


3rd April 1969
2.00 ^{cut} Dept

OF GEMS & GEM CUTTING



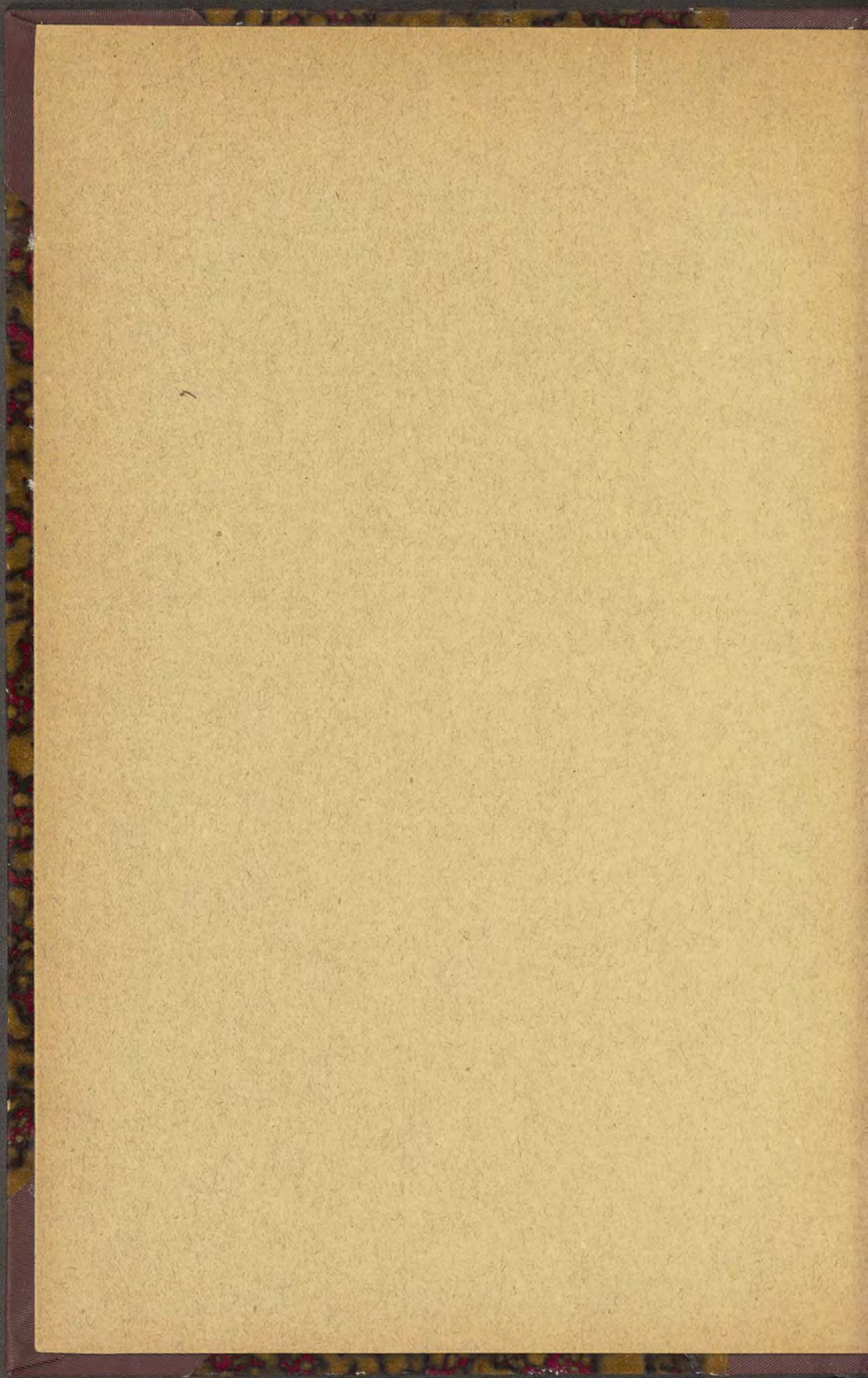
MINERALOGY · EMERALD · AND · OTHER · BERYLS · CATALOG

EX LIBRIS

JOHN · SIN · KAN · KAS

MINERALS · STONES · AND

GEMSTONES · OF · NORTH · AMERICA · PROSPECTING · FOR · GEM



00052050

Herrn Prof. Dr. von Fritsch
Eingebunden
von
Vey

Beiträge zur Kenntniss des Titanits.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doctorwürde bei der philosophischen Facultät

der

Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

eingereicht

und mit beigefügten Thesen vertheidigt

am 6. August Mittags 12 Uhr

von

Karl Busz.

Opponenten:

Herr F. Klingemann, Dr. phil.

