00)(\overline{3}11) = 25^{\circ}$ $40'\ 30''$, $(\overline{3}11)(\overline{1}11) = 34^{\circ}\ 43'$, $(\overline{1}11)(011) = 39^{\circ}\ 15'$, $(011)(100) = 99^{\circ}\ 38'\ 30''$, (010)(021) $=29^{\circ}5'30'', (021)(02\overline{1})=58^{\circ}25', (021)(011)=18^{\circ}51', (\overline{1}11)(\overline{1}1)=72^{\circ}31', (\overline{1}11)(010)$ = $53^{\circ}55'$, $(\overline{1}11)(\overline{1}01) = 36^{\circ}16'30''$, $(\overline{1}01)\overline{1}00) = 53^{\circ}53'$. — Nach E. Hussak (a. a. O.) sind die durch Waschen von zersetzten brasilianischen Graniten und Gneisen gewinnbaren Monazitkristalle gewöhnlich hellgelblich, zitronengelb bis schwefelgelb, stark fettglänzend, auch zu Glasglanz neigend, durchsichtig, nach a tafelig und mehr nach der Orthoachse gestreckt. Gut ausgebildete Kristalle von etwa 2 mm Größe aus dem Granit von Caieiras, São Paulo, aus den Goldsanden von Matto grosso, aus Granit von Conservatoria, Rio de Janeiro, usw., zeigen a, m, x, w, e und gleichen denen vom Ilmengebirge. Spaltbarkeit nach c ziemlich vollkommen und gut ausgeprägt; in Dünnschliffen parallel (010) uud parallel einer zu (100) und (010) normalen Fläche ist eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit parallel (100) wahrzunehmen; es ist unsicher, ob diese durch das Schleifen oder durch den Beginn einer häufig zu beobachtenden Umwandlung hervorgerufen wird. Optische Eigenschaften vgl. S. 299. Kristalle, abgesehen von vereinzelten Flüssigkeitseinschlüssen, homogen. Einige gesteinsbildende Monazite, z. B. die des Granits von Caieiras, sind gebleicht, trübe und vollständig undurchsichtig infolge von Umwandlung, die nach Ansicht von E. Hussak (a. a. O.) mit einer Wasseraufnahme zusammenhängt. K. Busz (N. Jahrb. f. Min., Beil.-Bd. 39 (Bauer-Festschr.) 482, 1914) untersuchte mehrere Kristalle dieses Vorkommens aus dem Nachlæsse von E. Hussak. Größter Kristall 11 mm lang, 7 mm breit, 3 mm dick; Kristalle von 5-6 mm Größe sind nicht selten, die Mehrzahl von ihnen ist jedoch wesentlich kleiner; alle Kristalle sind abgerollt; trotzdem haben viele noch genügenden Glanz für die Messung mit einem Reflexionsgoniometer. Viele Kristalle sind ringsum ausgebildet, andere sind Bruchstücke, auch kommen gruppenweise Verwachsungen vor. Außer den von E. Hussak (a. a. O.) beobachteten Formen a, b, l, x, e, u, v, x wurden noch m, e, w, r, i festgestellt. Aus $(001)(10\overline{1}) = 37^{\circ}10'$, $(100)(10\overline{1}) = 39^{\circ}16'$, $(011)(01\overline{1}) = 84^{\circ}6'$ folgt a:b:c=0.97224:1:0.92784; $\beta=76°26'30''$. Folgende Normalenwinkel wurden erhalten:

	ger	ness	en:	ber	echi	net:		gem	essen:	ber	echn	et:
(100) (001)	76°	26'	30′′*	76°	26'	30'	(001)(011)	42 0	3'*	42	. 3'	*
(100) (210)	25	4		25	17	39	(010)(011)	47	58	47	57	
(100) (110)	43	45		43	23	5	(010) (021)	29	11	29	0	4'
$(100)(11\bar{1})$	61	24	30	61	30	16	$(011)(0\overline{1}1)$	84	6*	84	6	
(100) (111)	47	4		48	7	35	$(021)(02\overline{1})$	58	25	58	0	8
$(100)(31\overline{1})$	27	17		26	46	16	$(011)(\bar{1}11)$	39	11	38	31	5
$(100)(21\overline{1})$	38	11		38	22	56	(011) (111)	32	52	31	51	4
(100)(011)	79	53	45	79	58	39	$(11\bar{1})(1\bar{1}\bar{1})$	73	20	73	25	12
$(100)(10\bar{1})$	53	40	10-91	53	28	44	$(11\overline{1})(211)$	24	19	23	7	20
(100) (101)	39	16	30*	39	16	30	$(11\bar{1})(31\bar{1})$	35	23	34	44	
$(001)(\bar{1}01)$	49	40		50	4	46	$(31\overline{1})(3\overline{1}\overline{1})$	36	13	35	40	50
(001)(101)	37	10*	k	37	10							

Nach K. Busz (a. a. O.) würde eine größere Anzahl von Messungen in vielen Fällen wohl eine bessere Übereinstimmung zwischen den gemessenen und den berechneten Werten ergeben; er betont jedoch, daß auch bei guten Messungsergebnissen auffallende Unterschiede auftraten; so wurden z. B. für v:v Werte zwischen 72° 2′ und 73° 20′ erhalten. Die Abweichung wird auf den zonaren Bau mancher Kristalle zurückgeführt, der auch bei den für die optische Untersuchung hergestellten

Präparaten sich störend bemerkbar machte. Aus den erhaltenen Winkeln kann nicht geschlossen werden, daß das Mineral einer anderen Symmetrieklasse zugehört. Kristalle gewöhnlich tafelförmig nach a; vorherrschend und oft allein treten auf die Formen a, v, u, e, dazu fast immer l; untergeordnet erscheinen b und x, selten c und w. An mehreren Kristallen wurde z, nicht selten mit starker Flächenentwicklung, festgestellt; an nur einem m, r und i. Zwillinge selten, vielleicht sind sie auch wegen starker Abrollung nicht feststellbar; nur ein Durchwachsungszwilling nach a, an dem l, e, u, v z auftreten, wurde beobachtet. Alle Kristalle sind sehr gut durchsichtig (optische Eigenschaften vgl. S. 302). Der Monazit aus dem Jequitinhonha wurde bereits von H. Gorceix (Bull. Soc. min. de Fr. 7, 182, 1884; Ann. Esc. Min. Ouro Preto 4, 29, 1885) erwähnt. — In kleinen, beim Auswaschen erhaltenen, gelben Bruchstücken oder Kristallen neben Zirkon und einem schmutzig weißen, opaken Titanmineral in Graphit aus dem Gebiet des Jequitinhonha, Minas Geraes; ungewöhnlich reich au Lanthan. Der Graphit stammt wohl aus zersetztem Gneis (O. A. Derby, Am. Journ. of Sc. [4] 13, 211, 1902). — In den mit tonigen Gesteinen vergesellschafteten Quarzadern des Gebietes von Diamantina, Minas Geraes, z.B. in deu Diamantminen São João da Chapada, Sopa, Serra do Gigante, in verlängerten, prismatischen von a, b, x, w begrenzten, dem Zirkon sehr ähnlichen Kristallen, von dem sie nur durch chemische Reaktion unterschieden werden können (O. A. Derby, Am. Journ. of Sc. [4] 7, 343, 1899). Weitere Angaben über diese Vorkommen (nach O. A. Derby, ebenda, [4] 10, 217, 1900) vgl. S. 297, 349. Monazit aus dicsem Gebiete wurde bereits von H. Gorceix (Ann. Esc. Min. Ouro Preto 4, 29, 1885) erwähnt. — In dem Sande eines diamantführenden Wasserlaufes des Gebietes von Cocaës, 50 km nördlich von Ouro Preto im Golddistrikt der Provinz Minas Geraes, in Begleitung von Anatas, Rutil, Titaneisen, Magnetit, Roteisenerz, Martit, Turmalin, Disthen, Fibrolith, Quarz und Gold. Die Bestandteile sind, abgesehen vom Quarz, kaum abgerollt (H. Gorceix, C. R. 105, 1139, 1887). — Eine Analyse (LXV.) des gemeinsam mit Quarz, Almandin, Amethyst und wenig Zirkon in den goldführenden Sanden des Flusses Casca, eines Nebenflusses des Rio Doce, auftretenden rötlichgelben Monazits teilte H. Gorceix (Ann. Esc. d. Minas Ouro Preto 4, 29, 1885) mit, ebenso (a. a. O.) auch eine Analyse des in eckigen, gelben bis honiggelben Körnern gemeinsam mit Xcnotim, Anatas und Titaneisen auftretenden Monazits aus der Schlucht des Varas, eines Nebenflusses der Rio Pardo Pequeno, bei der Diamant-Lagerstätte S. João da Chapada. Monazit aus einem Waschrückstand des goldführenden Sandes von Bandeirinha, nahe der Stadt Diaman. tina, Minas Geraes, beschreiben E. Hussak und J. Reitinger (Ztschr. f. Kryst. 37, 560, 1903). Kristalle 0.1-0.2 mm groß, von α (vorherrschend), b (desgl.), m (sehr schmal), l (desgl.), \(\mu\) (stark entwickelt), e (häufig), c (selten und schmal) und v (klein, fast immer vorhanden) begrenzt, langprismatisch nach a und b ("Bandeirinha-Habitus"); ähnliche Kristalle wurden von О. А. Derby besonders in verschicdenen Tongesteinen und zersetzten Serizitphylliten der Umgebung von Diamantina, Minas Geraes, gefunden. Meist sehr reich an Einschlüssen von mikroskopischen Rutil- und Turmalinsäulchen und Eisenglanzblättchen; zitronen- bis honiggelb, durchsichtig; Dichte 4.960 bei 22°. Begleiter: sehr feines, oft kristallisiertes, nie abgerolltes Gold, "oktaedrischer" Xenotim, prismatischer farbloser Zirkon, schwarze Turmalinsäulchen, limonitisierter Pyrit, wenig Magnetit, vorherrschend Quarz und Glimmer. Alle diese nur 1-4 mm großen Mineralien sind nicht abgerollt, so daß ein weiter Transport eieses goldführenden Sandes wohl nicht stattgefunden hat. Das Gold und die genannten, für Granit und Gneis charakteristischen Mineralien, scheinen hier sicher aus Quarzgängen zu stammen, die pegmatitischen Granitgängen genetisch nahestehen. In der Nähe von Diamantina findet sich eine Reihe solcher Quarzgänge, die oft Gold führen und archäische Phyllite und Mohazit. 355

Quarzite durchsetzen. Das Mineral enthält Thoroxyd, aber kein Silicium-dioxyd, kein Zirkonoxyd und kein Wasser; es ist ein Cer-Lanthan-Didymorthophosphat, in dem ein Teil der dreiwertigen Erdmetalle durch Thorium ersetzt ist. Nach J. Reitinger (Diss. Techn. Hochschule München 1902, S. 7) enthält dieser Monazit häufig Gas- und Flüssigkeitseinschlüsse.

E. Hussak u. G. T. Prior (Min. Mag. 11, 83, 1897) beschreiben 1-2 mm lange Monazitkristalle von der Zinnerzgrube Tripuhy bei Ouro Preto Minas Geraes. Es treten hier nach a tafelförmige Kristalle von Turnerit-Habitus (I) und solche (II) auf, die durch Vorherrschen von v die Tracht der Kristalle von Alexander Co. haben. Kristalle (I) gelblichbraun, vollkommen durchsichtig und frei von Einschlüssen, mit zahlreichen, im allgemeinen zu Messungen wenig geeigneten Flächen, unter denen Formen von a (vorherrschend), b (ziemlich breit), n, l, v, r, e, u, w und x vertreten sind. Kristalle (II) schwefelgelb, reich an Einschlüssen von Magnetit, stets flächenarm; v, a; v, a, w; v, a, w, x; v, a, w, x, b wurden als Kombinationen beobachtet. Für einen Kristall der Art (1) ergab sich: a l = 25° 4', $an = 61^{\circ}38'$, $bn = 28^{\circ}36'$, $bv = 54^{\circ}2'$, $bu = 30^{\circ}6'$, $be = 48^{\circ}31'$, $ar = 49^{\circ}16'$, $ae = 80^{\circ}58'$, $av = 61^{\circ}34'$, $ac = 80^{\circ}24'$, $aw = 39^{\circ}22'$; für Kristalle der Art (II): $av = 61^{\circ}30'$, $aw = 39^{\circ}17^{\circ}_{\psi}$, $vv = 73^{\circ}11'$. Die Lagerstätte des Minerals befindet sich auf einem Hügel, der aus tonigem, in Itabirit übergehenden Glimmerschiefer besteht. Stellenweise enthält das Gestein viel in Limonit umgewandelten Pyrit, und es ist von einem einige Meter mächtigen Diabasporphyritgange durchsetzt. Den Abhang des Hügels bedeckt eine dicke Sandschicht, in der Zinnober in Stücken, z. T. bis zu Faustgröße, auftritt. Durch Waschen des Sandes ergaben sich noch Monazit, Lewisit, Xenotim, Zirkon, Cyanit, Turmalin, Rutil, Hämatit, Pyrit, Magnetit, Gold, Tripuhyit und ein Titan-Antimoniat.

Äußerst selten in honiggelben, tafeligen Kristallen von der Phenakitlagerstätte in den Goldminen San Miguel de Piracicaba, Minas Geraes, in einem Pegmatitgang mit handgroßen Glimmertafeln, Amazonit, Bergkristall, Rauchquarz, Phenakit, Turmalin (relativ selten), Zirkon, Columbit, Eisenglanzblättchen, Pyrit, rotem Almandin und Xenotim; es fehlen Aquamarin und Topas (E. Hussak, C.-Bl. f. Min. 1909, 268).

In dem Gold führenden, kiesigen, aus Quarz, Turmalin und Arsenkies mit untergeordneten Partien von Eisen- und Magnetkies bestehenden, außerdem noch Oligoklas-Albit, Muscovit, grünen chromhaltigen Muscovit, Zirkon, Xenotim, Magnetit, Rutil, Biotit, Turmalin, Andalusit, Staurolith, Hercynit, Granat, Disthen, Cummingtonit, Calcit, Siderit, Limonit (nach M.P. Ferrand, L'or à Minas Geraes, Bd. II, Fase. 1. Ouro Preto 1894, auch Kupferkies, Bleiglanz, Antimonglanz und Dolomit) enthaltenden Quarzlagergang von Passagem, Minas Garaes. Wohlausgebildete, tafelige, schwefelgelbe Kristalle.fanden sich selten in den mit Salpetersäure behandelten, goldreichsten, fast reinen Arsenkies-Turmalinaggregaten des Ganges (E. Hussak, Ztschr. pr. Geol. 1898, 348).

Nach Fr. Freise (Ztschr. pr. Geol. 17, 514, 1909) besteht das Gebiet der Monazitseifen in der Grenzzone der Staaten Minas Geraes und Espirito Santo fast durchaus aus Graniten mit gneisartigem Habitus wohl laurentischen Alters, im Norden (Serra do Tombas und Serra do Papageios bei Sta. Luzia) aus Ganggraniten; als Gerölle treten auf Glimmerschiefer, Hornfelse, Quarzite, Arkosen. Aus diesen Gesteinen sind die Monazitseifen entstanden; sie setzen sich zusammen aus Gold, Quarz in verschiedenen Abarten, Zirkon, Rutil, Zinnerz, Korund in verschiedenen Abarten, Titaneisen, Roteisen, Magnetit, Spinell, Chrysoberyll, Wolframit, Columbit, Topas, Turmalin, Granat (Hessonit, Pyrop, Almandin), Beryll, Olivin, Augiten, Hornblenden, Monazit, Thorit, Orangit, Äschynit, Xenotim. Die Monazitseifen schließen sich in den meisten Fällen den heutigen Bruchlinien an, nur 4% (bei 236

untersuchten Lagerungseinheiten) fanden sich (16-95 m) höher. Oberhalb der Seifen liegt eine 0.2-2.00 m dicke, mit Vegetationsmaterial und Moorboden bedeckte, aus stark verunreinigten Tonen mit Quarzgeröllen bestehende Schicht ("entulho"), unter ihr das abbauwürdige, 0·10-1·20 m mächtige, im wesentlichen aus weißem Quarz mit stark verunreinigtem Ton und den nutzbaren Mineralien bestehende Lager ("cascalho") und unter diesem der granitische Talboden; an einzelnen Stellen treten 3-5 "cascalho"-Schichten übereinander auf. Die marinen Ablagerungen in Espirito Santo liegen 30 Meilen nördlich von der Südgrenze dieses Staates [Literatur nach FR. FREISE (a. a. O.): G. RICHARDSON, Brasilian Mining Review, July 1903]. Einzelne Lagerstätten: Siry Felsen (erschöpft); 2 Meilen nördlich davon am Maratayses-Strande (nur mit Quarz und Titaneisen als Begleitern; erschöpft); im Munizip Itapemirim an den Strandlinien von Pitas, Mangue, Sacco, Cacurucagem, Quarteis, Tiriricas und Boa Vista; bei Piuma am Fuße des Agáberges (erschöpft); Ubú, 4 Meilen nördlich Benevente (erschöpft); 2 Meilen nördlich davon am Maimbafelsen (erschöpft); 2 Meilen nördlich davon die Miahype-Ablagerungen; 4 Meilen nordwestlich davon die Lagerstätte von Guarapary; 15 Meilen nördlich davon bei Ponta da Fructa; am Viktoriabusen, 18 Meilen nordwestlich davon, Nova Almeida; Rio Doce bei Regencia, zwischen der Sandbank von Matheus und der Mündung des Mucury.

In dem Gebirge, das in Espirito Santo die Wasserscheide zwischen dem Mutum-Fluß und dem Pancas-Fluß bildet, nahe dem S. João-Flüßchen den Rio Doce erreicht und das aus feinkörnigem Biotitgranit mit häufig gneisartiger Struktur und akzessorischem, mit bloßem Auge erkennbarem Granat und Rutil besteht. Zunächst fand sich Monazit in nicht abgerollten, bis zu 1 kg schweren Brocken in den Rinnsalen des Gebirges. Durch Schürfarbeit wurde das Ursprungsgestein, eine in mittelkörnigen Biotitgranit eingelagerte pegmatitische Gesteinsmasse mit Feldspat, Quarz und eingelagerten schlierenförmigen Monazitkörpern, entdeckt. Die Monazitmassen, 12—80 cm dick und 1—8 m lang, bestehen aus derbem Monazit, der von einem Netzwerk haarfeiner Spalten mit Xenotim, Äschynit und Phenakit durchzogen ist (Fr. Freise, Ztschr. prakt. Geol. 18, 143, 1910).

Als zahlreiche große Körner in einem Magneteisen von dem Landgute Catita am unteren Rio Doce, Espirito Santo, vielleicht einer oxydischen Ausscheidung eines Glimmersyenits. Das Erz bildet ein grobkristallinisches Aggregat von Magnetit und Ilmenit mit geringeren Mengen von Zirkon, Korund, grünem Spinell, einem braunen Titanmineral und anhaftendem kaolinisierten Feldspat und Biotit. Monazit ist mit Zirkon in der Nähe des Biotits angehäuft (O. A. Derby, Am. Journ. of Sc. [4] 13, 211, 1902).

Reichlich in Graphit aus der Umgebung von São Fidelio, Staat Rio de Janeiro; der Graphit stammt wohl aus zersetztem Gneis (O. A. Derby, Am. Journ. of Sc. [4] 13, 211, 1902). Nach K. L. Kithil (Chem. News 114, 266, 275, 283, 1516; vgl. auch Anm. 1, S. 357) kommen technisch wichtige Monazitlagerstätten im Staate Rio de Janeiro vor.

In Flußsanden bei Buenos Ayres, auch in zersetztem Gneis und Granit bei Cordoba, Argentinien, die sich noch auf ihrer primären Lagerstätte befanden, entdeckte J. Gordon Reste von Zirkon und Monazit (O. A. Derby, Am. Journ. of Sc. [3] 37, 109, 1889).

Meist in abgerundeten, gelblichen, halbdurchsichtigen, teilweise von m, a, x, c (Spaltfläche) begrenzten Körnern $[(110)(1\overline{1}0) = 86^{\circ} 40', (\overline{1}11)(\overline{1}\overline{1}1) = 73^{\circ}, (\overline{1}11)(\overline{1}01) = 36^{\circ} 20', (100)(110) = 43^{\circ} 30', (100)(001) = 76^{\circ} 15'$ usw.] mit manganhaltigem Almandin, Zirkon, Titaneisen, bräunlichem Glimmer, spärlich auftretendem Columbit und Disthen, Wulfenit, Rutil in den Sanden des Rio Chico, Provinz Antioquia, Columbien (A. Damour und A. Des Cloizeaux, Ann. de chim. et de phys. [3] 51, 445, 1857).

A. LACROIX (Min. de France 4, 376, 1910) beschreibt 2—3 mm große, braune, undurchsichtige, nach (100) tafelige Kristalle von verschiedenem, z. T. an Monazit von Arendal erinnerndem Aussehen mit m, a, x, w, begleitet von Columbit aus Gold führenden Sanden von Guayana ("Contesté franco-brésilien").

p) Vereinigte Staaten von Nordamerika. In den goldführenden Sanden von Nord-Carolina, und zwar auf den Lagerstätten in Mac Dowell Co., Rutherford Co., Burke Co., Polk Co., in größter Menge auf J. C. Mills Goldgrube im Brindletown District, Burke Co.; 50 engl. Pfund Waschsand dieser Grube lieferten 60% Monazit (W.·E. Hidden, Am. Journ. of Sc. [3] 22, 22, 1881; ·Edw. S. Dana, ebenda [3] 24, 247, 1882 und Ztschr. f. Kryst. 7, 362, 1883) W. E. Hidden (a. a. O.) macht auf die allgemeine Verbreitung von Monazit in den goldführenden Sanden von Nord-Carolina aufmerksam und glaubt, daß man ihn hier in jedem Flusse feststellen könne, an dem Glimmerschiefer auftreten. Nach ihm sind die Kristalle aus J. C. Mills Goldgrube gewöhnlich klein, und nur wenige haben 1 engl. Zoll Durchmesser. Sie weichen in ihrem Habitus stark voneinander ab. Nach S. L. Pen-FIELD (Am. Journ. of Sc. [3] 24, 250, 1882; Ztschr. f. Kryst. 7, 364, 1883), der Monazitkristalle aus dem Sande der Goldwäschereien dieses Gebietes analysierte (Analyse LXXIII.) bestehen diese Sande aus harzbraunen 1/16-1/8 (englisch) Zoll großen Monazitkörnern von der Dichte 5.10, z. T. mit zahlreichen Kristallflächen, und aus Spinell, Magnetit, Granat, glänzenden Zirkonkristallen, wenig Quarz und einigen anderen Mineralien. O. BOUDOUARD (Bull. Soc. chim. [3] 19, 10, 1898) nennt als Bestandteile der Monazitsande in Burke Co., Mac Dowell Co., Rutherford Co. und Cleveland Co. neben Monazit, Quarz, Feldspat, Hornblende, Magnetit, Zirkon, Rutil, Korund. Nach ihm stehen diese Lagerstätten in genetischer Beziehung zu Gneisen und Glimmerschiefern, in denen Monazit als akzessorischer Gemengteil auftritt, und durch deren Zersetzung er frei wird. Die an Monazit reichsten Lagerstätten finden sich im Oberlauf der Flüsse dieser Gebiete. Der Thoriumgehalt der Sande wechselt; die thoriumreichsten Vorkommen liegen bei Brindletown und im nördlichen Teil von Cleveland Co. Die Sande von Brindletown enthalten 4-6.6%, die von Shelby (Cleveland Co.) 2.76%, ThO₃ (Analyse LXXV.). Nach H. B. C. NITZE (17. Ann. Rep. U. S. A. Geol, Surv., IV, Min. Res. 1894 [Washington 1895] 666) kommt Monazit gemeinsam mit Quarz, Granat, Zirkon, Rutil, Brookit, Xenotim, Fergusonit, Korund, Epidot, Beryll, Cyanit, Magnetit, Pyrit, Menaccanit in Gneisen und Flußsanden in den Counties Burke, Rutherford, Cleveland, Polk, Catawba und Lincoln, Nord-Carolina, vor. Nach J. H. Pratt (U. S. A. Geol. Surv., Min. Res., Cal.-Year 1901 [Washington 1902], 949) und K. L. Kithil (Chem. News 114, 266, 275, 283, 1916) sind folgende Monazitvorkommen in Nord-Carolina abbauwürdig: die Gegend von Ellenboro und Rutherfordton, Rutherford Co., das Brindletown-Gebiet, Burke Co., die Umgebung des Muddy Creek, Mc Dowell Co., das Gebiet zwischen Shelby und Moresboro über Fallston bis Zite bei Carpenters Knob, Cleveland Co., die Lagerstätte 15 (engl.) Meilen nordwestlich von Lincolnton, Lincoln Co., Alexander Co. — G. P. TSCHERNIK (Bull. Acad. Sc. St. Petersburg [6] 2, 242, 1908) untersuchte einen angeblich aus Nord-Carolina stammenden, grobkörnigen, zu 78.93% aus Monazit und außerdem noch aus Quarz, Granat, Zirkon, Korund, Chromit, Titaneisen, Magnetit, Columbit, ferner (in sehr geringer Menge) aus Feldspat, Hornblende, Rutil, Glimmer, Talk, Limonit bestehenden Monazitsand, der dem Monazitsand von Bellewood, Nord-Carolina, nahesteht. Kristalle hauptsächlich dunkelhoniggelb, nur z. T. etwas heller und mit grünlichem Stich; begrenzt von a, u, x, e, m. Analyse LXXI.; bei dieser ergab sich, daß in der

¹ Nach dem Chem. C.-Bl. 1917₂, 38; 1918₁, 961 auch: Bur. of Mines, Techn. Pap. 110, U. S. A. Dep. of Int., und Rev. de Chim. pure et appl. 19, 113, 1916.

La-, \Pr . Nd-Gruppe Lanthan herrscht und daß von den $6\cdot 56\,^{\circ}/_{0}$ (La, \Pr , Nd) $_{2}O_{3}$ nur $1\frac{1}{4}\,^{\circ}/_{0}$ aus $(\Pr$, Nd) $_{2}O_{3}$ bestehen, wobei dreimal so viel $\operatorname{Nd}_{2}O_{3}$ als $\operatorname{Pr}_{2}O_{3}$ vorhanden ist. — Gemeinsam mit Rutil, Quarz, Limonit in Pseudomorphosen nach Siderit, zersetztem Eisenkies mit Hohlräumen, die natürlichen Schwefel enthalten, und vorherrschendem Muscovit in einem, in Granat führenden Glimmerschiefer aufsetzenden Gange bei Milhollands Mill, Alexander Co., Nord-Carolina, von W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 21, 159, 1881; ebenda [3] 22, 21, 1881) entdeckt. Kristalle klein, sehr gut ausgebildet, selten bis zu $\frac{1}{4}$ Zoll lang, flächenreich, starkglänzend, vollkommen durchsichtig, lebhaft topasgelb. Habitus der Kristalle nach Edw. S. Dana (ebenda [3] 24, 247, 1882; Ztschr. f. Kryst. 7, 362, 1883) im allgemeinen prismatisch durch Vorherrschen von v (Fig. 49), ähnlich wie bei den Monaziten von Sanarka (S. 341) und aus dem Tessin (S. 328). Ein von a, m, v, e, r, v, ω , i, z begrenzter Kristall ergab die auf S. 294 mitgeteilten Achsenclemente, an ihm waren noch drei nicht näher bestimmbare abstumpfende Flächen ξ' [an der Kante (121): $(\overline{1}11)$],

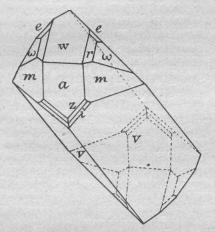


Fig. 49. Monazit, Alexander Co., nach E. S. Dana, 1882. Lin. Vergr. etwa 1.60 der Originalfigur.

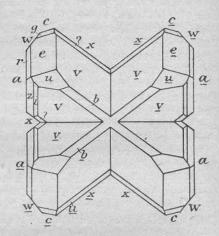


Fig. 50. Monazit, Alexander Co., Zwilling nach {100}; W. E. Hidden, 1886. Lin. Vergr. etwa 1.12 der Originalfigur.

 ψ' [an der Kante (121):(111)], φ' [in der Zone (111, 011)] mit den Normalenwinkeln $\xi':\omega=44^{\circ},\ \psi':\omega=56^{\circ},\ \varphi':e=4\frac{1}{2}^{\circ}$ vorhanden. In demselben Gebiete fand W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 32, 206, 1886) an einer 3 (engl.) Meilen von der "Smaragd- und Hiddenit-Grube" entfernten Stelle außer Xenotim ausgezeichnete, teilweise frei ausgebildete und in Quarz eingewachsene Monazitkristalle; sie waren z. T. beim Auswaschen eines mit Glimmer und tonigen Massen angefüllten Drusenraumes erhalten worden. Kristalle 4-20 mm groß, infolge starker Ausdehnung von v und g prismatisch gestaltet, von a, b, e, w, x, g, e, u, v, z, i, r, m, l, s und einigen schwach entwickelten Formen begrenzt, von denen v, a, x, z sehr häufig sind und vorherrschen, während m nur selten auftritt. Zwillinge nach (100), meistens Durchkreuzungszwillinge (Fig. 50) von fast idealer Ausbildung. Größtenteils durchscheinend, schön hessonitrot, stark glänzend, nach (010) deutlich, aber unvollkommen spaltbar. Die Spaltbarkeit nach (001) war nicht zu beobachten, Spaltrisse nach (001) konnten auch nicht erzeugt werden. Aus der Dichte (5.05-5.09) glaubt W. E. Hidden (a. a. O.) auf einen geringen ThO2-Gehalt der Kristalle schließen zu dürfen; 1886 war die Lagerstätte bereits erschöpft. G. vom Rath (Verh. naturhist. Ver. preuß. Rheinl. 43, Sitzber. 1886, 149) untersuchte drei 10 bzw. 15 mg schwere

Zwillingskristalle des zuletzt genannten Vorkommens, die ihm W. E. Hidden übergeben hatte. Kristalle kastanienbraun, stark glänzend, Prismenflächen nur untergeordnet entwickelt, Flächen meistens gewölbt und geknickt; a:b:c=0.96092:1:0.90807; $\beta = 76^{\circ}33\frac{1}{3}$. Die Spaltbarkeit parallel (010) und (001) ist durch Reflexe im Inneren der Kristalle angedeutet. H. L. Bowman, Zischr. f. Kryst. 33, 121, 1900) beschreibt schöne von a, b, e, v, x, x, r, w, s, v ($\overline{5}66$) begrenzte Monazitkristalle von Alexander Co. aus der Sammlung von G. Seligmann, Bonn. Habitus, Farbe (kastanienbraun), Größe (2-5 mm) und Kristallformen machen es wahrscheinlicher, daß das Material von der im Jahre 1886 entdeckten Lagerstätte als von der im Jahre 1881 aufgefundenen stammt (s. o. W. E. Hidden). Die von G. VOM RATH (s. o.) untersuchten Zwillingsbildungen waren unter den Kristallen nicht vertreten. Die neue kleine Fläche v liegt an linem Kristall in der Zone [e, a]; $(100)(\overline{5}66) = 112^{\circ}53'$ (berechnet $112^{\circ}53\frac{1}{3}'$); $(111)(\overline{5}66) = 64^{\circ}0'$ (64° $52\frac{1}{3}'$); $(3\overline{11})(\overline{566}) = 139^{\circ} 50' (139^{\circ} 37\frac{1}{2})$. — Über weitere Funde in der Nähe von Milhollands Mill vgl. Xenotim, S. 270; über den Monazit von Sulphur Springs, Alexander Co., vgl. Xenotim, S. 270). - R. Hermann (Journ. pr. Chem. 93, 109, 1864) nennt Crowders Mountain, Gaston Cor, Nord-Carolina, als Fundort von Monazit; auch H. B. C. Nitze (17. Ann. Rep. U. S. A. Geol. Surv., IV., Min. Res. 1894 [Washington 1895] 666) führt das Vorkommen an. — Über Monazit aus dem Ausgehenden von verwittertem Granit, Davis Land, Henderson Co., Nord-Carolina, vgl. Xenotim, S. 271. — In den Flußkiesen des Manson-Branch, der sich ungefähr 51/2 (engl.) Meilen unterhalb Franklin, Macon Co., Nord-Carolina, in den Kleinen Tennessee ergießt. Kleine Körner und Kristalle, nur selten mit wohlausgebildeten Kristallflächen, gewöhnlich vollkommen durchsichtig und stark glänzend. Ein paar schlecht ausgebildete Kristalle zeigten deutlich grüne Farbe; diese scheint dadurch bedingt zu sein, daß ThO, durch UO, wie bei dem grünen Xenotim von Brindletown ersetzt ist (W. E. Hidden und J. H. Pratt, Am. Journ. of Sc. [4] 6, 466, 1898). — Massen von Monazit treten zu Mars Hill, Madison Co., Nord-Carolina, auf; mit ihnen ist selten Zirkon vergesellschaftet (F. A. Genth, Am. Journ. of. Sc. [3] 40, 116, 1890). — Einen an den Kanten etwas gerundeten, etwa 6 mm langen, gelblichbraunen, von v, x, a, m, r und b begrenzten und von Diamant, Granat und Zirkon begleiteten Monazitkristall (Dichte = 5 · 203 bei 12 °) beschreibt F. A. Genth (Am. Journ. of Sc. [2] 33, 204, 1862) aus der Goldwäscherei Todds Branch, Mecklenburg Co., Nord-Carolina. — Ungewöhnlich große, bis zu 1½ Zoll lange und bis zu 🐔 Zoll breite, gut ausgebildete, z. T. mit Autunit überzogene und innig mit Uraninit und Granat verwachsene, nach (001) gut spaltbare Kristalle von der Deake-Glimmergrube, Mitchell Co., Nord-Carolina, von W. E. Hidden (Am. Journ. of Sc. [3] 22, 22, 1881) entdeckt. —— Nach H. B. C. NITZE (17. Ann. Rep. U. S. A. Geol. Surv. IV, Min. Res. 1894 [Washington 1895] 666) kommt Monazit gemeinsam mit Quarz, Granat, Zirkon, Rutil, Magnetit, Ilmenit zu Boomer, Wilkes Co., Nord-Carolina, vor. — Ausgebildete, verwickelte Kristallformen aufweisende, in weißen Orthoklas eingewachsene Kristalle (Dichte 5.243) entdeckte W. E. Hidden (ebenda [3] 22, 22, 1881) in der Ray-Glimmergrube, Yancey Co., Nord-Carolina.

In Süd-Carolina, in der Gegend von Cowpens, Spartanburg Co., von Gaffney, Cherokee Co., und von Greenville, Greenville Co.; die Lagerstätten befinden sich an und in den aus den South Mountains kommenden-Flüssen, hängen also mit den nordcarolinischen Vorkommen genetisch zusammen (J. H. Pratt, U. S. A. Gcol. Surv., Min. Res., Cal.-Year, 1901 [Washington 1902], 949; K. L. Kithil, Chem. News 114, 266, 275, 283, 1916, vgl. auch S. 357, Ann. 1).

Nach G. P. Drossbach (Ber. D. chem. Ges. 29, 2452, 1896) sind die Carolina-Monazite des Handels entweder wohlausgebildete, scharfkantige, gelbe Kristalle, begleitet von Chromit, Titanit und Granat, dann kommen sie aus Cleveland, oder es sind dunkelbraune, hanfkorn- bis erbsengroße Kristalle der nordöstlichen Ausläufer der Blue Mountains. Nach K. L. Kithil (Chem. News 114, 266, 275, 283, 1916; vgl. auch S. 357, Anm. 1) sind die Carolina-Monazite gelblich bis bräunlich, grünlich oder grau gefärbt, man kann bei ihnen oft nach der Farbe den Fundort bestimmen.

H. B. C. Nitze (17. Ann. Rep. U.S.A. Geol. Surv., IV, Min. Res. 1894 [Washington 1895] 666) nennt als Fundort von Monazit "The Glades", Hall Co., Georgia.