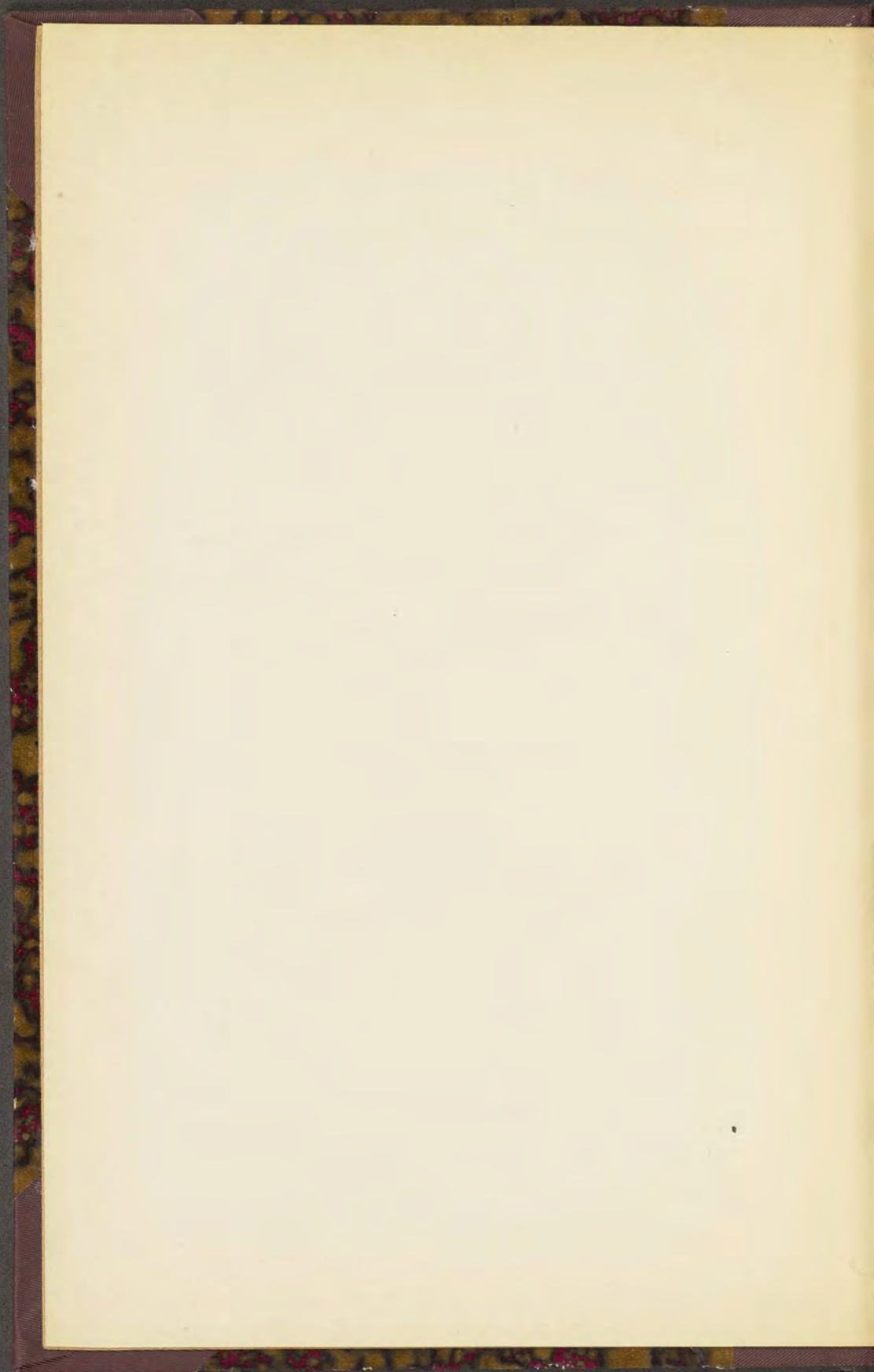
Herr F. Heusler, Dr. phil.

Herr E. Gildemeister, stud. rer. nat.

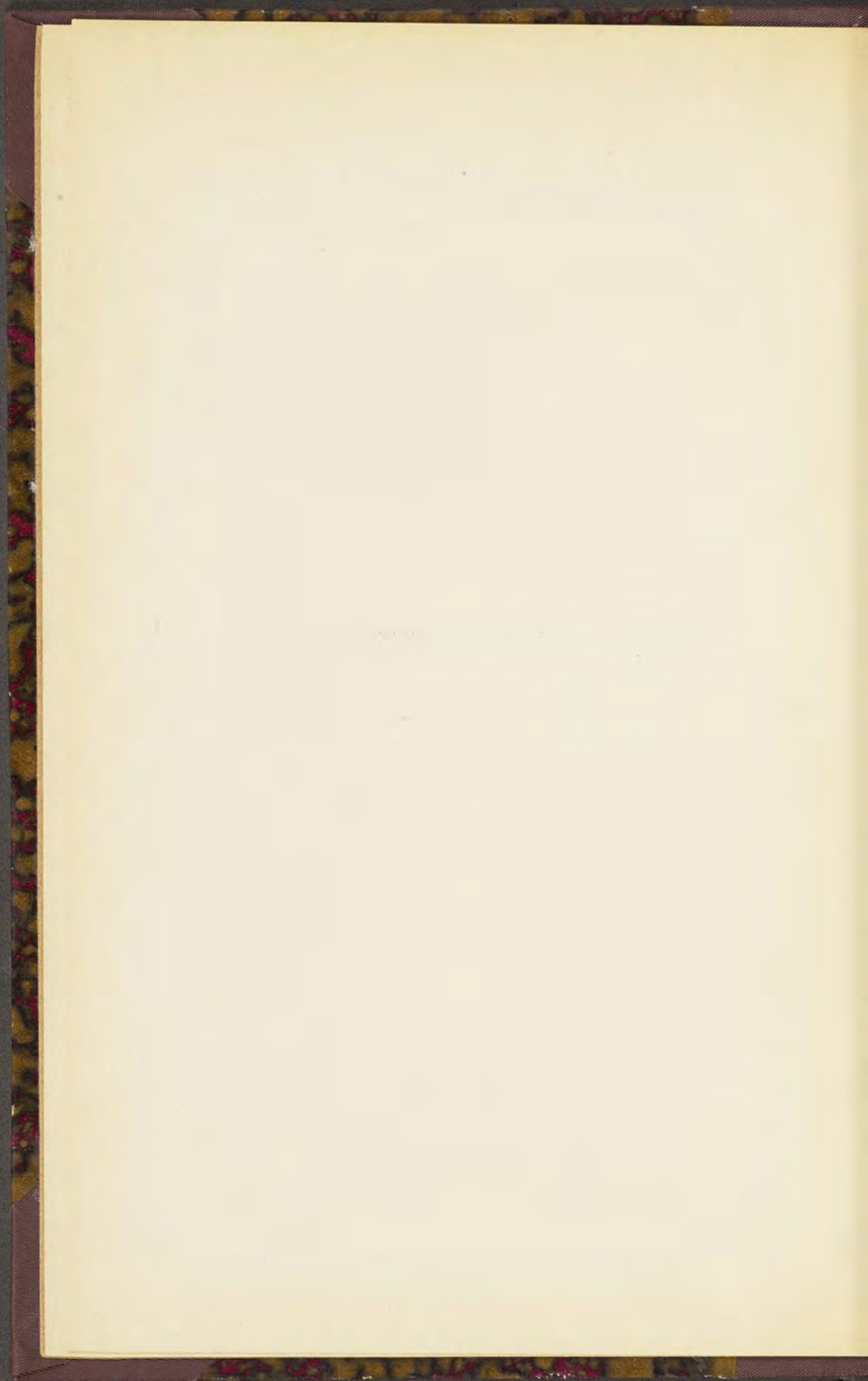
Stuttgart.