In Amelia County, Virginia, findet sich Monazit ungefähr eine englische Meile nördlich von Court House in zwei, wahrscheinlich zu derselben Lagerstätte gehörenden, 1883 im Besitz von Rutherford befindlichen Glimmergruben in Granit. Dieser tritt aderartig in einem dünngeschichteten, mit Glimmerschiefer wechsellagernden und stufenweise in ihn übergehenden Glimmergneis auf. Diese "Adern" sind nach W. F. Fontaine (Am. Journ. of Sc. [3] 25, 337, 1883) zerbrochene Teile des Mattergesteins, in das die Bestandteile des Granits wahrscheinlich als heiße wässerige Lösungen gelangt sind. Nach dem Entdecker des Monazits auf dieser Lagerstätte, G. A. König (Proc. of the Acad. of Nat. Sc. of Philadelphia, 1882, 15), tritt das Mineral, das früher für Mikrolith oder Scheelit gehalten worden war, in zwei Abarten auf. Entweder finden sich bernsteingelb- oder braungefärbte Individuen von der Dichte 5.402 und 5.345, deren Pulver strohgelbe Farbe besitzt, oder das Mineral ist grau, in dünnen Splittern honiggelb gefärbt, hat die Dichte 5.138 und weist in gepulvertem Zustande grünlichgraue Farbe auf. Da nach W. F. FONTAINE (a. a. O.) der Monazit bei diesem Vorkommen leicht zur Verwitterung neigt, hierbei seinen Glanz verliert und graue Farbtöne sowie erdige Beschaffenheit annimmt, stellen vielleicht die von G. A. König unterschiedenen Abarten nur verschiedene Erhaltungszustände des Minerals dar. Nach W. F. Fontaine (a. a. O.) ist der Monazit, oft in demselben Stück, verschieden gefärbt und zwar gelblichbraun, dunkelbraun (dann oft mit silberweißem Glimmer durchsetzt) und auch orangegelb. Er ähnelt dem ihn begleitenden Mikrolith stark, tritt jedoch nie in einzelnen Kristallen, sondern in bis zu 8 (englischen) Pfund schweren Massen auf, die aus verzerrten, häufig mit gut ausgebildeten Flächen versehenen Kristallen bestehen. Diese sind zuweilen unvollkommen abgeplattet und nach a {100} verwachsen. Von dem begleitenden Mikrolith ist Monazit durch die fehlende oder nur angedeutete Spaltbarkeit sowie auch durch den sehr unebenen und rauhen Bruch zu unterscheiden. Als weitere Begleitmineralien treten noch auf Muscovit, ein blaßgelbgrüner Glimmer, Rauchquarz, Orthoklas, Albit, Labradorit, Amazonenstein, Beryll, Flußspat, Columbit [nach G. A. König (a. a. O.) auch Mangantantalit], Spessartin, Helvin, Orthit, Apatit (selten), Turmalin (selten). W. F. Fontaine (a. a. O.) nennt unter den Mineralien des Gebietes als Seltenheiten auch Bleiglanz und Antimonglanz, es ist jedoch aus seinen Mitteilungen nicht ersichtlich, ob sich diese auf die Monazitlagerstätte beziehen; nach ihm gehört Monazit scheinbar nicht zu den zuletzt ausgeschiedenen Mineralien dieses Vorkommens. Analysen Nr. LXXVI.-LXXVIII.

In dem Steinbruch gerade unterhalb Morgans Station, auf der Südwestseite von Chester Creek, etwa 5 (engl.) Meilen von der Stadt Chester, Pennsylvanien, entfernt, von J. G. Dally entdeckt; von Magnetit, Hämatit, grünem Glimmer, Quarz, fleischrotem Feldspat begleitet. Die ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll großen Kristalle saßen im Feldspat, ließen die Flächen a, w und v erkennen und wurden durch qualitative chemische Prüfung als Monazit identifiziert (S. H. Hamilton, Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1899, 377). Nach E. T. Wherry (Amer. Min. 4, 123, 1919. Auszug: Min. Abstr. 1, 171, 1921) erweisen sich braune, mehr oder weniger durchsichtige, 1—3 mm lange, in alten Sammlungen als Sphen bezeichnete Kristalle von Boothwyn, Pennsylvanien, als Monazit mit a, m, x, w, e, b, v.

Nach A. D. Condit (Journ. of Geol. 20, 152, 1912. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1915, 1, 48) findet sich Monazit vereinzelt in den paläozoischen Sandsteinen, Residualsanden und den glazialen Sanden von Ohio.

Zahlreiche kleine, bis zu $18 \times 13.5 \times 6.5 \,\mathrm{mm}$ große, im Habitus denen von Watertown gleichende Kristalle und parallele Verwachsungen von der Xenotim-Lagerstätte in New York City bei der 171. Straße und der Fort Washington-Avenue (S. 271), von W. Niven entdeckt (vgl. W. E. Hidden, Am. Journ. of Sc. [3] 36, 380, 1888; W. Niven, ebenda 50, 75, 1895. E. O. Hovey (Bull. Am. Mus. Nat.-Hist. 7, 341, 1895). Größter Kristall sehr vollkommen ausgebildet, nelkenbraun, durchscheinend, in Feldspat und Quarz eingebettet, säulenförmig, von a (im Original irrtümlich als $\{110\}$ bezeichnet), n und r (sämtlich vorherrschend), m (schmal), w (schmal und unterbrochen) begrenzt; alle Flächen sind mehr oder weniger mit Vertiefungen versehen, als ob sie geätzt wären (E. O. Hovey, a. a. O.). Nach G. Seligmann (bei H. L. Bowman, Ztschr. f. Kryst. 33, 122, 1900) geben die Händler als Fundort für dieses Vorkommen bald "Washington Heights", bald "Harlem

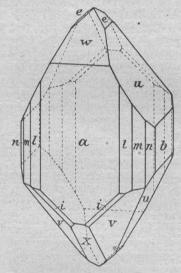


Fig. 51. Monazit, New York City, nach H. L. Bowman, 1900. Lin. Vergr. etwa 1.46 der Originalfigur.

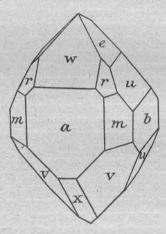


Fig. 52. Monazit ("Eremit"), Watertown, nach J. D. Dana, 1838. Lin. Vergr. etwa 1·10 der Originalfigur.

Speedway", bald "Speedway and 185th Street" an. H. L. Bowman (a. a. O.) untersuchte lose, nach a dicktafelige, von a, b, c (nur als Spaltfläche), u, e, v, i, l, m, n, x, w, r begrenzte, dunkelbraune, meist infolge von Sprüngen und Einschlüssen in der sonst klaren Substanz ziemlich undurchsiehtige, nach e sehr vollkommen spaltbare Kristalle (Fig. 51) mit einem Durchmesser von 4 mm. Manchmal sind die Kristalle nach der Vertikalachse bis zu 6 mm Länge gestreckt und dann an beiden Enden von w, v, u, e begrenzt, ihr Aussehen ist infolge von Sprüngen zuweilen aventurinartig. — Die Fundortsangabe "Yorktown in New York" findet sich bei H. J. Brooke and W. H. Miller, Elementary Introd. to Min., London 1852, 494. — Ein granitisches Geschiebe aus Central New York lieferte nach Zerkleinerung und Behandlung mit einem Goldwäschersieb schließlich einen Rückstand von Zirkon mit gelben Körnern, die wie Monazit aussahen, aber nicht weiter untersucht werden konnten. Ebenso ergab ein Handstück des Granits von Westerly, Rhode Island, auf dem-

selben Wege einen sehr reichlichen gelben Rückstand, der wie brasilianischer Monazit aussah und bei Untersuchung mit einem Spektroskop-Okular Absorptionsstreifen von Didym aufwies (O. A. Derby, Am. Journ. of Sc. 41, 308, 1891. H. B. C. Nitze (U. S. A. Geol. Surv., IV, Min. Res. 1894 [Washington 1895], 666) erwähnt außer diesem Vorkommen noch das von Narraganset Pier, Rhode Island.——R. Gray (Chemik.-Ztg. 19, 705, 1895) nennt Yorktown, Winchester Co., New Jersey, als Fundort von Monazit. Nach H. B. C. Nitze (17. Ann. Rep. U. S. A. Geol. Surv., IV, Min. Res. 1894 [Washington 1895], 666) begleitet Sillimanit dort den Monazit.

Eingewachsen in ein etwa 1.20 m im Durchmesser haltendes Geschiebe von Albitgranit mit schwarzem Turmalin und Zirkon aus dem nordöstlichen Teile von Watertown Co., Connecticut. Lagerstätten dieser Abart von Albitgranit sind weit verbreitet im nördlichen Teil von Waterbury, in Watertown, Plymouth und ganz allgemein in dem Glimmerschiefer-Streifen, der die Grenze der Sekundärformation (C. U. Shepard, a. a. O. 1837) in nordöstlicher Richtung bis zur Grenze von Massachusetts begleitet. Th. R. Dutton entdeckte dieses Vorkommen im Jahre 1836, C. U. Shepard (Am. Journ. of Sc. 32, 341, 1837) beschrieb das von ihm als neu angesehene Mineral und nannte es "Eremit", während J. D. Dana (Am. Journ. of Sc. 33, 70, 1838) es eingehend kristallographisch untersuchte (Fig. 52). Nach C. U. Shepard scheint dieser Monazit in Quarz eingebettet zu sein und ist von Apatit begleitet. Kristalle klein, 1/6 bis 1/0, nur ausnahmsweise bis 1/5 Zoll lang; erstere nur selten mit glänzenden Flächen, die größeren Kristalle dagegen mit glatter, stark glänzender Oberfläche. J. D. Dana (a. a. O.) erhielt a:b:c=0.9471:1:1.0265; $\gamma = 76^{\circ} \, 14'$; vgl. auch G. Rose, Pogg. Ann. 46, 645, 1839. Farbe zwischen nelkenund gelblichbraun, Strich ähnlich gefärbt, halbdurchsichtig. Wird vor dem Lötrohr sofort durchsichtig und farblos und schmilzt, selbst in sehr dünnen Splittern nicht. Irrtumlich sind wohl die Angaben von C.U. Shepard, daß das Mineral Fluor und Titan enthält und die Dichte 3.714 hat. - Zerstreut eingewachsen als Kristalle von selten mehr als ½ Zoll Länge und ½ Zoll Breite in den kleine Lager bildenden Sillimanit (Buchholzit) des Gneises von den Fällen des Yantie, Norwich, Connecticut, gemeinsam mit gleichfalls zerstreut im Buchholzit auftretendem roten Feldspat, schwarzem Glimmer und seltenen kleinen Kristallen von blauem Korund; von C. U. Shepard (Am. Journ. of Sc. 32, 162, 1837) entdeckt und "Edwardsit" genannt. Nach A. Damour und A. Des Cloizeaux (Ann. chim. phys. [3] 51, 446, 1857) ist dieser Monazit mit Quarz und Zirkon (bereits von C. U. Shepard, Am. Journ. of Sc. 39, 249, 1840, als Begleitmineral genannt) vergesellschaftet und sitzt in einem aus Quarz, Feldspat, Talk, braunem und hellem Glimmer zusammengesetzten Gestein. Kristalle zirkonähnlich, hyazinthrot, rotbraun, durchsichtig bis durchscheinend, Strich weiß. Wird vor dem Lötrohr farblos und schmilzt, wenn auch mit großer Schwierigkeit, an den Kanten zu einem durchsichtigen Glase; färbt nach C. U. Shepard die Boraxperle gelblich-Anfänglich ermittelte C. U. Shepard (a. a. O. 1837) in dem Mineral kein Thor, wohl aber Zirkon, später erkannte er, daß die Anwesenheit von Zirkon in diesem Monazit durch eine Verunreinigung mit dem Mineral Zirkon bedingt gewesen war; dagegen fand er jetzt Thor (C. U. Shepard, a. a. O. 1840). Dichte 5.0, nach C. U. Shepard (a. a. O. 1840), früher (a. a. O. 1837) hatte derselbe Autor als Dichte 4.2-4.6 erhalten. Nach (001) vollkommen, nach (100) weniger vollkommen,

¹ Nach H. L. Bowman (Ztschr. f. Kryst. 33, 124, 1900) bezieht sich laut einer Angabe bei J. D. Dana, Syst. of Min. [4] 403, 1854) die von J. D. Dana (Am. Journ. of Sc. 33, 71, 1838) gegebene Fig. 3 nicht auf Monazit, sondern auf Zirkon. Sie muß also förtfallen und damit auch die Form p {211} bei V. Goldschmidt, Index 2, 401, 1890.

am wenigsten nach (010) spaltbar; (110) $(1\overline{10}) = 86^{\circ} 50'$, (001) (100) = $76^{\circ} 14'$, (001) (110) $=80^{\circ}3'$, $(001)(101) = 36^{\circ}54'$, $(001)(\overline{1}01) = 49^{\circ}54'$ (A. Des Cloizeaux, Nouv. Rech. 1867, 660); optische Konstanten vgl. S. 298. H. FISCHER (Ztschr. f. Kryst. 4, 373, 1880) fand in einem Dünnschliffe des Minerals in einer lichtgelben, durchsichtigen Grundmasse ein Gewirr langer, feiner, mit der Grundmasse ungefähr gleichfarbiger Nadeln von kristallographisch nicht bestimmbarem Umriß; nach ihm wäre zu prüfen, ob die Nadeln aus Kryptolith bestehen. Rotbraune, in Glimmertafeln eingewachsene Kristalle von Norwich wurden 1905 in Wien ausgestellt (Min.-petr. Mitt. 24, 135, 1905). — Einen einzelnen Monazitkristall entdeckte C. U. Shepard (Am. Journ. of Sc. 39, 254, 1840) auf der Sillimanit-Lagerstätte in der Stadt Chester, am Flusse Connecticut. - Im Dünnschliff eines nach (100) tafelförmigen Monazits von Chester, der aus einem stark gequetschten Gestein mit viel Sillimanit und Serizit, einer Art Augengneis, stammte, fand O. Mann (Diss. Leipzig 1904, S. 4) neben Biotit, Quarz und etwas Eisenglanz, zahlreiche Nädelchen von Sillimanit, jedoch keinen Thorit; der Thoriumgehalt des Minerals konnte aus Substanzmangel auf chemischem Wege nicht geprüft werden. - In Peltons Steinbruch, Portland, Connecticut, von E. F. Sheldon gesammelt, ursprünglich für veränderten Mikrolith gehalten. Zimtbraun, harzglänzend, Dichte 5.20-5.25, vollkommen spaltbar; auf Klüften des etwas rissigen Materials zeigen sich die Spuren von Zersetzung; Analyse LXXX wurde jedoch an frischer und scheinbar homogener Substanz vorgenommen (S. L. Penfield, Am. Journ. of Sc. [3] 24, 250, 1882; Ztschr. f. Kryst. 7, 366, 1883). — Bis über 2 cm große, von a_r , m, x (einige auch von v, e, u) begrenzte, schwach glänzende, matt bräunlichrote Kristalle in HALES Steinbruch, Middlesex Co., Connecticut (W. N. Rice, Am. Journ. of Sc. [3] 29, 263, 1885). -Durch Vorherrschen von a und v keilförmige, außerdem von b, n, u^1 , wahrscheinlich auch z begrenzte, von Titanit, Menaccanit, Molybdänit, Biotit, Albit usw. begleitete Kristalle aus den Pegmatitgängen in der Gegend des Kontaktes zwischen Granit und Gneis an der Eisenbahnlinie New Haven - New London, South Lyme, Connecticut (W. D. MATHEW, School of Mine Quarterly 16, 332, 1895. Auszüge: Ztschr. f. Kryst. 28, 334, 1895; N. Jahrb. f. Min. 2, 37, 1896).

H.B. C. Nitze (17. Ann. Rep. U.S. A. Geol. Surv., IV., Min. Res., 1894 [Washington 1895], 666) nennt als Fundorte von Monazit Westford, Massachusetts (im Gneis mit Xenotim), Wakefield, New Hampshire (mit Rutil und Zinnerz (?), im

Gneis), und East Blue Hill, Maine (im Gneis).

C. C. O'HARRA (Bull. Nr. 6, S.-Dakota School of Mines. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 38, 695, 1904) erwähnt Monazit unter den in den Zinnerzablagerungen der Black Hills, Dakota, vorkommenden Mineralien.

Nach K. L. Kithil (Chem. News 114, 266, 1916; s. auch Anm. 1, S. 357) findet sich Monazit einige 20 (engl.) Meilen südlich von Denver in dem Newlands Gulch Distrikt, Colorado; er soll auch in Platte Canyon vorkommen.

Im Zwischengebirgstal İdaho-Basin, 30 (engl.) Meilen nord-nordöstlich von Boise-City, Idaho, das in dem Granitgebiet im südlichen Teile dieses Staates liegt und dessen pleistozänen und neozänen goldführenden Kiesen, die wie die spärlich vorhandenen neokomen Seebildungen sämtlich aus Granit und seinen Ganggesteinen entstanden sind. In allen Teilen des Idaho-Basins fand sich gelber oder bräunlicher, also auch aus Granit stammender Monazit. Das Mineral aus den Seebildungen bei Idaho City war von scharf begrenztem Ilmenit und Zirkon, jedoch nicht von Magnetit, begleitet, er bildete gelbe oder grünliche, selten Kristallflächen aufweisende Körner. W. F. Hillebrand fand in ihnen 48 ⁰/₀ Oxyde der Cermetalle, 1·20 ⁰/₀ Th♠₂. Dunkelgelblichbraune, wachsglänzende, zuweilen von Kristallflächen

¹ Im N. Jahrb. f. Min., a. a. O., steht statt {021} die Form {201}.

begrenzte, von weißem Quarz, Ilmenit, gerundetem roten Granat, scharfkantigem Zirkon begleitete Körner aus den alluvialen Goldwäschereien im Wolfbach bei Placerville enthielten nach W. F. HILLEBRAND P.O., Oxyde der Cermetalle und ThO2, sind also wahrscheinlich Monazit (W. Lindgren, Am. Journ. of Sc. [4] 4, 63, 1897; 18. Ann. Rep. U. S. A. Geol. Surv. Part. III., 673. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 31, 295, 1899). H. W. TURNER (Am. Journ. of Sc. [4] 13, 343, 1902) beschreibt Monazit von einem Fundort, der 25 (engl.) Meilen nord-nordöstlich von Boise City entfernt ist. G. TSCHERNIK (Verh. Min. Ges. St. Petersburg 42, 9, 1904; N. Jahrb. f. Min. 1907, 2, 375; Ztschr. f. Kryst. 43, 68, 1907) untersuchte drei Arten (a bis c) von Monazitkristallen aus einem verwitterten, aus Orthoklas, Quarz, Biotit und Zirkon bestehenden Gestein mit der Bezeichnung "Zirkon, Idaho", auf dem außerdem noch Xenotim (S. 268) vorhanden war. a) Vollkommen durchsichtige, weingelbe, 1-2 mm große, diamantglänzende, stark lichtbrechende Kristalle mit unebenem Bruch, Härte 53. Vor dem Lötrohr unschmelzhar, wird beim Glühen undurchsichtig und milchweiß mit ziegelrotem Strich, wobei die Dichte sinkt. Boraxperle heiß farblos mit sehr schwachem, rosagelblichem Strich, kalt farblos. Zersetzbar durch heiße konzentrierte Schwefelsäure, nur sehr langsam durch konzentrierte Salzsäure, ferner durch Schmelzen mit Kaliumbisulfat, Alkalicarbonaten und Ätzkali (Analyse LXXXI.). b) und c) Vollkommen durchsichtige, stark glasglänzende (b) und schwach durchsichtige, mehr oder minder durchscheinende, matt bis schwach fettglänzende, (c) rotbraune, 1-4 mm, große Kristalle mit unebenem Bruch. Härte 5-6, von a) nach c) fallend, ebenso die Dichte. Strich von b) und c) weiß mit Stich ins Ziegelrote, bei c) stärker als bei b). Lötrohrverhalten wie bei a). Boraxperle heiß deutlich blaßgelb; b) und c) werden durch Salzsäure schwieriger zersetzt als a). Analyse LXXXII.—LXXXIII. Unter den abbauwürdigen Monazitlagerstätten von Idaho sind die von Centnerville und Idaho City am wichtigsten (J. H. PRATT, vgl. S. 357, und auch Sterret, U.S.A. Geol. Surv., Min. Res. 1909, 898; Schrader, U. S. A. Geol. Surv., Bull. 430).