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1887.



MEINER LIEBEN MUTTER.



Vorliegende Arbeit wurde auf Veranlassung des verehrten Herrn Professor A. VON LASAULX während des Winter-Semesters 1885/86 im mineralogischen Institut der Universität Bonn von mir begonnen.

Es handelte sich ursprünglich dabei um die Frage, ob ein Zusammenhang bestehe zwischen der chemischen Constitution des Titanits und den optischen Constanten. Bei der genaueren Betrachtung jedoch des reichhaltigen Materials, welches das mineralogische Museum zur Verfügung stellte, wurde ich durch bisher noch nicht beschriebene Vorkommen des Titanits, sowie auch durch die eigenthümliche und auffallende Ausbildung einer Reihe von Krystallen darauf geführt, auch die krystallographischen Verhältnisse näher ins Auge zu fassen.

Demgemäss musste die Arbeit in zwei Theile getrennt werden, von denen ersterer die Resultate der chemischen und optischen Untersuchung, letzterer die der krystallographischen behandeln soll.

Endlich schien es nicht unangebracht, bei der ausserordentlichen Verbreitung des Titanits und seiner Wichtigkeit ein Verzeichniss der Litteratur über dieses Mineral beizufügen.

I. Chemischer und optischer Theil.

Zur chemischen und optischen Untersuchung geeignet waren Stücke folgender zehn Fundorte: Schwarzenstein im Zillerthal, Eisbruckalp, Val Maggia, St. Gotthard, Wildkreuzjoch in Tyrol, Laacher See, Arendal in Norwegen, Renfrew und Grenville in Canada, Monroe in Michigan U. S. A.

Im Anschluss daran habe ich auch den dem Titanit nahe stehenden Keilhaut (Yttrotitanit) von Arendal in den Kreis der Untersuchungen gezogen.

Es haben sich nun allerdings im optischen Verhalten der einzelnen Vorkommen sehr grosse Unterschiede gezeigt. Auch in Bezug auf die chemische Zusammensetzung stellten sich beachtenswerthe Differenzen heraus. Aber es hat sich aus alle dem kein Gesetz ergeben, welches eine Erklärung für die optischen Verschiedenheiten geben, oder einen Zusammenhang zwischen den chemischen und physikalischen Verhältnissen feststellen könnte.

Hierbei mag jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass auch die sorgfältigsten chemischen Analysen des Titanits aus verschiedenen Gründen einen Anspruch auf absolute Genauigkeit nicht machen können. Denn die Trennungsmethoden von Kieselsäure und Titansäure, ferner von Titansäure, Thonerde und Eisen sind nicht so vollkommen, dass man auf eine vollständig genaue Bestimmung der einzelnen Bestandtheile rechnen kann. So oft man Titanit desselben Fundorts, von gleichem Habitus, gleicher krystallographischer Ausbildung analysiren mag, die Resultate zeigen fast nie vollständige Übereinstimmung.

Der Gang einer Analyse war im Allgemeinen folgender. Das möglichst fein zerriebene Pulver wird mit der 7—8fachen Menge sauren schwefelsauren Kalis gut vermischt und langsam zusammengeschmolzen, darauf noch etwa eine Stunde der Rothglühhitze ausgesetzt. Nach vollständigem Erkalten wird die Schmelze in kaltem Wasser aufgelöst (auf ein Gramm Substanz ungefähr ein Liter Wasser). Es bleibt die Kieselsäure zurück, wogegen Titansäure in Lösung geht. Der Niederschlag der Kieselsäure bedarf eines erneuten Aufschlusses, da demselben meist noch etwas unaufgeschlossene Substanz sowie

Kalk, stets aber Titansäure beigemischt ist. Aus der zurückgebliebenen Lösung wird die Titansäure durch lang anhaltendes Kochen ausgeschieden, wobei jedoch das verdampfende Wasser ab und zu ersetzt werden muss. Zugleich mit der Titansäure scheidet sich ein Theil des Eisens aus. Der Niederschlag wird daher nach dem Glühen und Wiegen wieder mit saurem schwefelsaurem Kali geschmolzen und nach dem Erkalten in kaltem Wasser gelöst. Durch Einleiten von schwefeliger Säure in die Lösung wird das Eisenoxyd zu Eisenoxydul reducirt und beim Kochen fällt darauf nur Titansäure aus. Durch Ammoniak werden dann Thonerde und Eisen gefällt, doch enthält auch dieser Niederschlag zuweilen noch Titansäure, worauf bei der Trennung und Bestimmung von Thonerde und Eisen zu achten ist. Kalk und Magnesia werden darauf nach den bekannten Methoden bestimmt. Aus diesen Angaben geht wohl zur Genüge hervor, wie leicht bei den mehrfach zu wiederholenden Aufschlüssen auch unter Anwendung aller Vorsichtsmassregeln Fehler entstehen können.

Es folgen nunmehr die Resultate der an den verschiedenen Titaniten angestellten Untersuchungen.

1. Titanit vom Schwarzenstein im Zillerthal.

Die Krystalle vom Schwarzenstein sind die bekannten grossen Zwillinge von hellgrüner Farbe, mit glänzenden Flächen ausgebildet und klar durchsichtig.