q) Canada. Auf der Villeneuve-Glimmergrube, Ottawa Co., Quebec, von G. Ch. Hoffmann (Ann. Rep. Geol. Surv. Canada, 2, 1886; Chem. Contr. 13 T, 1887; Am. Journ. of Sc. [3] 34, 73, 1887) als derbe, runde, mit Knoten versehene, 12½ (engl.) Pfund schwere, harzglänzende, rötlichbraune Masse entdeckt, der Muscovit und Feldspat anhafteten; Dichte 5·138 bei 15·5° C. Am Fundort, dem 13. Grundstück im 1. Bezirk von Villeneuve, wird ein grauer, granatführender Gneis von dem Monazit aufweisenden, aus Quarz, Orthoklas oder Mikroklin und Albit bestehenden, gelegentlich auch Turmalin und Granat enthaltenden Pegmatit durchsetzt (G. Ch. Hoffmann, Ann. Rep. Geol. Surv. Canada, a. a. O. 12T), in dem auch Uraninit gefunden wurde (G. Ch. Hoffmann, a. a. O. 12 T. B. J. Harrington, Canadian Rec. of Sc. Okt. 1890. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 22, 309, 1894). Der Monazit enthält 26.95 % P₂O₅, 64.45 % Oxyde der Cermetalle, 5.85 % SiO₂, 0.91 % H₂O (direkt bestimmt); der Glühverlust betrug 1.39% (G. Ch. Hoffmann, Am. Journ. of Sc., a. a. O.). F. A. Genth (ebenda [3] 38, 203, 1889) analysierte (Analyse LXXXIV.) eine rötlichbraune, undeutlich spaltbare, mehr oder weniger wachsglänzende Probe des Vorkommens. Nach W. F. Ferrier (Ottawa Naturalist 9, 193, 1896. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 31, 293, 1899) wurde auf dieser Lagerstätte ein 8 × 12 mm großer, nach (100) tafelförmiger, nelkenbrauner, pechglänzender, von a, w, b, y, l, e begrenzter Kristall gefunden. R. L. Broadbent entdeckte auf dem 31. und den benachbarten Grundstücken des 1. Bezirks von Villeneuve mehrere gut ausgebildete Kristalle von Monazit, deren größter (16 × 13 × 6 mm) nelkenbraun gefärbt, gedrungen ausgebildet und ungefähr nach (001) verzwillingt war; er zeigte deutliche Spaltbarkeit nach (001) und halbmuscheligen Bruch (G. Ch. Hoffmann, Ann. Rep. Geol. Surv. Canada [N. S.] 12, Part R, 24. Jahrgang 1899 [Ottawa 1902]).

r) Grönland. Ein dunkelbrauner, etwa 4 mm großer, ziemlich regelmäßig ausgebildeter Monazit (Fig. 53) wurde neben einem nicht näher bestimmbaren, tetra-

gonalen Kristall in Quarz aus Pegmatit von Kekertak, Upernivik-Distrikt gefunden. Der Kristall ist überall von Zwillingslamellen nach (001) durchzogen, die Lamellen sind dünn, jedoch mit bloßem Auge erkennbar, und geben bei der Untersuchung mit einem Reflexionsgoniometer gute Reflexe. Beobachtet wurden a, b, m, w, x, e, v, c; e ist vielleicht beim Abtrennen des Monazits von der Unterlage entstanden (O. B. Bügelld, Min. Grönl., Medd. om Grönl. 32, 202, 1905).

Analysen.

Theor .:

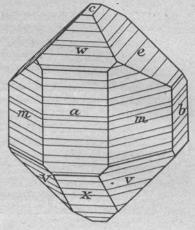


Fig. 53. Monazit, Grönland, mit Zwillingslamellen nach {001}, O. B. Böggild, 1905. Lin. Vergr. etwa 1.06 der Originalfigur.

b) Pisek, Böhmen. I. K. Preis, Sitz. Ber. Böhm. Ges. d. Wiss. 1897, Nr. 19, 5. h) Arendal, Norwegen. II.—IV. II. F. Wöhler, Pogg. Ann. d. Phys. 67, 424, 1846. "Kryptolith". III. C. F. Rammelsberg, Ztschr. Deutsch. Geol. Ges. 29, 79, 1877. IV. C. W. Blomstrand, Geol. För. Förh. 9, 160, 1887.

Narestö bei Arendal. V. C. W. BLOMSTRAND, a. a. O.

Moss, Norwegen. VI.—VII. VI. Hellbraun, glänzend. C. W. Blomstrand, a. a. O. VII. Rotgelb, wenig glänzend. C. W. Blomstrand, a. a. O. Dillingö bei Moss. VIII.—IX. VIII. ("Nr. 1"). Hellbraun. C. W. Blomstrand, a. a. O. IX. ("Nr. 2"). Hellgelbbraun, etwas verwittert. C. W. Blomstrand, a. a. O.

Lönneby bei Moss. X.—XI. X. Hellbraungelb, gewöhnlich. C. W. Blomstrand, a. a. O. XI. Aschgrau, selten. C. W. Blomstrand, a. a. O.

Hvalö, Kristianiafjord. XII.—XIII. XII. Gelbbraun, ins Rote neigend. C. W. Blomstrand, a. a. O. XIII. Violettbraun. C. W. Blomstrand, a. a. O. Lilla Holma, Kirchspiel Luhr, Schweden. XIV. C. W. Blomstrand (Geol. För. Förh. 11. 379, 1889).

Kårarfvet, Schweden. XV.—XVI. XV. J. RADOMINSKY, C. R. 78, 764, 1874 (unrein; "Kårarfveit"). XVI. C. W. BLOMSTRAND, a. 8. O. 1889.

Aus dem Kobalterz von Johannisberg, Schweden. XVII. H. Watts, Quart. Journ. Chem. Soc. London 2, 131, 1850. "Phosphocerit".

- i) Aus dem Kirchspiel Impilaks, Finnland. XVIII.—XIX. A. ZILLIACUS bei W. RAMSAY und A. ZILLIACUS, Öfv. Finska Vet. Soc. Förh. 39, 1897 (1898?). Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1900, 1, 17; Ztschr. f. Kryst. 31, 317, 1899. XVIII. Frisch. XIX. Unrein.
- k) Ilmengebirge. XX.—XXVII. XX. C. Kersten, Pogg. Ann. 47, 389, 1839. XXI. R. Hermann, Journ. prakt. Chem. 33, 90, 1844. XXII. R. Hermann, ebenda, 40, 21, 1847. "Monazitoid". XXIII. R. Hermann, a. a. O. 1847. Gemenge von Monazit und Monazitoid. XIV. R. Hermann, ebenda 93, 109, 1864. XXV.—XXVII. C. W. Blomstrand (Lunds Univ. Års-Skr. 25, IV.,

Nr. VI, 1889; Journ. prakt. Chem. [N. F.] 41, 266, 1890) (vgl. S. 340). XXV. Probe 1. XXVI. Probe 2. XXVII. Probe 3.

Aus Stichproben von Probeschürfen im Gebiet von Batum. XXVIII. G.Tschernik, Verh. min. Ges. St. Petersburg 41, 115, 1903. Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1905, 1, 385; Ztschr. f. Kryst. 41, 184, 1906.

- Aus Schlick von Goldseifen, 25 Werst südlich von Nertschinsk, Transbaikalien. XXIX. J. Bjeloussow bei C. D. Kusnezow (Bull. Acad. d. Sc. St. Petersburg [6] 6, 361, 1912).
- Asien. Indien. XXX.—XXXVI. S. J. Johnstone, Journ. Soc. chem. 33, 31. Januar 1914; wiedergegeben nach C. Doelter, Handb. Min.-Chem. III, 552, 1918. XXX., XXXI. Travancore. XXXII. Aninkanda, Morawak Korle. XXXIII. Muladiwanella Durayakanda, Gilimale. XXXIV. Monazitsand von Niriella ganga. XXXV., XXXVI. Ratnapura.

Dendang, Billiton. XXXVII., XXXVIII. C. Winkler bei R. D. M. Verbeek, Jarboek van het Mijnwezen in Ned. Oost.-Indie 26, 176, 1897, techn. u. admin. en wetensch. Ged.

- Malaien-Staaten. XXXIX.—XLII. S. J. Johnstone, a. a. O. XXXIX. Pahang. XL. Puchong Babi, Kenringfluß (Perak). XLI. Kulim (Kodah). XLII. Kelantan.
- m) Australien. Vegetable Creek, N. S.-Wales. XLIII. W. A. Dixon bei A. Liversidge, Min. N. S.-Wales [2] S. 58 = S. [120], 1882. Richmond-Fluß, N. S.-Wales. XLIV., XLV. J. C. H. Mingaye, Rep. geol. Surv. N. S.-Wales 7, 222, 1903. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1, 411, 1907. Blatherarm Creek, N. S.-Wales. XLVI. C. Anderson, Rec. Austral. Mus. 5, 258, 1904. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 42, 391, 1907.
- n) Afrika. Aus Sand von Namalundo bei Chiromo, Nyassaland. XLVIII. S. L. Johnstone, a. a. O. Nord-Nigeria. XLVIII.—LIII. S. L. Johnstone, a. a. O. XLVIII. Ekole. XLIX. Kadera, Zentralprovinz. L. Jarawafluß, Naraguta. LI. Ibobotostrom, Nsan Oban. LII. Zwischen Ibobotostrom und Ebarafluß. LIII. Ebarafluß.
 - Transvaal. LIV., LV. L. Andersen-Aars, Diss. Freiburg i. Br. 1905, S. 19. Madagaskar. LVI.—LVIII. LVI. Gegend von Miandrarivo, F. Pisant bei A. Lacroix, Bull. Soc. min. de Fr. 35, 180, 1912; C. R. 154, 1045, 1912; Min. de France 5, 48, Paris 1913. LVII. Gegend von Ambatofotsikely, L. Wunder bei L. Duparc, R. Sabot und L. Wunder, Bull. Soc. min. de Fr. 36, 5, 1913; und bei R. Ch. Sabot, Diss. Genf 1914. Auszug: N. Jahrb. f. Min. 1920, 138. LVII a. Zwischen Ambatofangehana und Ambositra. A. Lacroix, Bull. Soc. min. de Fr. 38, 265, 1915. LVIII. Angereicherter Monazitsand, Madagaskar. G. Chesneau, C. R. 153, 429, 1911.
- O) Südamerika. Brasilien. Caravellas, Bahia. LlX. H. Gorceix, Ann. Esc. de Minas Quro Preto 4, 29, 1885; C. R. 100, 356, 1885; Bull. Soc. mim de Fr. 8, 32, 1885. Rio Paraguassu, Bahia. LX. J. Reitinger, Diss. Techn. Hochschule München 1902; auch bei E. Hussak und J. Reitinger, Ztschr. f. Kryst. 37, 559, 1903. LXI. Bom Jesus das Meiras, Bahia. P. Uhlig, C.-Bl. f. Min. 1915, 41. Alobaca, Bahia. LXII. S. J. Johnstone, a. a. O. Bandeirinha, Minas Geraes. LXIII. J. Reitinger, a. a. O. Schlucht des Varas (Nebenfluß des Rio Pardo Pequeno), Gegend der Diamantgrube São João da Chapada, Minas Geraes. LXIV. H. Gorceix,

¹ Bei den Analysen dieses Autors bedeutet Y₂O₃ "Yttererden".

Ann. Esc. de Min. Ouro Preto 4, 29, 1885. Rio Casca (Nebenfluß des Rio Doce), Minas Geraes. LXV. H. Gorceix (s. o.).

- Espirito Santo (vgl. S. 356). LXVI. F. Freise, Ztschr. prakt. Geol. 18, 143, 1910. Espirito Santo. LXVII. S. L. Johnstone, a. a. O.
- Rio Chico, Prov. Antioquia, Columbien. LXVIII. A. Damour u. A. Des Cloizeaux, Ann. chim. phys. [3] 51, 445, 1857.
- p) Nordamerika. Nordcarolina. LXIX.—LXXV. LXIX. Monazitsand, Nordcarolina. O. Boudouard, Bull. Soc. chim. [3] 19, 10, 1898. LXX. Heliumhaltiger Monazit, Nordcarolina. A. Thorpe, Chem. News 72, 32, 1895. LXXI. Monazitsand, angeblich Nordcarolina. G. P. Tschernik, Bull. Acad. Sc. St. Petersburg [6] 2, 242, 1908. LXXII. Alexander Co. S. L. Penfield und E. S. Sperry, Am. Journ. Sc. [3] 36, 322, 1888. LXXIII. Burke Co. S. L. Penfield, Am. Journ. of Sc. [3] 24, 250, 1882; Ztschr. f. Kryst. 7, 364, 1883. LXXIV. Feiner, honiggelber Monazitsand, Bellewood. C. Glaser, Chemik.-Ztg. 20, 612, 1896. LXXV. Shelby. Gröblicher, honiggelber Monazitsand. C. Glaser, a. a. O.
 - Amelia Co., Virginia. LXXVI.—LXXVII. LXXVI. F. P. DUNNINGTON, Am. Chem. Journ. 4, 140, 1882/83. LXXVII. G. A. KÖNIG, Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1882, 15. LXXVIII. S. L. PENFIELD, Am. Journ. of Sc. [3] 24, 250, 1882; Ztschr. f. Kryst. 7, 364, 1883.
 - Connecticut. LXXIX.—LXXX. LXXIX. Norwich. C. U. SHEPARD, Am. Journ. of Sc. 32, 166, 1837; Pogg. And. 43, 148, 1838. "Edwardsit". LXXX. Peltons Steinbruch, Portland. S. L. Penfield, Am. Journ. of Sc. [3] 24, 250, 1882; Ztschr. f. Kryst. 7, 364, 1883.
 - Idaho (vgl. S. 363). LXXXI.—LXXXIII. G. TSCHERNIK, Verh. min. Ges. St. Petersburg, 42, 9, 1904. Auszüge: N. Jahrb. f. Min. 1907, 2, 375; Ztschr. f. Kryst. 43, 68, 1907. LXXXI. Vollkommen durchsichtig, weingelb (a). LXXXII. Vollkommen durchsichtig, rotbraun (b). LXXXIII. Durchscheinend, rotbraun (e).
- q) Villeneuve, Ottawa Co., Quebec, Canada. LXXXIV. F. A. GENTH, Am. Journ. of Sc. [3] 38, 203, 1889.

[Monazitsand, Fundort unbekannt. (LXXXV.) C. GLASER, a. a. O.]

¹ Eine Analyse von Monazitsand, Nordearolina, veröffentlichten Douilhet, Séquard und Chenel (Ztschr. f. angew. Chem. 1900, 720): $3\cdot85$ SiO₂, $21\cdot40$ P₂O₅, $0\cdot15$ SnO₂, $1\cdot32$ Al₂O₃, $0\cdot83$ CaO, $0\cdot11$ MgO, $4\cdot75$ Fe₂O₃, Spur U₃O₄, Spur MnO, $7\cdot80$ TaO₂, $4\cdot46$ TiO₂, $0\cdot98$ ZrO₂, $1\cdot20$ Yt₂O₃, $48\cdot25$ (Ce, La, Di usw. M)₂O₃, $4\cdot62$ ThO₂, $1\cdot54$ unangegriffen; Summe $101\cdot26$. Ferner werden a. a. O. noch vier weitere Analysen von "Monazitsanden" mitgeteilt, von denen jedoch bei dreien kein P₂O₅ gefunden wurde, so daß es sich bei ihnen nicht um Monazitsand (im mineralogischen Sinne) handeln kann. Die noch übrig bleibende Analyse (Monazitsand, Fundortsangabe fehlt) lautet: $0\cdot15$ Glühverlust, $0\cdot70$ SiO₂, $25\cdot93$ P₂O₅, Spur Al₂O₃, $0\cdot77$ CaO, $0\cdot08$ MgO, $0\cdot46$ Fe₂O₃, $0\cdot30$ TiO₂, $0\cdot58$ Yt₂O₃, $62\cdot34$ (Ce, La, Di usw. M)₂O₃, $6\cdot52$ ThO₂, $0\cdot48$ unangegriffen; Summe $98\cdot31$.

	Nr.*	Dichte	Ce ₂ O ₃	La ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	Pr_2O_3	P ₂ O ₅	ThO ₂	SiO ₂
b)	I.		31.05		26.64		27.57	5.85	1.46
h)	II.	etwa 4.6	73 - 701	-	_	_	27.37		
	III.	5 · 174	27 - 73		39.24		28.78	·	1.60
	IV.	5.15	29 · 20		26 · 26		27.55	9.57	1.86
	v.	5.117	30.58		29.21		28.94	7.14	1.32
	VI.	4.89	32.52		29.41		28 · 62	4.54	1.51
	VII.	4.64	31.23		24.51		26.37	9.20	2.10
	VIII.	5 · 19	36.63		26.78		29 - 41	3.81	0.93
	lX.	5 · 18	25.82		30.62		27.07	9.60	1.85
	X.		28.06		29.60		28 - 27	9.34	1.65
	XI.	4.77	30.98		25.88		27.99	9.03	1.58
	XII.		27.73		21.96		23.85	9.05	5 · 95
	XIII.	5.08	30.46		24.37		27.28	11.57	2.02
	XIV.	$5 \cdot 125$	29.62		26 · 43		26.59	10.39	2 · 16
	XV.	4.93		67	•40		27.38	_	-
	XVI.		37.92		20.76		25.56	8.31	2.48
	XVII.	4.78	-	67	-38		29.66		_
i)	XVIII.	5.163	31.63		29.68		26 · 814	5.65	1.22
	XIX.	4.88		53	· 31 ⁵		21.50	9.50^{5}	3.62
k)	XX.	4-11-11	26.00		23.40		28.50	17.95	-
	XXI.		40.127		27.41		28.05	-	-
	XXII.	5.281	49.358		21.30		17.94		-
	XXIII.			73	•55		22.70		-
	XXIV.	5 · 412		35	·85 ¹⁰		28 · 15	32.42	-
	XXV.11	5.01	31.31		31.86		27.32	$5 \cdot 55$	1.37
	XXVI.	5.266	34.90		17.60		25.09	17.82	2.90
	XXVII.	4.87	22 · 88	**	14.69		19.13	16.64	9.67
	XXVIII.	5 · 185	36 · 17	11.97	9	32	29.3913	1.01	1.02
	XXIX.		27.10	30.80	2	00	27.50	8.20	1.65
1)	XXX.		31.90		28.00		26.82	10.22	0.90
	XXXI.			61	·11		26.50	8.65	1.00
	XXXII.	5.20	27.51		29.59		26.12	9.75	1.78
	XXXIII.	5 · 25	27.15		29.59		26.12	9.49	1.67
	XXXIV.		26.71		30.06		24.61	10.75	2.47
	XXXV.	5 • 23	27.37	S. Wall	30.13		27.67	10.29	1.03

^{*} Anmerkungen siehe am Schluß der Tabelle.