Chemisch analysirt wurde dieser Titanit zuerst von FUCHS (Ann. d. Chem. und Pharm. XLVI. 319), welcher folgende Zusammensetzung fand:

32.52 SiO₂; 43.21 TiO₂; 24.18 CaO = 99.91.

Eingehend hat sich ROSE mit der Analyse dieses Titanits beschäftigt (Pogg. Ann. LXII. 263) und folgendes Resultat erhalten:

32.29 SiO₂; 41.58 TiO₂; 1.07 Fe₂O₃; 26.61 CaO = 101.55.

Der Gehalt an Kieselsäure ist zwar in beiden Analysen ungefähr gleich, dagegen sind die Mengen von Titansäure und Kalk wesentlich verschieden, endlich ist Eisenoxyd nur von ROSE bestimmt worden.

Die optische Untersuchung begann ich mit der Bestim-

mung des scheinbaren Winkels der optischen Axen (mit dem grossen Axenwinkelapparat von Fuess, Berlin). Der Titanit ist optisch positiv, die Axe der kleinsten Elasticität somit die erste Mittellinie, welche nahezu senkrecht zu der Fläche des Doma $\frac{1}{2}P\infty$ (102) = x orientirt ist. Die Ebene der optischen Axen liegt parallel der Symmetrieebene.

Zur Messung des scheinbaren Axenwinkels wurde ein Schliß parallel dem oben genannten Doma angefertigt und es ergab sich:

$$2E = 51^{\circ} 3' (\text{Li}); \quad 45^{\circ} 40' 40'' (\text{Na}); \quad 39^{\circ} 52' 40'' (\text{Ti}).$$

Diese Winkelangaben sind Mittelwerthe aus je sechs Messungen. Ausserordentlich stark tritt hier die Dispersion der Axen hervor.

Zur Bestimmung der Brechungsexponenten dienten zwei Prismen. Die brechende Kante des einen war senkrecht zur Symmetrieebene orientirt und ergab den mittleren Brechungsexponenten β ; die brechende Kante des zweiten war parallel der ersten Mittellinie, dieses Prisma lieferte somit den grössten Brechungsexponenten γ , da ja die erste Mittellinie die Axe der kleinsten Elasticität ist. Da nur die Kanten, nicht aber die Flächen der Prismen orientirt geschliffen waren, konnten nur diese zwei Exponenten bestimmt werden.

Das erste Prisma mit einem brechenden Winkel von $11^{\circ} 55'$ gab für den ordentlichen Strahl als Minimum der Ablenkung:

$$\delta = 10^{\circ} 59' (\text{Li}); \quad 11^{\circ} 5' (\text{Na}); \quad 11^{\circ} 13' (\text{Ti}).$$

Daraus berechnet sich:

$$\beta = 1.9123 (\text{Li}); \quad 1.9206 (\text{Na}); \quad 1.9316 (\text{Ti}).$$

Das zweite Prisma mit einem brechenden Winkel von $12^{\circ} 38'$ ergab für den ordentlichen Strahl:

$$\delta = 13^{\circ} 19' (\text{Li}); \quad 13^{\circ} 29' (\text{Na}); \quad 13^{\circ} 37' (\text{Ti}),$$

woraus sich für γ die Werthe ableiten:

$$\gamma = 2.0407 (\text{Li}); \quad 2.0536 (\text{Na}); \quad 2.0639 (\text{Ti}).$$

Aus dem scheinbaren Winkel der optischen Axen und dem mittleren Brechungsexponenten β berechnet sich der wahre Winkel der optischen Axen:

$$2V = 26^{\circ} 1' 40'' (\text{Li}); \quad 23^{\circ} 19' 8'' (\text{Na}); \quad 20^{\circ} 20' 4'' (\text{Ti}).$$

Aus V , β , γ berechnen sich endlich für den kleinsten Brechungsexponenten α die Werthe:

$$\alpha = 1.9062 \text{ (Li)}; \quad 1.9133 \text{ (Na)}; \quad 1.9278 \text{ (Tl)}.$$

2. Titanit von der Eisbruckalp.

Die gewöhnlich mit Adular auf Glimmerschiefer aufgewachsenen schön ausgebildeten Titanitkrystalle von hellgrüner Farbe sind durchweg Zwillinge und weisen einen grossen Flächenreichtum auf.

Die chemische Analyse, welche ich im Laboratorium des mineralogischen Instituts ausführte (daselbst analysirte ich ebenfalls den Titanit von Val Maggia, St. Gotthard, Wildkreuzjoch, Laacher See, Renfrew und Monroe), ergab die Zusammensetzung:

$$30.87 \text{ SiO}_2; \quad 42.43 \text{ TiO}_2; \quad 27.51 \text{ CaO}; \quad 0.36 \text{ Glühverl.} = 101.17.$$

Mithin abgesehen von dem fehlenden Eisengehalt fast übereinstimmend mit dem Titanit vom Schwarzenstein.

Die optischen Verhältnisse dagegen bieten grössere Abweichungen dar.

Der scheinbare Winkel der optischen Axen wurde gemessen zu:

$$2E = 54^\circ 52' 9'' \text{ (Li)}; \quad 50^\circ 21' 10'' \text{ (Na)}; \quad 45^\circ 26' 30'' \text{ (Tl)}$$

(Mittel aus je sechs Messungen).

Diese Winkelwerthe sind im Mittel um etwa $4^\circ 40'$ grösser, die Dispersion der Axen aber bedeutend geringer als bei dem Titanit vom Schwarzenstein.

Wollte man diese Verschiedenheiten auf die verschiedene chemische Zusammensetzung zurückführen, so könnte man nur den geringen Eisengehalt, den die Analyse des Titanits vom Schwarzenstein aufweist, als Ursache für dieselben ansehen.

Die Bestimmung des mittleren Brechungsexponenten β wurde mit einem Prisma ausgeführt, dessen brechende Kante senkrecht zur Symmetrieebene geschliffen war (ohne Orientirung der Flächen), und dessen Winkel $23^\circ 16'$ betrug.

Für den ordentlichen Strahl fand sich die Ablenkung:

$$\delta = 21^\circ 50' \text{ (Li)}; \quad 22^\circ 1' \text{ (Na)}; \quad 22^\circ 11' \text{ (Tl)};$$

somit

$$\beta = 1.9018 \text{ (Li)}; \quad 1.9091 \text{ (Na)}; \quad 1.9158 \text{ (Tl)}.$$

Ein zweites Prisma wurde so geschliffen, dass seine brechende Kante parallel zur 1. Mittellinie orientirt war, der brechende Winkel betrug $13^{\circ} 55'$.

Die Ablenkung des ordentlichen Strahles betrug:

$$\delta = 13^{\circ} 49' (\text{Li}); \quad 13^{\circ} 59' (\text{Na}); \quad 14^{\circ} 12' (\text{TI}).$$

Hieraus ergeben sich für den grössten Brechungsexponenten γ die Werthe:

$$\gamma = 1.9783 (\text{Li}); \quad 1.9899 (\text{Na}); \quad 2.0051 (\text{TI}).$$

Aus β und E ergibt sich der wahre Winkel der optischen Axen:

$$2V = 28^{\circ} 2' 26'' (\text{Li}); \quad 25^{\circ} 45' 2'' (\text{Na}); \quad 23^{\circ} 15' 44'' (\text{TI}).$$

Berechnet man aus V, β , γ den kleinsten Brechungsexponenten α , so erhält man:

$$\alpha = 1.8973 (\text{Li}); \quad 1.9073 (\text{Na}); \quad 1.9122 (\text{TI}).$$

3. Titanit vom Val Maggia, Cant. Tessin.

Der Titanit vom Val Maggia ist zusammen mit runden Concretionen von Glimmerkrystallen auf Glimmerschiefer aufgewachsen. Die Kryställchen sind etwa 3—4 mm. lang bei gleicher Breite und $1-1\frac{1}{2}$ mm. dick. Dieselben sind trübe und in der Farbe dem Greenovit von St. Marcel nicht unähnlich, jedoch etwas blasser, und sind sämmtlich einfache Krystalle, Zwillinge wurden auf den vier im mineralogischen Museum vorhandenen Handstücken nicht gefunden.

Vorherrschend sind die Flächen des Prismas (Taf. I Fig. 3).

Die Analyse ergab:

30.08 SiO₂; 39.55 TiO₂; 1.72 MnO; 28.26 CaO; 0.32 Glühverl. = 99.93.

Die röthliche Farbe dieses Titanits mag wohl durch den Mangangehalt hervorgerufen sein. Vielleicht ist derselbe auch die Ursache der Abweichungen im optischen Verhalten. Es fanden sich die Werthe für den Winkel der optischen Axen grösser, als bei den bisher erwähnten Titaniten, dagegen ist die Doppelbrechung geringer, als bei dem vom Schwarzenstein.

Der scheinbare Winkel der optischen Axen wurde gemessen zu:

$$2E = 69^{\circ} 1' 40'' (\text{Li}); \quad 63^{\circ} 27' (\text{Na}); \quad 58^{\circ} 30' 40'' (\text{TI}).$$

Die Angaben für rothes und grünes Licht sind Mittelwerthe aus je 6 Messungen, der für gelbes Licht angegebene Winkel ist das Mittel aus 4 Messungen.

Der mittlere Brechungsexponent β wurde bestimmt durch ein Prisma, dessen brechende Kante senkrecht zur Ebene der optischen Axen orientirt war. Der brechende Winkel war $= 12^{\circ} 21'$.

Die Ablenkung des ordentlichen Strahles betrug:

$$\delta = 10^{\circ} 59' (\text{Li}); \quad 11^{\circ} 10' (\text{Na}); \quad 11^{\circ} 20' (\text{Ti}).$$

Folglich

$$\beta = 1.8799 (\text{Li}); \quad 1.8945 (\text{Na}); \quad 1.9077 (\text{Ti}).$$

Die Bestimmung des grössten Brechungsexponenten γ wurde ausgeführt mit einem Prisma, dessen brechende Kante parallel der ersten Mittellinie orientirt war; der brechende Winkel betrug $23^{\circ} 41'$. Nur die Kanten der beiden angewandten Prismen, nicht die Flächen waren orientirt.

Die Ablenkung des ordentlichen Strahles betrug:

$$\delta = 23^{\circ} 55' (\text{Li}); \quad 24^{\circ} 14' (\text{Na}); \quad 24^{\circ} 36' (\text{Ti}),$$

demnach

$$\gamma = 1.9665 (\text{Li}); \quad 1.9788 (\text{Na}); \quad 1.9931 (\text{Ti}).$$

Mit Hilfe von β und E berechnet sich der wahre Winkel der optischen Axen:

$$2V = 35^{\circ} 15' 40'' (\text{Li}); \quad 32^{\circ} 13' 46'' (\text{Na}); \quad 28^{\circ} 31' 8'' (\text{Ti}).$$

Berechnet man ferner aus V, β , γ den kleinsten Brechungsexponenten α , so ergeben sich die Werthe:

$$\alpha = 1.8718 (\text{Li}); \quad 1.8880 (\text{Na}); \quad 1.9026 (\text{Ti}).$$

4. Titanit vom St. Gotthard.

Die Titanitkrystalle, auf Glimmerschiefer aufgewachsen, sind bis zu 3 cm. gross und schön ausgebildet. Sie sind schwach hellbraun gefärbt und durchsichtig. Einige Krystalle sind theilweise mit kleinen Glimmerkryställchen bedeckt.