H_2O	Summe	einschließlich
0.42	100.70	$4\cdot02$ Y_2O_3 , $1\cdot32$ Fe_2O_3 , $0\cdot41$ CaO, $1\cdot96$ unlöslich
_	102.581	1.51 FeO
-	99.55	0.90 CaO, 1.30 Fe ₂ O ₃
0.52	100.60	$3.82 \text{ Y}_2\text{O}_3$, $1.13 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $0.69 \text{ Al}_2\text{O}_3$
0.09	100 · 18	0.78 Y ₂ O ₃ , 0.18 Al ₂ O ₃ , 0.42 Fe ₂ O ₃ , 1.19 CaO, 0.33 PbO
0.27	100.55	0.22 SnO_2 , $2.04 \text{ Y}_2\text{O}_3$, $0.36 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $0.22 \text{ Al}_2\text{O}_3$, 0.84 CaO
1.53	100.32	0.21 SnO ₂ , 1.83 Y ₂ O ₃ , 1.97 Fe ₂ O ₃ , 0.28 MnO, 0.93 CaO, 0.16 MgC
0.18	100.43	0.09 SnO_2 , $1.81 \text{ Y}_2\text{O}_3$, $0.33 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $0.12 \text{ Al}_2\text{O}_3$, 0.34 CaO_3
0.35	100.28	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
0.21	$100 \cdot 30^2$	$1.82 \text{ Y}_2\text{O}_3$, $0.66 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $0.16 \text{ Al}_2\text{O}_3$, 0.53 CaO
0.20	100.22	$2.76 \text{ Y}_2\text{O}_3, 1.25 \text{ Fe}_2\text{O}_3, 0.55 \text{ CaO}$
1.61	100.13	$0.66 \text{ ZrO}_2, 2.86 \text{ Y}_2\text{O}_3, 4.63 \text{ Fe}_2\text{O}_3, 1.83 \text{ CaO}$
0.38	100.39	0.08 SnO ₂ , 1.58 Y ₂ O ₃ , 1.10 FeO, 0.24 MnO, 1.05 CaO, 0.26 PbO
0.52	100.19	2.54 Y ₂ O ₃ , 0.75 FeO, 0.88 CaO, 0.31 PbO
-	100.69	1.24 CaO, 0.32 Fe ₂ O ₃ , 4.35 F
1.65	100.25	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
-	99.993	$2.95 \text{ Fe}_3O_4!$
	100 · 16	$0.84~\mathrm{SnO_2},~2.86~\mathrm{Y_2O_3},~0.68~\mathrm{Fe_2O_3},~0.39~\mathrm{Ca}$ 0, $0.40~\mathrm{Gl\"{u}hverlust}$
-	_6	3.22^5 Y_2O_3 , 2.76 Glühverlust.
-	101.49	1.68 CaO, 1.86 MnO, Spur TiO ₂ , 2.10 SnO ₂
-	99.59	0.80 MgO, 1.46 CaO, Spur FeO u. MnO, 1.75 SnO ₂
1.36	97.729	1.50 CaO, Spur MgO, Spur FeO, 6.27 Tantalsäure-ähnliche Substanz
	100.00	3.75 Tantalsäure-ähnliche Substanz
1.50	99.47	1.55 CaO, Spur SnO ₂
0.41	100.23	$0.55 \text{ CaO}, 0.13 \text{ Al}_2\text{O}_3, 0.26 \text{ Fe}_2\text{O}_3, 0.52 \text{ Y}_2\text{O}_3, 0.95 \text{ Sn} \bullet_2$
0.56	100.52	$0.36 \text{ CaO}, 0.43 \text{ Fe}_2\text{O}_3, 0.43 \text{ Y}_2\text{O}_3, 0.43 \text{ SnO}_2$
0.71	98.83	0.40 MgO, 1.25 CaO, 4.89 MnO, 3.56 FeO, 2.90 Al ₂ O ₃ , 1.71 Y ₂ O ₃ 0.40 SnO ₂
0.26	99.03	7.69 Y ₂ O ₃ , Spur Fe ₂ O ₃ , 1.84 Al ₂ O ₃ , 0.36 CaO
0.75	100.50	$2.50 \ (Y_2O_3 + Er_2O_3)$
-	12	0.20 CaO, 0.17 Al_2O_3 , 1.50 Fe_2O_3 , 0.46 Y_2O_3 , 0.46 Glühverlust
-	12	0·13 CaO, 0·12 Al $_2$ O $_3$, 1·09 Fe $_2$ O $_3$, 0·62 Y $_2$ O $_3$, 0·45 Glühverlust
	12	$0.61 \text{ Al}_2\text{O}_3$, $1.27 \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $2.54 \text{ Y}_2\text{O}_3$, 0.59 Glühverlust
-	12	0.45 CaO, 0.17 Al ₂ O ₃ , 0.87 Fe ₂ O ₃ , 3.93 Y ₂ O ₃ , 0.48 Glühverlust
-	12	$0.85~{\rm CaO},~0.70~{\rm Al_2O_3},~1.09~{\rm Fe_2^*O_3},~1.46~{\rm Y_2O_3},~0.93~{\rm Gl\"{u}hverlust}$
12-31	12	$0.41 \text{ CaO}, 0.17 \text{ Al}_2\text{O}_3, 0.81 \text{ Fe}_2\text{O}_3, 2.14 \text{ Y}_2\text{O}_3, 0.20 \text{ Glühverlust}$

	Nr.	Dichte	Ce ₂ O ₃	La_2O_3	$\mathrm{Nd_2O_3}$	Pr ₂ O ₃	P ₂ O ₅	ThO ₂	SiO ₂
	XXXVI.	5.47	20.65		21.63	7 11 14	20.20	28.20	6.09
	XXXVII.	4.92 bei 20°	56.79		8.60		29.76	14	0.91
	XXXVIII.	4.94 bei 20°	60.54		6.86		29.37	14	1.44
	XXXIX.	_	25.46		32.72		23.92	8.38	0.92
	XL.		33.74		32.53		26.58	3 • 40	1.45
	XLI.			64	1.05		27.87	3.53	1.08
	XLII.			60	00.00		23.71	9 · 41	2.20
m)	XLIII.	5.001	36 • 64 15	100 PE	30.211	5	25.09	1.2315	3.21
	XLIV.	-(22.42		22.95		18.89	0.46	6.68
		5.224							
	XLV.		22.72		22.78		18.94	0.57	6 · 48
	XLVI.		35.70		30.73		28.20	1.63	0.49
n)	XLVII.		32.52	1	26.91		28.16	7.10	1.66
	XLVIII.		30.72	1111-0	30.02		26.29	5.00	1.20
	XLIX.		36.53		30.00		28.29	3.20	0.63
	L.		30.50	165-01	28.80		28.16	8.00	1.79
	LI.		30.38		29.60		29.70	6.19	0.85
	LII.		34.58		29.83		29.71	2.30	0.73
	LIII.		31.40		29-20		29.92	5.50	0.82
	LIV.		34.58	11.25	16	.00	27.38	3.51	1.52
		4.93							100
	LV.		34.50	11.77	15	•60	27.15	3 · 48	1 · 44
	LVI.	5•11	31.85	1	27.90		27.45	9.15	_
	LVII	5 • 2735	26.95		32.60		25.90	11.23	2.87
	LVII.a)	5 • 25	39.51		27.80		30.18	1.05	_
	LVIII.		22 • 619		25.0		23.5	5.5	8.8
0)	LIX.	_	31.3		39.9		28.7	2	-
	LX.	5.012 bei 24°	32.14	10.6117	15.38	17	25.51	10.05	2.63
	LXI.	5 · 162	26.06	1	39.92		29.34	0.05	
	LXII.			6	1.40		28.46	6.50	0.64
	LXIII.		32.46	19.2117	16.81	17	29.18	1.09	
	LXIV.	5.2 bei 20°	33.9		36.6		30.00	53_98	-4
	LXV.	1 3 2 3 3	36.8		31.5		31.5		1
	LXVI.		31.21	-	-	1-	28.36	9.23	10.14
	LXVII.			6:	2 · 12		28.50	6.06	0.75

НаО	Summe	einschließlich
	12	0·10 CaO, 0·29 Al ₂ O ₃ , 1·13 Fe ₂ O ₃ , 0·94 Y ₂ O ₃
_	99.66	0.50 NiO, 0.22 Fe ₂ O ₃ , 2.29 Y ₂ O ₃ , Spur SnO ₂ , 0.59 Glühverlust
_	99.68	Spur Fe ₂ O ₃ , 1.08 Y ₂ O ₃ , 0.39 Glühverlust
_	12	0.61 CaO, 2.78 Al ₂ O ₃ , 0.84 Fe ₂ O ₃ , 2.80 Y ₂ O ₃ , 1.28 Glühverlust
	12	0.33 CaO, 0.03 Al ₂ O ₃ , 0.65 Fe ₂ O ₃ , 0.91 Y ₂ O ₃ , 0.94 Glühverlust
-	12	0.17 CaO, 0.07 Al ₂ O ₃ , 0.64 Fe ₂ O ₃ , 2.40 Y ₂ O ₃ , 0.52 Glühverlust
	12	$0.29 \text{ CaO}, 1.13 \text{ (Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3), 2.82 \text{ Y}_2\text{O}_3, 0.94 \text{ Glühverlust}$
-	.99.49	Spur MgO, Spur MnO, 3·11 Al ₂ O ₃
0.10	100 · 69	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
0.12	100.58	unbest. Y_2O_3 , 0.19 Al_2O_3 , 1.96 Fe_2O_3 , Spur MnO, 1.40 CaO , Spur MgO, 15.44 ZrO_2 , 9.12 SnO_2 , 0.86 Ta_2O_5
0.34	99.32	Spur $(Y_2O_3 + Er_2O_9)$, $2.23 (Al_2O_3 + Fe_2O_3)$
	12	$0.32 \text{ CaO}, 0.20 \text{ Al}_2\text{O}_3, 1.10 \text{ Fe}_2\text{O}_3, 1.50 \text{ Y}_2\text{O}_3, 0.25 \text{ Glühverlust}$
	12	$0.15~{\rm CaO},~0.35~{\rm Al_2O_3},~3.00~{\rm Fe_2O_3},~2.74~{\rm Y_2O_3},~0.25~{\rm Gl\"{u}}$ hverlust
-	12	$0.21~\mathrm{CaO},~0.10~\mathrm{Al_2O_3},~1.20~\mathrm{Fe_2O_3},~0.39~\mathrm{Y_2O_3},~0.20~\mathrm{Gl\"{u}hverlust}$
	12	$0.17 \text{ CaO}, \ 0.20 \text{ Al}_2\text{O}_3, \ 0.81 \text{ Fe}_2\text{O}_3, \ 1.43 \text{ Y}_2\text{O}_3, \ 0.21 \text{ Glühverlust}$
_	12	$0.16 \text{ CaO}, 0.10 \text{ Al}_2\text{O}_3, 1.50 \text{ Fe}_2\text{O}_3, 1.33 \text{ Y}_2\text{O}_3, 0.33 \text{ Glühverlust}$
آ آب	12	0.19 CaO, 1.80 Fe ₂ O ₃ , 1.29 Y ₂ O ₃ , 0.21 Glühverlust
X 10 1	12	$0\cdot 10 \ \mathrm{CaO}, \ 0\cdot 05 \ \mathrm{Al_2O_3}, \ 0\cdot 75 \ \mathrm{Fe_2O_3}, \ 2\cdot 00 \ \mathrm{Y_2O_3}, \ 0\cdot 44 \ \mathrm{Gl\"{u}hverlust}$
	100.64	0.29 SnO ₂ , 0.86 Al ₂ O ₃ , 0.15 Ta ₂ O ₅ , 0.44 Fe ₂ O ₃ , 2.14 Y ₂ O ₃ , 0.31 CaO 2.21 Glühverlust
-	100.30	0.33 SnO ₂ , 0.77 Al ₂ O ₃ , 0.21 Ta ₂ O ₅ , 0.40 Fe ₂ O ₃ , 1.99 Y ₂ O ₃ , 0.48 CaO 2.18 Glühverlust
	100.65	2.93 (Y ₂ O ₃ + Er ₂ O ₃), 0.21 Al ₂ O ₃ , 0.42 Fe ₂ O ₃ , 0.74 Glühverlust
	101.51	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
	100.39	0.46 CaO, 0.92 Fe ₂ O ₃ , 0.47 Glühverlust
-	100.3	0.8 Y ₂ O ₃ , 1.6 ZrO ₂ , 3.7 Fe ₂ O ₃ , 0.8 Al ₂ O ₃ , Spur MnO, 0.4 MgO 0.5 CaO, 6.7 TiO ₂ , 0.4 Glühverlust
12	99.916	
0.92	100 · 6718	0.20 CaO, 0.84 Al ₂ O ₃ , 1.79 Fe ₂ O ₃ , 0.60 ZrO ₂
0.54	99.50	0.41 CaO, 2.78 Y ₂ O ₃ , 0.40 in Schwefelsäure unlöslich
0.301	12	0.30 CaO, 0.08 Al ₂ O ₃ , 1.50 Fe ₂ O ₃ , 0.70 Y ₂ O ₃ , 0.64 Glühverlust
-2	99.46	0·10 CaO, 0·61 Fe ₂ O ₃
-	100.5	
_	99.8	
	100.00	5.89 nicht bestimmt, 5.74 ZrO ₂ , 4.22 Fe ₂ O ₃ , 0.32 Al ₂ O ₃ , 1.11 CaO 2.62 TiO ₂ , 1.16 Ta ₂ O ₅
	12	0.21 CaO, 0.10 Al ₂ O ₃ , 0.97 Fe ₂ O ₃ , 0.80 Y ₂ O ₃ , 0.38 Glühverlust
		24*

	Nr.	Dichte	Ce ₂ O ₃	La_2O_3	Nd ₂ O ₃	Pr_2O_3	P_2O_5	ThO ₂	SiO ₂
	LXVIII.	B. E.	45.7028		24 · 10		28.60		_
p)	LXIX.		12.5019		8.07		39.48	2.42	9.56
	LXX.		25.98		23.62		28.43	18.01	
	LXXI.	-	45 · 40		6.56		23.43	1.22	1.60
	LXXII.	5 · 203	37.26		31.60		29.32	1.48	0.32
	LXXIII.	5.10	31.38		30.88		29.28	6.49	1.40
	LXXIV.		59 • 09 20	-		_	26.05	1.19	1.45
	LXXV.		63.8020		_	_	28.16	2.32	3.20
	LXXVI.		16.30	10.3	24	.4	24.04	18.6	2.7
	LXXVII.			73	8221		26.05		
	LXXVIII.	5.30	29.89		26.66		26 · 12	14.23	2.85
	LXXIX.	4 · 2 — 4 · 6	56.5328		22		26.66	22	3.33
	LXXX.	$5 \cdot 20 - 5 \cdot 25$	33.54		28.33		28 · 18	8.25	1.67
	LXXXI.	5 · 165	65 - 29	-	-	-	28 • 18	2.52	1.18
	LXXXII.	5 · 125	64.16				27.60	1.65	1.16
	LXXXIII.	5.010	64.48	-	-		27.72	1.67	0.96
q)	LXXXIV.	5 · 233	24.80	- 18	26 · 41		26.86	12.60	0.91
	(LXXXIV.)		32.9320		7.93		18.38	1.43	6.40

- ¹ Der Gewichtsüberschuß rührt daher, daß das Cerium als Oxyd gewogen wurde,
- ² Im Original steht 100.32.
- 3 Im Original steht irrtümlich 100.00; die Analyse ist umgerechnet aus 99.38 Ge-
- ⁴ Im Auszug im N. Jahrb. f. Min. steht hier 26.18; damit stimmt jedoch die End-
- ⁵ Im Auszug im N. Jahrb. f. Min. heißt es: "66.03 durch Oxalsäure aus saurer
- ⁶ Summe in beiden Auszügen nicht mitgeteilt.
- ⁷ Später (Journ. prakt. Chem. 40, 21, 1847) rechnete R. Hermann diese 40·12 %
- 8 "Ceroxydul". 9 Im Original steht 99.92.
- 10 ,Ceroxydul", Lanthanoxyd, geringe Mengen von CaO, MgO und Spuren
- ¹³ Im Auszug in der Ztschr. f. Kryst. steht 29·29; damit stimmt jedoch die End-
- ¹⁴ Die Abwesenheit von ThO₂ und F wird besonders hervorgehoben.
- ¹⁵ Eine zweite Bestimmung ergab: $(Ce_2O_3 + La_2O_3 + Di_2O_3 + ThO_2)$ 68·08°/₀,
- 16 Umgerechnet aus $100\cdot 3$ Gesamtsumme nach Abzug von $3\cdot 4~^0\!/_{\! 0}~{\rm SiO_2}$ und $6\cdot 3~^0\!/_{\! 0}$
- ¹⁷ Einschließlich Pr₂O₃; Pr liegt z. T. als Superoxyd vor.
- ¹⁹ "CeO₂". ²⁰ Ce als CeO berechnet. ²¹ Einschließlich Y₂O₃.
- ²² Bei einer Wiederholung der Analyse wurde ThO₂, La₂O₃ und eine Spur TiO₂
- ²³ CeO. ²⁴ Nur annähernd richtig.

H ₂ O	Summe	einschließlich
_	100.00	1.60 unlöslich
-	100 · 23	3.74 MgO, Spur BeO, Spur CaO, 9.85 (Fe ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃), 0.48 Y ₂ O ₃ , 6.63 TiO ₂ , 5.75 ZrO ₂ , 1.55 unlöslich, 0.20 "Gas"
-	99.90	0.91 CaO, 1.33 MnO, 1.62 SnO ₂
-	99.34	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
-	100.15	0.17 Glühverlust
-	99.63	0.20 Glühverlust
-	99.05	$\begin{array}{c} 0 \cdot 15 \text{ Al}_2 \text{O}_3, \ 0 \cdot 65 \text{ (Fe}_2 \text{O}_3 + \text{Mn}_2 \text{O}_3\text{)}, \ 1 \cdot 40 \text{ TiO}_2, \ 2 \cdot 68 \text{ (Y}_2 \text{O}_3 + \text{BeO} + \text{ZrO}_2\text{)}, \\ 6 \cdot 39 \text{ Ta}_2 \text{O}_5 \end{array}$
-	99.61	0.61 TiO ₂ , 1.52 ZrO ₂
	98.38	$0.04 \text{ Al}_2\text{O}_3, \ 0.9 \text{ Fe}_2\text{O}_3, \ 1.1 \text{ Y}_2\text{O}_3$
	101.32	$1.00 \text{ (Fe}_2\text{O}_3 + \text{,,} \text{Ca}_2\text{O}_3\text{"} + \text{,,} \text{Y}_2\text{O}_2\text{"}), 0.45 \text{ Glühverlust}$
-	100 · 42	0.67 Glühverlust
-	98.73	Spur MgO, Spur CaO, 4.44 Al ₂ O ₃ , Spur FeO, 7.77 ZrO ₂
-	100.34	0.37 Glühverlust
0.18	99.87.	2.52 Y ₂ O ₃ , Spur Fe ₂ O ₃
0.23	99.63	$3.47 \text{ Y}_2\text{O}_3, 1.00 \text{ Fe}_2\text{O}_3, 0.36 \text{ CaO}$
0.37	99.59	$3.48 \text{ Y}_2\text{O}_3, 0.71 \text{ Fe}_2\text{O}_3, 0.20 \text{ CaO}$
-	99.77	0.04 MgO, 1.54 CaO, 1.07 Fe $_2$ O $_3$, 4.76 Y $_2$ O $_3$, 0.78 Glühverlust
-	100.00	$ \begin{array}{ c c c c c c c c c c c c c c c c c c c$

während es in dem Mineral als Oxydul enthalten ist (F. Wöhler, a. a. O.).

samtsumme nach Abzug von 0.45 Kobaltoxyd und 2.96 unlöslicher Substanz. summe nicht überein.

Lösung gefällte Erden, darunter 9.50 ThO2, 3.22 Yttererden".

Ceroxyd auf 37.36 % Ceroxydul um.

von SnO_2 . gegeben. summe nicht überein.

 $P_2O_5 24 \cdot 61 ^{\circ}/_{0}$.

 ${\bf ZrO_2}$, die auf beigemengten Zirkon zurückgeführt werden. ¹⁸ Im Original steht irrtümlich 100 \cdot 59.

nachgewiesen (C. U. SHEPARD, Am. Journ. of Sc. 39, 249, 1840).

4. Risörit.

Kristallsystem nicht feststellbar; die an Bruchstücken beobachteten Kristallflächen machen tetragonalen Habitus wahrscheinlich; jedoch optisch isotrop.

Haselnuß- bis faustgroße, mitunter auch lamellenartig ausgebildete Ein-

sprenglinge.

Nicht völlig homogen; unter dem Mikroskop erweist sich das Mineral als mit Rissen durchsetzt, in denen erdiges Eisenhydroxyd abgelagert ist; auch enthält es in geringer Zahl nicht näher bestimmbare, sehr kleine, schwach doppeltbrechende, optisch einachsige, optisch positive Einschlüsse.

Dichte 4·179 bei 16°; steigt nach dem Erhitzen auf helle Rotglut auf 4·678 bei 16°. Bruch uneben bis splitterig; nach dem Erhitzen leicht zerbröckelbar,

Spaltbarkeit fehlt. Härte $5\frac{1}{2}$.

Gelblichbraun mit eigentümlich grünem glimmerartigen Glanz; im Dünnschliff mit hellbrauner Farbe durchsichtig; völlig und in jeder Richtung optisch isotrop; auf helle Rotglut erhitztes Material verhält sich bei gewöhnlicher Temperatur ebenso. Beim Glühen verliert es den fettartigen Glanz und nimmt eine hellere gelbbraune Farbe an. Strich gelblichweiß.

Vor dem Lötrohr unschmelzbar; zeigt beim Erhitzen keinerlei Glimm-

erscheinung; gibt beim Glühen reichlich Wasser ab.

Von den gewöhnlichen Säuren in der Kälte nicht angegriffen; durch kochende konzentrierte Schwefelsäure oder mit Natriumbisulfat aufschließbar. In vierzigprozentiger Flußsäure in der Kälte unter Abscheidung der schwerlöslichen Fluoride der Yttererden löslich.

Das Mineral ist radioaktiv; die Aktivität schwankt von Probe zu Probe ziemlich stark (vgl. "Bemerkungen zur Analyse").

Historisches, Vorkommen, Entstehung. O. Hauser (Ztschr. f. anorg. Chem. 60, 230—236, 1908. Vorläufige Mitteilung: Ber. d. deutsch. chem. Ges. 40, 3118—3119, 1907) erhielt das Mineral von A. Guldberg-Kristiania, nach dessen Angabe es von Risör (Oester Risoer, auf einer Landzunge im Skagerrack, nordöstlich von Arendal, Südnorwegen) stammt, und benannte es nach seinem Fundort. Das Muttergestein ist ein ziemlich quarzreicher Granitpegmatit. Nach O. Hauser ist Risörit durch metamiktische Umlagerung der ursprünglichen, aus dem Pegmatitmagma ausgeschiedenen Kristallsubstanz unter Wasseraufnahme entstanden.

Analyse. O. Hauser (a. a. O., 1908); Mittelwert aus vier Analysen.

CaO	PbO	FeO	Al ₂ O ₃	$(\mathrm{Ce},\mathrm{La},\mathrm{Nd})_2\mathrm{O}_3$	$(Y,Er)_2O_3$	$\mathrm{Fe_2O_3}$	TiO ₂	Summe
1.93	0.20	2.61	0.81	2.88	36.28	1.20	6.00	1555
SnO_2	ThO_2	UO_2	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	CO ₂	N_2 , He	H ₂ O	100.471
0.01	Spur	0.10	36.21	4.00	0.23	0.90	7.11	

Bemerkungen zur Analyse. Als wesentliche Bestandteile sind anzusehen: Niob-, Tantal- und Titansäure, Ytter- und Ceriterden, sowie Calcium und Ferrooxyd. Nur ein Teil der Titansäure dürfte auf die unter dem Mikroskop sichtbaren doppeltbrechenden Einschlüsse zurückzuführen sein. Das Mineral ist chemisch ein

¹ Im Original steht 100.67.

Orthoniobat der Yttererden mit teilweise isomorpher Vertretung der Hauptkomponenten durch Tantalsäure bzw. Ceriterden und etwas isomorph beigemischtem Calcium-(Ferro-)Titanat; es kann als Fergusonit mit einer isomorphen Beimischung von Metatitanat betrachtet werden. Von Fergusonit unterscheidet sich Risörit durch den Gehalt an Titan, den sehr geringen Urangehalt und das geringere spezifische Gewicht. Der Wassergehalt ist teilweise konstitutiv; der Urangehalt ist trotz des stets nachweisbaren Gehaltes an Helium auffallend gering und mit der gewöhnlichen Methode nicht feststellbar. Die aus dem Mineral hergestellten Bleipräparate besitzen stets eine ziemlich starke \$\beta\$-Aktivität; von den in größerer Menge vorhandenen Bestandteilen sind nur die seltenen Erden aktiv, und zwar sehr gering.

Die Yttererden (mittleres Atomgewicht 105) bestehen bis zu 70% aus Yttrium selbst; unter den spärlich vorhandenen Erbinerden sind Dysprosium und Holmium relativ reichlich. Terbium ist nur in sehr geringer Menge vorhanden; Ytterbium und Scandium sind auf chemischem Wege nicht nachweisbar. Die Ceriterden (mittleres Atomgewicht 150) bestehen aus Cer, Lanthan und Neodym; Praseodym und Samarium sind nur sehr spärlich vorhanden, bzw. nicht mit Sicherheit nach-

zuweisen.

5. Sipylit. ErNbO4.

Tetragonal. $a: c=1:1\cdot4767$. J. W. Mallet. Kristalle selten, bisher wurde nur die tetragonale Bipyramide $\{111\}$ beobachtet, mit $(111)(1\overline{11})=79^{\circ}15'$, $(111)(1\overline{11})=128^{\circ}50'$; meist unregelmäßig gestaltete Massen von geringem Umfang.

Da Sipylit beim Erhitzen aufglüht, ³ so ist ebenso wie für Fergusonit anzunehmen, daß die Kristalle des Minerals in Wirklichkeit Paramorphosen einer amorphen nach einer tetragonalen Substanz darstellen, und daß beim Erglühen Rückbildung des kristallisierten Zustandes stattfindet. Es ist jedoch bisher nicht bekannt, ob Sipylit vor dem Verglühen optisch isotrop ist und nach dem Verglühen sich optisch anisotrop verhält.

Dichte 4.89;² Bruch deutlich kleinmuschlig bis uneben; nach (111) deutlich spaltbar; Härte etwa 6; sehr spröde.

Glanz harzartig bis halbmetallisch, Farbe bräunlichschwarz, manchmal allmählich in Bräunlichorange oder Bräunlichgelb übergehend, in dünnen Splittern rotbraun; Strich zimtbraun bis schwachgrau. In dünnen Splittern durchscheinend.

Verglüht vor dem Lötrohr stark, verknistert, wird hellgrünlichgelb, opak und bleibt unschmelzbar; in der Flamme einer Gebläselampe an den Kanten dünner Splitter schmelzend. Gibt beim Erhitzen im Kölbchen unter Zerknistern und Erglühen sauer reagierende, das Glas schwach ätzende, saure, hauptsächlich aus Wasser bestehende Dämpfe ab und wird hellgrünlichgelb. In der Boraxperle löslich; diese ist im

¹ Aus (111) ($1\bar{1}1$) = 79° 15′, gemessen mit einem Anlegegoniometer. J. W. Maller, (Am. Journ. of Sc. [3] 22, 52, 1881).

² Weitere Angaben vgl. unter "Vorkommen".

³ J. W. Mallet (ebenda [3] 14, 397, 1877) führte das Erglühen auf den Übergang des Orthoniobats in das Pyroniobat zurück.

Oxydationsfeuer heiß gelb, kalt heller, im Reduktionsfeuer grünlich gefärbt; die Phosphorsalzperle ist gelb. Wird in fein gepulvertem Zustande von Salzsäure teilweise augegriffen, von kochender konzentrierter Schwefelsäure, wenn auch etwas langsam, völlig zersetzt. Die beim Behandeln des gepulverten Sipylits mit Salzsäure entstehende Lösung reagiert mit Kurkumapapier auf Zirkon; beim Zusatz von Zinn und Verdünnen der Lösung mit Wasser tritt eine saphirblaue Farbe (Niob) auf.

Vorkommen: J. W. Mallef (Am. Journ. of Sc. [3] 14, 397, 1877) fand das Mineral auf der Allanit-Lagerstätte am Nordwestabhange des Little Friar Mountain, Amherst Co., Virginia (Bd. II, 270), zunächst nur in unregelmäßig gestalteten, bis zu 40 g schweren, sehr spröden, bräunlichen Massen auf Allanit und Magnetit, die dem Fergusonit von Grönland, dem Euxenit der Umgebung von Arendal und, abgesehen von der Farbe, dem Samarskit von Nordcarolina ähnlich sehen. Die bräunlichschwarze Farbe geht an einigen Stücken in Bräunlichorange und Bräunlichgelb über; es wurde nicht geprüft, ob hiermit die chemische Zusammensetzung sich ändert. Nach der Analyse von W. G. Brown (bei J. W. Mallet, a. a. O.) schrieb J. W. Mallet dem Mineral die Formel R₃ II M VO₈ · 4 R₂ II M₂ VO₇, wenn der Wassergehalt unberücksichtigt bleibt, oder, mit Einbeziehung des Wassers, R3 IM2 VO8 zu. Sipylit wurde nach Sipylus, einem der Kinder der Niobe, benannt. Später fand J. W. Mallet (ebenda [3] 22, 52, 1881) auf Handstücken von derselben Lagerstätte unregelmäßige, in Allanit eingebettete Massen und auch zwei zusammenpassende Bruchstücke eines 1.5 cm langen Kristalls von Sipylit, der eine tetragonale Bipyramide mit matter Oberfläche bildete; an ihm sind an einer oder zwei Stellen Andeutungen einer äußerst schmalen, die Endkanten abstumpfenden Fläche wahrnehmbar. Für die Dichte hatte sich ergeben 4.887 bei 12.50 C., 4.892 bei 17.5° C. (J. W. Mallet, a. a. O., 1877); 4.883 bei 16° (J. W. Mallet, a. a. O., 1881). Nach nochmaliger Erörterung der Analyse von W. G. Brown kam J. W. Mallet (a. a.O., 1881) zu dem Ergebnis, daß Sipylit ein Orthoniobat R, IM, VO, mit basischem Wasserstoff sei; ferner wies er auf die nahe Übereinstimmung der Flächenwinkel von Fergusonit und Sipylit hin. M. Delafontaine (C. R. 87, 933, 1878) fand im Sipylit von Amherst Co. Yttrium, Erbium, "Philippium" und Ytterbium. R. J. Strutt (Proc. Roy. Soc. London [A] 76, 81, 1905) erhielt nach dem bei Monazit angegebenen Verfahren (S. 312) für Sipylit von Amherst Co. 8.82.10-60/0, ,,RaBr, "; 2.860/0 U3O8; 4.92 ThO, ("früheren Beobachtern ist der Gehalt an ThO, scheinbar entgangen"), 0.59 ccm He auf 1 g Substanz, 0.514 Totalaktivität bezogen auf U2Og als Einheit und Ra: U = 3.08. G. EBERHARD (Sitz.-Ber. Akad. Wiss. Berlin 1910, 404) ermittelte (Methode vgl. Columbit, S. 442), daß im Funkenspektrum von Sipylit seltene Erden nachweisbar sind; Scandiumlinien traten nicht auf. Auf anderen Lagerstätten wurde Sipylit bisher nicht gefunden.

Nr.	$\mathrm{Er_{2}O_{8}}$	Y_2O_3	$\mathrm{Nb}_2\mathrm{O}_5$	Ta ₂ O ₅	Summe	einschließlich:
I	27.	941	48.	66°2	100.48	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$

¹ Davon etwa 1º/₀ Y₂O₃.

² Davon etwa 2º/₀ Ta₂O₅.

6. Cervantit. SbSbO₄.

Vgl. Bd. I₂, 1251.

7. Pucherit. BiVO4.

Rhombisch. a:b:c=0.532700:1:2.335686 M. Websky. 1 Beobachtete Formen: $a\{100\} \otimes P \bar{\otimes}$. $b\{010\} \otimes P \check{\otimes}$. $c\{001\} O P$. $w\{012\} \frac{1}{2} P \check{\otimes}$. $x\{011\} P \check{\otimes}$. $m\{110\} \otimes P$. $n\{112\} \frac{1}{2} P$. $e\{122\} P \check{\otimes}$. $\psi\{544\} \frac{5}{4} P \frac{5}{4}$.

¹ Berechnet aus den Ergebnissen von 101 Messungsreihen an Pucherit von Schneeberg (M. Websky, Min. Mitt., ges. von A. Tschermak, 1872, 245). Die hier, ausgenommen Fig. 55 bis 57, angenommene Art der Aufstellung (I.) ist die von M. Websky (a. a. O.) nach dem Vorgange von A. Frenzel (Journ. prakt. Chem. [N. F.] 4, 227, 361, 1871) gewählte, die auch E. S. Dana (Syst. Min. [6] 755, 1892) zugrundelegte. Eine andere Art der Anfstellung gaben noch an M. Websky (a. a. O.) (II.), W. C. Brögger (Min. südnorweg. Granitpegmatit.; Vid.-Selsk. Skrift. I. Math.-nat. Cl., 1906, Bd. 1, Nr. 6, 76) (III.) und R. Görgey (bei C. Doelter, Handb. Min.-Chem. 31, 843, 1918) (IV.). Die von diesen Autoren gewählte Art der Aufstellung ergibt sich aus folgender Zusammenstellung:

Aufstellung	Richtung der Spalt-	Indizes $\{h \ k \ l\}$				Fläch	enw	inkel			
	barkeit	von e {122}	(h k)	$l):(\bar{h})$	k ()	(h k	l):(h	$(\bar{k} \ l)$	(h k	l):(h	$(k \bar{l})$
I. M. Websky, Aufstellung nach A. Frenzel	(001)	{122}	810	34'	45"	880	12'	54"	340	40′	25"
II. M. Websky, Aufstellung entspr. Brookit.	(100)	{122}	34	40	25	81	34	45	88	12	54
III. W. C. Brögger, Aufstellung ent- sprech. Columbit.	(010)	{111}	81	34	45	34	40	25	88	12	54
IV. R. Görgey	(100)	{122}	34	40	25	81	34	45	88	12	54

Entsprechend der von ihnen gewählten Art der Aufstellung und der Bezeichnung der Flächen von e durch Indizes erhielten:

- II. M. Websky: a:b:c = 1.167843:1.065400:1 (Brookit nach N. v. Kokscharow).
- III. W. C. Brögger: a:b:c=0.4561:1:0.4281 (Columbit nach A. Schrauf).
- IV. R. Görgey: a:b:c=1.0962:1:0.9386.

Diese Werte sind sämtlich auf Grund der Messungsergebnisse von M. Websky berechnet.

Zwischen den Bezeichnungen der einzelnen einfachen Kristallformen bestehen bei den Arten I und II der Aufstellung folgende Beziehungen:

1	II	I	II ·	I II		I	II
m	$t 2P\bar{\infty}$	e	e $P\bar{2}$	a	$a \infty P \bar{\infty}$	ψ	$\psi = \frac{5}{2}P\overline{5}$
0	b ∞P∞	x	$x \frac{1}{2} P \tilde{\infty}$	n	$n 2P\bar{2}$	w	$w P \overset{\omega}{\sim}$

Bei den Naumannschen Zeichen beziehen sich hier die Zeichen — auf die a-Achse, die Zeichen \sim auf die b-Achse, da in dem zugehörigen Achsenverhältnis (II) a>b ist.