Die Analyse ergab folgendes Resultat:

29.12 SiO₂; 42.09 TiO₂; MnO Spuren; 27.90 CaO; 0.37 Glühverl. = 99.48.

Diese Zusammensetzung stimmt fast genau überein mit der des Titanit von der Eisbrückalp, abgesehen von dem nur spurenweise vorhandenen Mangan, welches im vorliegenden Falle wohl auch die schwache Färbung bedingt.

Auch in der Grösse des scheinbaren Axenwinkels stimmen beide Titanitvorkommen nahezu überein.

Es ergab sich:

$$2E = 57^{\circ} 20' 30'' \text{ (Li); } 52^{\circ} 29' 40'' \text{ (Na); } 47^{\circ} 54' 40'' \text{ (Tl).}$$

Die mittlere Differenz zwischen diesen Werthen und denen für den Titanit von der Eisbrückalp beträgt nur $2\frac{1}{2}^{\circ}$. Auch die Dispersion der Axen ist in beiden Fällen gleich (Gesamtdifferenz hier $9^{\circ} 25' 50''$, dort $9^{\circ} 25' 39''$). Dagegen stimmen die Brechungsexponenten nicht so ganz überein.

Der mittlere Brechungsexponent β wurde bestimmt durch ein Prisma, dessen Kante senkrecht zur Symmetrieebene geschliffen war. Der brechende Winkel betrug 16° (die Halbierungsebene dieses Winkels kein Hauptschnitt).

Die Ablenkung des ordentlichen Strahls betrug:

$$\delta = 14^{\circ} 24' \text{ (Li); } 14^{\circ} 34' \text{ (Na); } 14^{\circ} 44' \text{ (Tl),}$$

somit

$$\begin{aligned} \beta &= 1.8839 \text{ (Li) (1.9018);} \\ &= 1.8940 \text{ (Na) (1.9091);} \\ &= 1.9041 \text{ (Tl) (1.9158).} \end{aligned}$$

In Klammer stehen die Werthe für β des Titanits von der Eisbrückalp.

Ein zweites Prisma, dessen brechende Kante parallel der ersten Mittellinie orientirt war, lieferte γ . Der brechende Winkel betrug $45^{\circ} 44'$.

Für den ordentlichen Strahl fand sich:

$$\delta = 56^{\circ} 11' \text{ (Li); } 56^{\circ} 56' \text{ (Na); } 57^{\circ} 56' \text{ (Tl),}$$

somit

$$\begin{aligned} \gamma &= 1.9987 \text{ (Li) (1.9783)} \\ &= 2.0093 \text{ (Na) (1.9899)} \\ &= 2.0232 \text{ (Tl) (2.0051).} \end{aligned}$$

Aus E und β ergibt sich für den wahren Winkel der optischen Axen:

$$2V = 29^{\circ} 30' 30'' \text{ (Li); } 27^{\circ} 0' 22'' \text{ (Na); } 24^{\circ} 37' 30'' \text{ (Tl).}$$

Aus V, β , γ berechnet sich für α :

$$\alpha = 1.8766 \text{ (Li); } 1.8879 \text{ (Na); } 1.8989 \text{ (Tl).}$$

5. Titanit vom Wildkreuzjoch.

Der Titanit vom Wildkreuzjoch ist in der Farbe nicht sehr verschieden von dem eben erwähnten Titanit vom St. Gotthard, doch ist er meist von noch klarerer Beschaffenheit, aber von zahlreichen unregelmässig verlaufenden Sprüngen durch-

setzt. Durch das Vorherrschen der Hemipyramide $\frac{2}{3}P2$ (123) erhalten die Krystalle einen prismatischen Habitus. Die Enden der etwa 3—4 cm. langen Prismen werden gebildet durch die Basis OP (001) = P , und das Orthodoma $P\infty$ ($\bar{1}01$) = y , denen sich zuweilen noch das Doma $P\infty$ (011) zugesellt.

Die chemische Zusammensetzung ist:

34.57 SiO_2 ; 44.92 TiO_2 ; Fe_2O_3 Spuren; 22.54 CaO = 102.03.

Auffallend niedrig ist der Kalkgehalt gegenüber dem hohen Gehalt an Kieselsäure und Titansäure.

Der scheinbare Winkel der optischen Axen wurde gemessen zu:

$2E = 52^\circ 36'$ (Li); $47^\circ 44' 10''$ (Na); $44^\circ 23'$ (Tl).

Diese Werthe kommen den für den Titanit vom Zillertal und von der Eisbrückalp angegebenen Axenwinkeln am nächsten. Abgesehen aber davon, dass die Dispersion der Axen hier bedeutend geringer ist (Gesamtdifferenz hier nur $8^\circ 13'$ gegenüber $11^\circ 10'$ resp. $9^\circ 25'$), ist besonders die Differenz in der chemischen Zusammensetzung sehr gross. Dieselbe tritt besonders hervor beim Kalkgehalt, dort 28% resp. $27\frac{1}{2}\%$, hier nur $22\frac{1}{2}\%$.

Ein Prisma, dessen brechende Kante senkrecht zur Ebene der optischen Axen orientirt war, mit einem brechenden Winkel von $8^\circ 40'$, lieferte den mittleren Brechungsexponenten β .

Es fand sich für den ordentlichen Strahl:

$\delta = 7^\circ 46'$ (Li); $7^\circ 53'$ (Na); $7^\circ 59'$ (Tl),

somit

$\beta = 1.8958$ (Li); 1.9048 (Na); 1.9162 (Tl).

Mit einem Prisma, dessen brechende Kante parallel der ersten Mittellinie geschliffen war, wurde γ bestimmt. Der brechende Winkel betrug $43^\circ 45'$.

Es fand sich für den ordentlichen Strahl:

$\delta = 46^\circ 49'$ (Li); $47^\circ 25'$ (Na); $48^\circ 3'$ (Tl),

demnach

$\gamma = 1.9072$ (Li); 1.9171 (Na); 1.9274 (Tl).