Kristalle klein, von tafeliger, säuliger, auch nadelförmiger Gestalt; im Habitus an Brookit und Columbit erinnernd (vgl. hierzu Anm. 1, S. 377); auch als erdiger Überzug ohne wahrnehmbare Kristallgestalt.

Kristallflächen des Pucherits von Schneeberg mit Ausnahme der Flächen von c {001} wellig oder schuppig und auch gekrümmt; Flächen von e {122} parallel zu den Kanten c:e gestreift und mosaikartig gegliedert. Kristalle nicht einheitlich, sondern aus mehreren, meist nicht genau parallelen Individuen, jedoch ohne wahrnehmbare Zwillingsbildung, zusammengesetzt; diese Struktur bedingt die unebene Beschaffenheit der Kristallflächen.

Unter dem Mikroskop erweisen sich auch kleinere Kristallbruchstücke als aufgebaut aus übereinander gelagerten Schalen, zwischen denen sich Schichten eines opaken pulverförmigen Körpers befinden. Infolge der geschilderten Beschaffenheit der Kristalle liefern einzelne Messungen von Flächenwinkeln Ergebnisse, die auf monokline oder trikline Formen hinweisen; die angenommene Symmetrie und die angegebenen Flächenwinkel sind nach zahlreichen Messungen jedoch als wahrscheinlich richtig anzusehen.

Dichte 6.249 bei 24.9° ; Bruch halbmuschelig; nach c (001) vollkommen spaltbar; spröde. Härte 4.

Glas bis Diamantglanz; rötlichbraun bis bräunlichrot, auch mit lichten gelblichbraunen und hyazinthroten sowie dunklen bräunlichschwarzen Abänderungen. Undurchsichtig bis durchscheinend; Strich ockergelb.

G. Césaro (Acad. Roy. de Belgique, Bull. de la cl. des Sciences 1905, 142) macht über das optische Verhalten von Pucherit von Schneeberg nachstehende Angaben. Ebene der optischen Achsen parallel (100), erste Mittellinie senkrecht (001). Winkel

¹ Nicht unmittelbar bestimmt, da dem benutzten Pucherit von Schneeberg Quarz aufsaß, der auf mechanischem Wege nicht entfernt werden konnte (A. Frenzel, N. Jahrb. f. Min. 1872, 515).

Pucherit. 379

der optischen Achsen sehr klein. Charakter der Doppelbrechung negativ, Stärke der Doppelbrechung beträchtlich.

Zerknistert im Kölbchen, schmilzt auf Kohle und gibt einen gelben Beschlag von Wismutoxyd und eine schlackige Masse, mit Soda ein Körnchen von metallischem Wismut. Nach dem Erkalten ist die im Oxydationsfeuer hergestellte Phosphorsalzperle hellgelb, die im Reduktionsfeuer erhaltene chromgrün; bei Zusatz von Zinn wird die Perle schwarz. Die im Oxydationsfeuer erzeugte Boraxperle ist nach dem Erkalten grüngelb; die im Reduktionsfeuer hergestellte heiß braun gefärbt und behält diese Farbe nach dem Erkalten. In Salzsäure unter

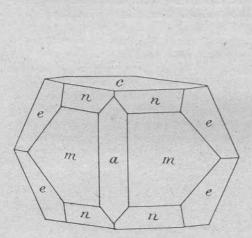


Fig. 54. Pucherit, Schneeberg, nach
E. S. Dana, Syst. Min. [6] 755, 1892.
Lin. Vergr. etwa 1.61 der Original-figur. Aufstellung I.

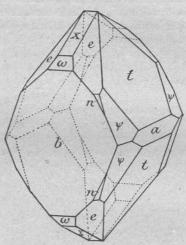


Fig. 55. Pucherit, Schneeberg, nach M. Websky, 1872. Lin. Vergr. etwa 1·30 der Originalfigur. Aufstellung II (entsprechend Brookit). Flächenbezeichnung nach M. Websky für die Art II der Aufstellung.

Chlorentwicklung sehr leicht zu einer tiefrot gefärbten Flüssigkeit löslich, die beim Stehenlassen oder beim Verdünnen mit Wasser sofort grün wird; weiterer Wasserzusatz erzeugt einen gelblichweißen Niederschlag von vanadinsäurehaltigem basischen Chlorwismut; Ammoniak scheidet einen gelblichen bis graulichweißen Niederschlag von vanadinsäurehaltigem Wismutoxydhydrat aus.

Nach G. T. Prior (Min. Mag. 13, 222, 1903) bilden Pucherit und Cölestin ein Beispiel dafür, daß Mineralien von annähernd gleichem Molekularvolumen (BiVO₄, 53; SrSO₄, 47) und ähnlich aussehender Formel keine Ähnlichkeit in kristallographischer Beziehung aufzuweisen brauchen.

 $\frac{1}{c} - \frac{1}{b} = 41.$

¹ A. a. O. findet sich ferner folgende Mitteilung: Eine Spaltfläche von der Dicke 3·2 ergibt eine Verzögerung von 130·3; die Doppelbrechung einer Fläche senkrecht zur negativen Mittellinie ist also

Entstehung. Pucherit entsteht durch Umbildung von Wismut-Mineralien Für das Vorkommen vom Pucher Richtschacht führt A. Frenzel (a. a. O.) den Gehalt an Vanadin ursprünglich auf die begleitenden Uranmineralien zurück; in solchen hatte nach seiner Angabe bereits C. Kersten jenes Element nachgewiesen. Als ihm jedoch A. Graff mitgeteilt hatte, daß die Grube jenes Schachtes vor ihrer Wiederbenutzung etwa 200 Jahre lang unter Wasser aus benachbarten Torfmooren gestanden und daß sich Pucherit nur in der Nähe solcher mit Wasser gefüllter Baue gebildet habe, nahm A. Frenzel (N. Jahrb. f. Min. 1872, 939) an, daß das Vanadin jenem Torfmoorwasser entstammt. Der Nachweis des Elementes in diesem Wasser gelang ihm nicht; er macht jedoch darauf aufmerksam, daß z. B. T. L. Phipson (C. R. 57, 152, 1863) in einem Raseneisenstein aus Sachsen 1.90% Vanadinsäure gefunden hat. Das Vorkommen von Vanadin im Pucherit des Wismutockers von San Diego Co., Californien, führt W. T. Schaller (a. a. O.) auf den der Lagerstätte benachbarten veränderten Gabbro zurück, über dessen Vanadingehalt er keine Angaben macht.

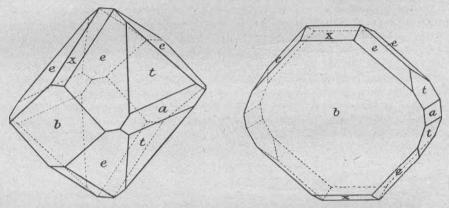


Fig. 56 u. 57. Pucherit, Schneeberg, nach M. Websky, 1872. Lin. Vergr. etwa 1.03 der Originalfiguren. Aufstellung II (entsprechend Brookit). Flächenbezeichnung nach M. Websky für die Art II der Aufstellung.

Künstliche Darstellung. A. Frenzel (N. Jahrb. f. Min. 1875, 680) engte gemischte Lösungen von Wismutnitrat und Chlorvanadin im Exsiccator über Schwefelsäure zur Trockne ein und erhielt mit bloßem Auge erkennbare braune Kriställchen der Kombination c und m von dicktafeligem Habitus.

Historisches: Das Mineral wurde von A. Weisbach in den Bauen des im Jahre 1868 niedergebrachten Pucher Richtschachtes entdeckt, von A. Frenzel (vgl. Anm. 1, S. 377) zuerst untersucht und nach dem Fundort benannt.

Vorkommen. Als jüngste Bildung gemeinsam mit Bismutit, Wismutocker, Asbolan, Quarz und zwei unbekannten schwefelgelben bzw. zitrongelben Mineralien (letzteres vielleicht ein Uranmineral) auf Klüften in Glimmerschiefer im Alexander-Spatgange des Pucher Richtschachtes im Felde der Grube Wolfgang Maassen bei Schneeberg (Schneeberg-Neustädtel) in Sachsen. Auf demselben Gange, jedoch 300 m vom Fundorte des Pucherits, fanden sich nesterweise Kupferglanz, Phosphorkupfer, Kupferuraninit, Pyromorphit, Ziegelerz und ein unbekanntes Mineral; die im allgemeinen Teil über Pucherit gemachten Angaben beruhen im wesentlichen auf Beobachtungen an Pucherit von Schneeberg (A. Frenzel, Journ.

Pucherit. 381

prakt. Chem. [N. F.] 4, 227, 361, 1871; N. Jahrb. f. Min. 1872, 514, 939. М. Websky, Min. Mitt., ges. von A. Тschermak 1872, 245; und A. Weisbach, N. Jahrb. f. Min. 2, 113, 1880).

In kleinen dünntafeligen Kristallen, begleitet von Wismutglanz, gediegen Wismut und Hypochlorit, auf ockerigem Brauneisenerz oder braunem Eisenkiesel der Grube "Arme Hilfe" bei Ullersreuth (Reuß j. L.) bei Hirschberg a. d. Saale im reußischen Vogtland und in Kriställchen, begleitet von braunschwarzem Eulytin, auf Wismutocker, gediegen Wismut und Quarz der Grube "Sosaer Glück" bei Sosa (Kreishauptmannschaft Zwickau) bei Eibenstock in Sachsen (A. Weisbach, N. Jahrb. f. Min. 2, 113, 1880).

Auf Madagaskar in gediegen Wismut aus turmalinführendem Pegmatit vom linken Ufer des Sahatamy, im Osten von Ihosy in den Ausläufern des Berges Bity und in roten Kristallen auf Wismutglanz im Pegmatit von Ampangabé bei Miandrarivo (A. Lacroix, Bull. Soc. fr. Min. 35, 92, 1912; C. R. 154, 1045, 1912).

Als alleiniger Bestandteil oder als Gemengteil von Wismutocker der Lagerstätte in San Diego Co., Californien. Diese überziehen (als ockerartiges, graues, gelbes oder grünes, pulveriges Oxydationsprodukt von gediegen Wismut), Quarz und andere Mineralen auf Pegmatitgängen, sind unter dem Mikroskop nicht durchsichtig, zeigen keine Kristallformen; nichts deutet bei ihnen auf Inhomogenität hin. Einzelne Vorkommen dieses Gebietes: 1. Gelber Wismutocker, Stewart Mine; vgl. Analyse IV; ein Gemenge von Wismutvanadat und Wismuthydroxyd. 2. Gelber Wismutocker, Pala Chief Mine, vgl. Analyse V, ist Pucherit. 3. Grauer Wismutocker, Stewart Mine; vgl. Analyse VI; Wismuthydroxyd mit sehr wenig Wismutvanadat. Vanadin konnte ferner qualitativ nachgewiesen werden in allen gelben Proben der Stewart-Mine, sowie in Proben der Tourmalin-Queen-Mine bei Pala und aus der Victor-Mine bei Rincon (W. T. Schaller, Journ. Americ. Chem. Soc. 33, 162, 1911; Ztschr. f. Kryst. 49, 229, 1911).

Analysen. Theor. BiVO₄. 71.83 Bi₂O₃, 28.17 V₂O₅.

Schneeberg in Sachsen. I.—III. I. u. II. A. Frenzel, Journ. prakt. Chem. [N. F.] 4, 227, 361, 1871. III. A. Frenzel, N. Jahrb. f. Min. 1872, 515.

San Diego Co., Californien. IV.—VI. W. T. Schaller, Journ. Am. Chem. Soc. 33, 162, 1911; Ztschr. f. Kryst. 49, 229, 1911. IV. "Gelber Wismutocker", Stewart Mine. V. "Gelber Wismutocker", Pala Chief Mine. VI. "Grauer Wismutocker", Stewart Mine.

Bestandteile:	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Bi ₂ O ₃	73.39	72.93	73 - 16	64.43	66.14	64.9
P_2O_5	Spur		1.34	-	-	
As_2O_5		=	3.66	_		
V_2O_5		27.07	22.19	12.11	25.80	0.8
H ₂ O bei 107 ⁰	-			0.32	0.21	0.4
H ₂ O bei 210°		-	95-1	0.24		-
H ₂ O bei 240°	9850	-	1 21		0.32	0.3
H ₂ O beim Glühen		_	-	3.43	0.84	11.4
Unlösliche Gangart					7.37	
Gangart löslich in HNO3		-	-	2.27		9.5
Gangart unlöslich in HNO3			No. of the last	17.63	1	13.5

Summe: 100.70 100.00 100.35 100.43 100.68 100.8

8. Stibiotantalit. Sb (Ta, Nb) O4.

Rhombisch-pyramidal. a:b:c=0.8879:1:2.1299 H. Ungemach. Beobachtete Formen: $b\{010\} \propto P \stackrel{\sim}{\infty}$. $c\{001\} O P$.

 $d\{0.1.23\} \frac{1}{23} P \stackrel{\sim}{\infty} (?).$ $e\{023\} \frac{2}{3} P \stackrel{\sim}{\infty}.$ $f\{011\} P \stackrel{\sim}{\infty}.$ $g\{021\} 2 P \stackrel{\sim}{\infty}.$

 $h\{1.0.19\}_{\frac{1}{1}9}P\,\overline{\infty}\,(?),\ \ i\{1.0.13\}_{\frac{1}{1}3}P\,\overline{\infty}\,(?),\ \ k\{109\}_{\frac{1}{9}}P\,\overline{\infty},\ \ l\{107\}_{\frac{1}{7}}P\,\overline{\infty}.$

 $n\{105\} \stackrel{1}{\scriptscriptstyle 5} P \, \overline{\infty}$. $o\{103\} \stackrel{1}{\scriptscriptstyle 3} P \, \overline{\infty}$. $p\{101\} P \, \overline{\infty}$. $m\{110\} \, \infty \, P$.

 $q\{1.1.17\}\frac{1}{17}P(?)$. $r\{117\}\frac{1}{7}P$. $v\{111\}P$. $s\{123\}\frac{2}{3}P\check{2}$. $t\{133\}P\check{3}$.

Habitus der Kristalle gewöhnlich prismatisch und rhombisch-bipyramidal; die Hemimorphie tritt im allgemeinen nicht hervor. Die bisher untersuchten Kristalle erwiesen sich sämtlich als polysynthetische Zwillinge, bei denen die kristallographische Achse b Zwillingsachse und c(001) Verwachsungsfläche ist. Bei den scheinbar einheitlichen Kristallen wird der polysynthetische Bau durch das pyroelektrische Verhalten enthüllt, bei den übrigen Kristallen durch eharakteristische Flächen-

 $r_3:r_1:r_2=\frac{g_1}{4}:\frac{g_2}{12}:\frac{g_3}{9}$

Für die von ihnen gewählte Art der Aufstellung hatten S. L. Penfield u. W. E. Ford (a. a. O.) aus den von ihnen gemessenen Winkeln (130) $(\bar{1}30) = 45^{\circ} \, 16'$, (130) $(4.12.9) = 39^{\circ} \, 20'$ erhalten a:b:c=0.7995:1:0.8448.

¹ H. Ungemach (Bull. Soc. fr. Min. 32, 92, 1909; Ber.: Ztschr. f. Kryst. 50, 299, 1912) aus (110) ($1\bar{1}0$) = 83° 12′, $101:10\bar{1}=45^\circ$ 16′. — S. L. Penfield und W. E. Ford, a. a. O. (vgl. "Vorkommen") hatten für Stibiotantalit von Mesa Grande eine andere Art der Aufstellung gewählt, bei der die c-Achse nach H. Ungemach der a-Achse nach S. L. Penfield u. W. E. Ford, die b-Achse nach H. Ungemach der c-Achse nach S. L. Penfield u. W. E. Ford, die a-Achse nach H. Ungemach der b-Achse nach S. L. Penfield u. W. E. Ford und die Form $\{111\}$ nach H. Ungemach der Form $\{4.12.9\}$ nach S. L. Penfield und W. E. Ford entspricht. Die Beziehung zwischen den Indizes r_1, r_2, r_3 einer einfachen Kristallform $\{r_1, r_2, r_3\}$ nach H. Ungemach und denen einer einfachen Kristallform $\{g_1, g_2, g_3\}$ nach S. L. Penfield u. W. E. Ford, ist gegeben durch:

streifung und, nur bei einer geringen Anzahl von ihnen, durch das Auftreten einspringender Winkel. Dichte 5.98-7.37 (vgl. "Vorkommen"); sehr vollkommen nach c (001), undeutlich nach a (100) spaltbar; Bruch halbmuschelig bis körnig; Härte 5.5.

Sehr stark harzartig bis diamantartig glänzend, hellrötlichgelb bis grünlichgelb, auch dunkelbraun; Lichtbrechung und Doppelbrechung hoch; undurchsichtig bis durchscheinend.

S. L. Penfield u. W. E. Ford (a. a. O.) fanden an den beiden von ihnen optisch untersuchten Kristallen von Mesa Grande mit der Dichte 6.818 und der Dichte 6.299: Auf Schnitten nach (100), (010) und (001) gerade Auslöschung; Ebene der optischen Achsen parallel (001) (Aufstellung nach H. Ungemach); Dispersion der optischen Achsen ungewöhnlich stark, $\varrho < v$; erste Mittellinie senkrecht (010); Charakter der Doppelbrechung positiv; $e = \mathfrak{b}$, $a = \mathfrak{a}$; $b = \mathfrak{c}$, und außerdem für den Kristall mit der Dichte

a)	6.818	(mit	etwa	390/0	Ta ₂ O ₅ ;	17.50/0	$Nb_2O_5):1$
----	-------	------	------	-------	----------------------------------	---------	--------------

Lichtquelle	α	β	γ	2 V berechnet	$\gamma - \alpha$
Li-Licht	2.3470	2.3750	2.4275	73° 40′	0.0805
Na-Licht	2.3742	2.4039	2.4568	75 05	0.0826
Tl-Licht	2.4014	2.4342	2.4876	77 38	0.0862

Für Na-Licht ist: $2 H_a = 119^{\circ} 10'$; $2 V = 72^{\circ} 58'$.

b) 6.299 (mit etwa 22.5° Ta₂O₅; 30°/₀ Nb₂O₅):1

Lichtquelle	Φ	β	γ	2 V berechnet	$\gamma - \alpha$
Li-Licht	2.3686	2.3876	2 · 4280	700 00'	0.0594
Na-Licht	2.3977	2.4190	2.4508	73 25	0.0611
Tl-Licht	2.4261	2.4508	2 • 4903	77 50	0.0642

Für Na-Licht ist: $2 H_a = 113^{\circ} 11'$; $2 V = 72^{\circ} 37'$.