Aus β und E berechnet sich für den wahren Winkel der optischen Axen:

$2V = 27^\circ 5' 40''$ (Li); $24^\circ 31' 46''$ (Na); $22^\circ 44'$ (Tl).

Für α berechnen sich die Werthe:

$\alpha = 1.8889$ (Li); 1.9042 (Na); 1.9160 (Tl).

6. Titanit vom Laacher See.

Die in den Auswürflingen des Laacher Sees vorkommenden hellgelb bis orangegelb gefärbten glänzenden Krystalle von Titanit sind von G. VOM RATH beschrieben worden (Pogg. Ann. CXV. 466—472). Darnach treten folgende Flächen auf:

$$\begin{aligned} 0P(001) &= P, \infty P_{\infty}(010) = q, P_{\infty}(\bar{1}01) = y, -P_{\infty}(101) = v, \\ P_{\infty}(011) &= r, \infty P(110) = l, \frac{2}{3}P2(\bar{1}23) = n, -2P2(121) = t. \end{aligned}$$

Die chemische Zusammensetzung ist:

$$30.10 \text{ SiO}_2; 38.12 \text{ TiO}_2; 1.86 \text{ Fe}_2\text{O}_3; 29.59 \text{ CaO}; 0.66 \text{ Glühverl.} = 100.33.$$

Während hiernach Kieselsäure und Kalk in dem gewöhnlichen Verhältniss vorhanden sind, ist eine ziemliche Menge Eisenoxyd beigemischt, welches auch wohl die gelbe Farbe des Minerals bedingt. Nun ist das optische Verhalten so verschieden von dem der schon genannten Titanite, dass es wohl möglich ist, dass eben dieser Eisengehalt die Abweichungen verursacht.

Der scheinbare Winkel der optischen Axen ist:

$$2E = 72^{\circ} 10' (\text{Li}); 68^{\circ} 9' 20'' (\text{Na}); 62^{\circ} 52' 48'' (\text{Ti}).$$

Bei dieser grossen Differenz zwischen den früher angegebenen Werthen und diesem ist es bemerkenswerth, dass gleichwohl die Dispersion der Axen ungefähr dieselbe bleibt, wie bei den anderen Titaniten. Dasselbe lässt sich in Bezug auf den mittleren Brechungsexponenten sagen.

Die brechende Kante des Prismas, welches zur Bestimmung von β benutzt wurde, war senkrecht zur Ebene der optischen Axen geschliffen, die Flächen lagen nicht orientirt; der brechende Winkel war = $27^{\circ} 57'$.

Für den ordentlichen Strahl betrug die Ablenkung:

$$\delta = 26^{\circ} 35' (\text{Li}); 26^{\circ} 55' 30'' (\text{Na}); 27^{\circ} 16' 30'' (\text{Ti}),$$

demnach

$$\beta = 1.8967 (\text{Li}); 1.9076 (\text{Na}); 1.9188 (\text{Ti}).$$

Es ergibt sich für den wahren Winkel der optischen Axen hieraus:

$$2V = 36^{\circ} 11' (\text{Li}); 34^{\circ} 9' 40'' (\text{Na}); 31^{\circ} 32' 40'' (\text{Ti}).$$

7. Titanit von Arendal.

Die im Syenit eingewachsenen Titanitkrystalle von Arendal haben einen prismatischen Habitus durch das Vorherrschen der Hemipyramide $\frac{2}{3}P2(\bar{1}23)$, dazu treten auf die Flächen:

$$0P(001) = P, P_{\infty}(\bar{1}01) = y, P_{\infty}(011) = r.$$

Die Krystalle sind dunkelbraun gefärbt und werden nur in sehr dünnen Platten durchsichtig. Infolge dessen war es nicht möglich, die Brechungsexponenten mit gewünschter Genauigkeit zu bestimmen. Einerseits konnten wegen der mangelhaften Durchsichtigkeit Prismen zur Messung der Ablenkung der Lichtstrahlen nicht angewendet werden, andererseits ist auch die Anwendung des Totalreflectometers hier wegen der Grösse der Brechungsexponenten ausgeschlossen. Von andern Methoden aber habe ich von vornherein abgesehen, weil mir dieselben nicht den Anspruch auf die nöthige Genauigkeit machen zu können scheinen.

Analysirt wurde dieser Titanit von ROSALES (POGG. ANN. LXII. 263). Das Ergebniss zweier Analysen war folgendes:

	I.	II.	
Si O ₂ =	30.69 %	31.20 %	
Ti O ₂ =	47.65	40.92	}
Fe ₂ O ₃ =	47.65	5.63	
Ca O =	22.06	22.25	46.55
	100.60	100.00	

Die optische Untersuchung ergab für den scheinbaren Winkel der optischen Axen folgende Werthe:

$$2E = 76^{\circ} 27' 45'' (\text{Li}); \quad 71^{\circ} 17' 10'' (\text{Na}); \quad 66^{\circ} 24' 10'' (\text{Ti}).$$

Diese Winkel kommen denen am nächsten, welche für den Titanit vom Laacher See angegeben wurden. In der chemischen Zusammensetzung aber sind diese beiden sehr verschieden, hier der hohe Eisengehalt bei verhältnissmässig geringem Kalkgehalt, dort gerade das umgekehrte Verhältniss. Dass der bedeutende Eisengehalt, wie ihn die obige Analyse aufweist, einen verändernden Einfluss auf den Winkel der optischen Axen hat, ist wohl anzunehmen, ob dieser aber die einzige Ursache für die Grösse dieses Winkels ist, ist zum mindesten fraglich.