Hieraus schließen S. L. Penfield u. W. E. Ford, daß mit zunehmendem Ersatz des ${\rm Ta_2O_5}$ durch ${\rm Nb_2O_5}$ die Werte von α , β und γ zunehmen und $(\gamma-\alpha)$, sowie auch 2V (mit Ausnahme der Werte für Tl-Licht) abnehmen. Die Dispersion der optischen Achsen ist stark ausgeprägt in den Kristallen mit geringem spezifischen Gewicht.

Im Oxydationsfeuer schwerer als das Glied 4 der Schmelzbarkeitsskala nach F. v. Kobell schmelzend und infolge des sich verflüchtigenden Antimons die Flamme hellbläulichgrün färbend. Hinterläßt nach dem Abtreiben des Antimons eine, im allgemeinen durch Reste von Antimon

¹ Entnommen aus einer graphischen Darstellung der Abhängigkeit der Dichte von der chemischen Zusammensetzung, die auf Grund der Analysen III.—V. und unter der Voraussetzung angefertigt wurde, daß Stibiotantalit die Formel:

dunkel gefärbte, unschmelzbare Masse aus Tantal- und Nioboxyden und bleibt beim Erhitzen im Kölbchen und im offenen Rohr unverändert. Gibt beim Erhitzen auf Kohle einen Antimonbeschlag und beim Erhitzen mit drei bis vier Raumteilen Soda auf Kohle einen Antimonbeschlag und kleine Kugeln von metallischem Antimon. Liefert mit Borax und Phosphorsalz keine charakteristischen Perlen. Wird im gepulverten Zustande von den gewöhnlichen Säuren nicht merklich angegriffen, auch nicht von kochender konzentrierter Schwefelsäure; in Flußsäure leicht löslich.

Nach D. Mawson u. T. H. Laby (Chem. News 92, 39, 1905) ist Stibiotantalit von Greenbushes, Westaustralien, nicht radioaktiv; die benutzte Versuchsanordnung gestattete die Feststellung einer Aktivität, die $\frac{1}{2}$ von der von U_2O_5 beträgt.

Vorkommen, Historisches, chemische Formel. East fand in Proben aus den alluvialen Zinnerzseifen von Greenbushes, Westaustralien, neben Zinnerz ein von den Bergleuten als "resin-tin" oder "pale-tin" bezeichnetes Mineral,

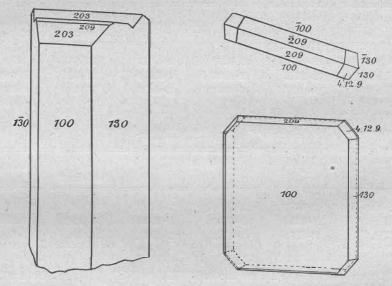


Fig. 58 u. 59. Stibiotantalit, Mesa Grande, nach S. I. Penfield und W. E. Ford, 1906/07. Lin. Vergr. bei Fig. 58 etwa 1.5, bei Fig. 59 etwa 1.4 der Originalfigur. Aufstellung und Flächenbezeichnung nach S. L. Penfield und W. E. Ford.

das von G. A. Goyder (Journ. Chem. Soc. 63, 1076, 1893; Proc. Chem. Soc. London 9, 184, 1893 [1895] chemisch untersucht (Adalyse I, II) und nach seiner chemischen Zusammensetzung als Stibiotantalit bezeichnet wurde. Es bildete durch den Transport im Wasser abgerundete, undurchsichtige bis halbdurchscheinende, hellrötlichgelbe bis grünlichgelbe und gelbe, diamantglänzende, auch fast metallisch glänzende, wahrscheinlich rhombische Individuen mit nahezu weißem Strich und halbmuscheligem bis körnigem Bruch; Härte 5-5·5; Dichte 6·47-7·37. S. L. Penfield u. W. E. Ford (Am. Journ. of. Sc. [4] 22, 61, 1906; Ztschr. f. Kryst. 42, 334, 1907) untersuchten eingehend den von E. Schernkow entdeckten Stibiotantalit von Mesa Grande, San Diego Co., Californien. Das Mineral trat hier sparsam in Kristallen in Pegmatit gemeinsam mit Turmalin auf und wurde von Beryll mit

gewöhnlichem Habitus, Quarz, Orthoklas und Lepidolith, sehr selten auch von Cassiterit, begleitet. Einige Stibiotantalitkristalle waren an oder über rosa gefärbten Turmalin gewachsen; eine Kristallgruppe saß auf Feldspat und Lepidolith; Stiobiotantalit scheint später entstanden zu sein als Turmalin, war jedoch eine der ersten Ausscheidungen. S. L. Penfield u. W. E. Ford (a. a. O.) kamen zu dem Ergebnis, daß Stibiotantalit dem Columbit in der chemischen Zusammensetzung, im Verhältnis der Achseneinheiten, in der Entwicklung und im Vorkommen der Flächen verwandt sei; aus diesem Grunde schrieben sie ihm die Formel (SbO) (Nb, Ta) O, zu, wählten die auf S. 382, Anm. 1 angegebene Art der Aufstellung (Fig. 58 bis 60) und bestimmten das dort mitgeteilte Verhältnis der Achseneinheiten. Die "hemimorphe Achse" der Kristalle verläuft bei der Aufstellung analog Columbit von vorn nach hinten. Kristalle bis zu 3 × 4 × 5 cm groß und 150 g schwer, polysynthetisch verzwillingt (s. oben); die pyroelektrische Untersuchung mit dem Gemenge nach K. Bürker (Ann. d. Phys. [4] 1, 474, 1900) zeigt, daß die miteinander verzwillingten Lamellen sich sehr unregelmäßig durchwachsen und daß die Zwillingsverwachsung verwickelt ist. An großen Kristallen blieb die pyroelektrische Erregung aus, weil diese von Rissen durchzogen waren. Kristalle von den oben angegebenen Kristallformen begrenzt; {001} und {001} herrschen vor, glänzen lebhaft, sind gewöhnlich stark quergestreift und verhalten sich, abgesehen von ihrer pyroelektrischen Verschiedenheit,

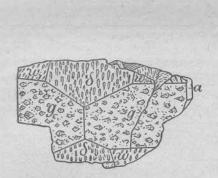


Fig. 60. Stiobiotantalit, Mesa Grande, nach S. L. Penfield und W. E. Ford, 1906/07. Lin. Vergr. etwa 1.38 der Originalfigur. Aufstellung nach S. L. Penfield und W. E. Ford.

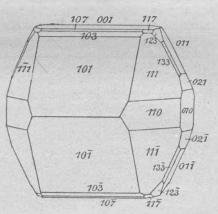


Fig. 61. Stibiotantalit, Mesa Grande, nach H. Ungemach, 1909. Lin. Vergr. etwa 1.06 der Originalfigur. Aufstellung nach H. Ungemach.

gleichartig, {101} und {101} sind stets von oben nach unten gestreift; die Kanten zwischen beiden Formen erscheinen gerundet (Indizes nach H. Ungemach). Die Flächen von {021} und {021} sind bei allen Kristallen stark entwickelt, gewöhnlich nicht gestreift und verhältnismäßig matt. Optische Eigenschaften vgl. S. 383. Ferner schlossen S. L. Penfield u. W. E. Ford (a. a. O.), daß die Kristalle von Mesa Grande Mischkristalle von (SbO)TaO₃ und (SbO)NbO₃ seien und ermittelten nach den ihnen vorliegenden Analysen (III.—V.) die Abhängigkeit der Dichte des Minerals von seiner chemischen Zusammensetzung. Die Dichte der Mischkristalle sinkt mit steigendem Gehalt an Antimon, mit dem ein abnehmender Gehalt an Ta₂O₅ naturgemäß verknüpft ist; für die Dichte der reinen Stoffe (SbO)TaO₃ und (SbO)NbO₃ fanden S. L. Penfield und W. E. Ford (a. a. O.) durch Extrapolation die Dichte 7.90 und die Dichte 5.73. Nach H. Ungemach (Bull. Soc. fr. Min. 32, 92, 1909) ist Stibiotantalit nicht mit Columbit

isomorph, sondern chemisch und kristallographisch entweder mit Cervantit ($\mathrm{Sb_2O_5}$ - $\mathrm{Sb_2O_3}$), dann wäre seine Formel (Nb, $\mathrm{Ta)_2O_5}$ - $\mathrm{Sb_2O_3}$ zu schreiben, oder mit Pucherit in Beziehung zu setzen; in letzterem Falle wäre $\mathrm{Sb}(\mathrm{Ta},\mathrm{Nb})\mathrm{O_4}$ seine Formel. Er schlug vor, Stibiotantalit eher zu den Oxyden als zu den Vanadaten zu stellen und führte die hier angenommene Art der Aufstellung (Fig. 61) der Kristalle ein. Bei den von ihm untersuchten Kristallen von Mesa Grande batten Bestäubungsversuche kein gutes Ergebnis; sie zeigten jedoch, daß die Flächen p, o, l, v, q, c, f, t, s am positiven Pol, die Flächen v, p, vielleicht auch noch andere, am negativen Pol der bemimorphen c-Achse auftreten. W. T. Schaller (Journ. Wash. Acad. Sc 2, 143, 1912; U. S. A. Geol. Surv., Prof. Pap. 92. Auszug: E. Ford, 3. App. Danas Sept. Min. 1915, 74) schlug für den Stibiotantalit von Mesa Grande, dessen Gebalt an Nb $_2\mathrm{O_5}$ größer ist als der an $\mathrm{Ta_2O_5}$ (vgl. Analyse IV.) die Bezeichnung Stibiocolumbit vor.

Analysen. Theor.: SbTaO₄. 39.43 Sb₂O₃; 60.57 Ta₂O₅. SbNbO₄. 51.93 Sb₂O₅; 48.07 Ta₂O₅.

Greenbushes, Westaustralien. I. II. G. A. Goyder, Journ. Chem. Soc. 63, 1076, 1893. I. reiner als II.

Mesa Grande, San Diego Co., Californien. III.—V. III. IV. S. L. Penfield u. W. E. Ford, Am. Journ. of Sc. [4] 22, 61, 1906; Ztschr. f. Kryst. 42, 334, 1907. V. H. W. Foote u. R. W. Langley, Am. Journ. of Sc. [4] 30, 393, 1910; auch W. E. Ford, ebenda [4] 32, 287, 1911.

Nr.	Dichte	Sb ₂ O ₃	Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	Summe	einschließlich:
I.	7.37	40.23	51.13	7.56	99.90	0.82 Bi ₂ O ₃ ; 0.08 NiO; Spur Fe ₂ O ₃ ; Spur MnO; 0.08 H ₂ O (bei Rotglut)
II.	6.60	38.04	51.95	4.49	99.71	0.79 Bi ₂ O ₃ ; Spur NiO; 0.39 Fe ₂ O ₃ ; 0.30 CuO; Spur MnO; 3.14 SiO ₂ ; 0.61 H ₂ O (bei Rotglut).
III.	6.72	44.26	35 · 15 ¹	20.181	99.92	0.33 Bi ₂ O ₃
IV.	5.98	49.28	10.601	39.701	100.11	0.53 Bi ₂ O ₃
V.	6.80	40.95	41.92	16 • 19	99.66	0.60 Bi ₂ O ₃

9. Carminit. $Pb_3Fe_{10}(AsO_4)_{12}$ (?).

Wahrscheinlich rhombisch. Verhältnis der Achseneinheiten nicht feststellbar, da meßbare Flächenwinkel bisher nicht beobachtet wurden; ebenso liegen auch keine Angaben über einzelne einfache Kristallformen vor.

Feine zu Büscheln vereinigte Nadeln; sternförmige, traubige und kugelige Aggregate von strahliger Beschaffenheit, einmal auch in glänzenden kristallisierten Aggregaten; als samtartiger Überzug, selten in feinen stalaktitischen Formen mit drusiger Oberfläche. Nach A. Russel (a. a. O.) laufen die Nadeln, wie die mikroskopische Beobachtung bei starker Vergrößerung zeigt, in eine feine Spitze aus.

¹ Nach einer neuen Methode zur Bestimmung von Niob und Tantal erhielt W. E. Ford (Am. Journ. of Sc. [4] 32, 287, 1911) bei Analyse III: 33·86 Ta₂O₅, 21·47 Nb₂O₅; bei Analyse IV: 13·00 Ta₂O₅, 37·30 Nb₂O₆.

Carminit. 387

Dichte nach F. Sandberger (a. a. O., 1858) 4·105; andere Angaben liegen nicht vor. Anscheinend nach den Flächen eines rhombischen Prismas spaltbar, spröde. Härte nach F. Sandberger (a. a. O., 1850) 2·5; nach A. Russel (a. a. O., 1910) wenig über 3.

Glasglanz, auf Spaltflächen in Perlmutterglanz übergehend. Stark durchscheinend; Farbe schön karminrot bis ziegelrot, auch rötlich braun, sehr charakteristisch; in Pulverform rötlichgelb.

Lichtbrechung stark, Brechungsexponent größer als der von Methylenjodid (1.74); Doppelbrechung stark mit positivem Charakter; gerade Auslöschung. Im konvergenten polarisierten Licht konnte ein Achsenbild nicht wahrgenommen werden.

Vor dem Lötrohr unter starker Entwicklung von Arsenrauch leicht zu einer stahlgrauen Kugel schmelzbar; hierbei ist nach C. F. Plattner (Probierkunst m. d. Lötrohr [7] 1907, 209) entweder ohne weiteres oder erst nach Zusatz von etwas Soda ein Bleibeschlag wahrzunehmen. Gibt mit Soda auf Kohle Kügelchen von Blei, mit Holzkohle im Kugelröhrchen erhitzt einen Arsenspiegel und erteilt der Boraxperle, nach C.F. Plattner (a. a. O.) auch der Phosphorsalzperle, die Eisenfärbung. Bleibt, im Kölbchen über einer Spiritusflamme geglüht selbst im stärksten Feuer unverändert. Nach F. Sandberger (a. a. O., 1850) in heißer konzentrierter Salzsäure leicht zu einer goldgelben Flüssigkeit löslich, die aus Goldchlorid kein Metall abscheidet, in Salpetersäure löslich, Kalilauge zieht "Arseniksäure" aus. Nach A. Russel (a. a. O., 1910) in heißer verdünnter Salzsäure schwer löslich; die Lösung zeigt die Reaktionen des dreiwertigen Eisens und scheidet beim Erkalten Nadeln von Bleichlorid ab. Enthält nach F. Sandberger (a. a. O., 1858) kein zweiwertiges Eisen, nach R. Müllers Untersuchung (ebenda) Spuren von Phosphorsäure.

Synonyma: Carminspat, Karminspat, Carminit.

Historisches: F. Sandberger (Pogg. Ann. d. Phys. 80, 391, 1850 und ebenda 103, 345, 1858) entdeckte das Mineral auf Stufen von Horhausen (s. u.) und nannte es nach seiner Farbe Karminspat. J. D. Dana (System of Min., 4. Aufl., S. 410, 1854) bezeichnete es als Carminite. Das Mineral ist später nur noch von A. Russel (Min. Mag. 15, 285, 1910) erneut untersucht worden, der 1906 das Vorkommen von Calstock (Cornwall) ermittelte.

Vorkommen: a) Im Ausgehenden der Eisenerzgrube Luise beim Dorfe Horhausen, Kreis Altenkirchen, Reg.-Bez. Koblenz, Rheinprovinz, auf Quarz, Brauneisenerz oder Beudantit, begleitet von nadel- und haarförmigem Pyrolusit, wasserhellem Mimetesit und einer unbekannten gelben erdigen Substanz (F. Sandberger, a.a. O. 1850 und 1858; vgl. auch F. Sandberger, Pogg. Ann. 100, 612, 1857). — Nach A. Russel (a. a. O.) sind im British Museum (Natural History) Handstücke mit kleinen Nadeln von Karminspat auf Gersdorffit von Ems in Hessen-Nassau ausgestellt.

In Granit auf der 65-Fadensohle des südlichen Erzganges der Hingston Down Consols Mine, Calstock, Cornwall, in Büscheln auf Quarz- oder sehr schönen Skoroditkristallen, als feine sternförmige oder glänzende kristallisierte Aggregate auf glänzenden farblosen Prismen von Mimetesit, als samtartiger Überzug auf Kupferkies und Zinkblende; als Begleiter treten auf: dichter Arsenkies, stahlblau gefärbte Zinkblende, erdiger Kupferindig, Skorodit, Pharmakosiderit in kleinen, hellgrünen, würfelförmigen Kristallen, Anglesit, Quarz, farbloser, blaßvioletter und grünlicher Flußspat (A. Russell, a. a. O.).

Die als Fundort für Karminspat von W. F. Petterd (Papers and Proc. Roy. Soc. Tasmania, 1902, 18—33. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 42, 392, 1907) angegebene Magnet Silvermine, Tasmania, ist als Lagerstätte für dieses Mineral zu streichen, da nach C. Anderson (Records of the Australian Museum 6, 133—144, 1906. Auszug: Ztschr. f. Kryst. 45, 314, 1908) hier Krokoit irrtümlich für Karminspat gehalten

wurde.

Analyse. I. ausgeführt von R. Müllfr bei F. Sandberger (a. a. O., 1858) an nur 0.0680 g Substanz von der Grube Luise bei Horhausen.

N. W.	PbO	$\mathrm{Fe_2O_3}$	$\mathrm{As_2O_5}$	Summe
Theor.	23 · 4	28 · 1	48.5	100.0
I.	24.55	30.29	49.11	103.95

Hiernach kann' die chemische Zusammensetzung vielleicht durch die Formel $Pb_3(AsO_4)_2 \cdot 10 FeAsO_4$ ausgedrückt werden.

Anhang zu den Salzen der Orthosäuren.

Wenig untersucht und zweifelhaft sind:

1. Natrophit

3. Aerugit

2. Xanthiosit

4. Kochelit

1. Natrophit. HNa2PO4.

Nach Edw. S. Dana, Syst. Min. [6] 784, 1892, ist dieses von F. Pisani benannte Mineral in den dem Verfasser nicht zugänglichen Werken "M. Adam, Tableau minéralogique", Paris 1869, 45; und "F. Pisani, Traité elem. de Min.", Paris 1883 [2] 288, erwähnt. Es enthält $64\cdot0^{\,0}/_{\!0}$ P_2O_5 ; $27\cdot9^{\,0}/_{\!0}$ Na₂O; $8\cdot1^{\,0}/_{\!0}$ H₂O.

2. Xanthiosit. Ni₃(AsO₄)₂.

Amorph, schwefelgelb mit einem Stich ins Grünliche, von "gleichsam gefrittetem Aussehen". Härte 4, Dichte 4.982. Gibt im Kölbchen nichts Flüchtiges ab, zeigt vor dem Lötrohr dasselbe Verhalten wie