8. Titanit von Renfrew in Canada.

Der Titanit von Renfrew, in den bekannten grossen, dunkelbraun gefärbten, stark glänzenden Krystallen auftretend, zeigt meist die Combination der Formen:

$$\frac{2}{3}P2(\bar{1}23) = n, P_{\infty}(\bar{1}01) = y, P_{\infty}(011) = r, -2P2(121) = t.$$

Die einfachen Krystalle sind gewöhnlich tafelförmig nach $P\infty$. Zwillinge nach dem Gesetz „Z. E = OP“ sind nicht selten. Es kommt an diesen Krystallen noch eine Zwillingungsverwachsung nach einem anderen Gesetz vor, nämlich Z. E = $\frac{4}{3}P4$ (I45) (nähere Angaben darüber siehe Theil II).

Die chemische Analyse ergab:

30.58 SiO₂; 41.41 TiO₂; 2.55 Al₂O₃; 1.35 Fe₂O₃; 22.55 CaO; 0.29 MgO;
0.12 Glühverl. = 98.85.

Der scheinbare Winkel der optischen Axen wurde bestimmt zu:

2E = 90° 56' 40" (Li); 85° 58' 50" (Na); 80° 18' 20" (Ti).

Mit den geringen Beimengungen von Thonerde, Eisenoxyd und Magnesia, welche zusammen nur ungefähr 4% ausmachen, lässt sich dieser hohe Werth des scheinbaren Winkels der optischen Axen nicht in Einklang bringen, zumal da bei vorher erwähnten Titaniten bei grösseren Mengen fremder Beimengungen geringere Unterschiede in optischer Beziehung hervorgetreten sind.

Die Dispersion der Axen ist auch hier wieder nicht wesentlich verschieden von der bei anderen Varietäten, sie ist fast genau so stark hier als bei dem Titanit von Val Maggia (s. S. 7).

9. Titanit von Grenville in Canada.

Dieser Titanit ist in Farbe und äusserer Form nicht verschieden von dem von Renfrew. Zur Benutzung lagen zwei Krystalle vor, etwa 1 cm. dick und 4 cm. lang bei gleicher Breite. Die an denselben auftretenden Flächen sind:

$P\infty$ (101) = y, $P\infty$ (011) = r, $\frac{4}{3}P2$ (123) = n, $-2P2$ (121) = t.

Auch kommt bei diesen Krystallen die eben schon erwähnte Zwillingbildung (Z. E = $\frac{4}{3}P4$ (I45)) vor.

Eine Analyse dieses Titanits verdanke ich der gütigen Mittheilung des Herrn HARRINGTON, welcher folgende Zusammensetzung fand:

32.09 SiO₂; 37.03 TiO₂; 1.16 FeO; 28.50 CaO; 0.66 Glühverl. = 99.47.

Demnach trotz des gleichen äusseren Habitus doch auffallend verschieden von dem Titanit von Renfrew, besonders in Hinsicht auf den Kalkgehalt. Die Analyse gleicht am mei-

sten der des Titanits vom Laacher See, jedoch sind die optischen Eigenschaften dieser beiden Vorkommen sehr verschieden.

Der scheinbare Winkel der optischen Axen wurde gemessen zu:

$$2E = 94^{\circ} 11' 30'' \text{ (Li)}; \quad 88^{\circ} 16' 30'' \text{ (Na)}; \quad 85^{\circ} 29' \text{ (Tl)}.$$

Für rothes Licht also um 22° grösser als bei dem Titanit vom Laacher See, aber nur $3\frac{1}{4}^{\circ}$ grösser als bei dem Titanit von Renfrew, bei welchem aber die Dispersion der Axen bedeutend stärker ist als bei diesem.

10. Titanit von Monroe in Michigan U. S. A.

Dieser Titanit ist seiner äusseren Form nach sehr ähnlich dem von Arendal, doch haben die Krystalle eine etwas hellere Färbung.

Vorwiegend ist die Hemipyramide $\frac{2}{3}P2 (\bar{1}23) = n$, an den Enden $OP (001) = P$, und $P\infty (\bar{1}01) = y$. Zwillingkrystalle fanden sich nicht.

Die chemische Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

$$30.92 \text{ SiO}_2; \quad 34.44 \text{ TiO}_2; \quad 2.61 \text{ Al}_2\text{O}_3; \quad 7.84 \text{ Fe}_2\text{O}_3; \quad 23.93 \text{ CaO}; \quad 0.32 \text{ MgO}; \\ 0.20 \text{ Glühverl.} = 100.26.$$

Von allen beschriebenen Vorkommen hat dieser Titanit den höchsten Gehalt an Eisenoxyd, den niedrigsten an Titansäure.

Wie in der chemischen Zusammensetzung von allen anderen Varietäten durchaus verschieden, so im optischen Verhalten.

Der scheinbare Winkel der optischen Axen ist:

$$2E = 63^{\circ} 51' 40'' \text{ (Li)}; \quad 60^{\circ} 13' 30'' \text{ (Na)}; \quad 56^{\circ} 28' 40'' \text{ (Tl)}.$$

Die Dispersion der Axen ist also hier geringer als bei irgend einem anderen der genannten Titanite (Gesamtdifferenz nur $7^{\circ} 23'$). Der Winkel der optischen Axen aber trotz des hohen Gehaltes an Eisenoxyd verhältnissmässig klein.

11. Keilhaut von Buoe bei Arendal.

Die Krystalle von Keilhaut, welche in ihrem äusseren Habitus den dunkelbraunen canadischen Titaniten gleichen, und auch dieselbe Zwillingbildung zeigen, wie diese, weisen gewöhnlich folgende Flächen auf:

$$OP (001) = P, \quad P\infty (\bar{1}01) = y, \quad \infty P (110) = l, \quad \frac{2}{3}P2 (\bar{1}23) = n, \quad -2P2 (121) = t.$$

Analysirt wurde dieses Mineral von A. ERDMANN (BERZ. Jahresb. 25, 328), von D. FORBES (Edinb. N. Phil. J. II) und von RAMMELSBURG (POGG. Ann. 106. 296). Die Resultate dieser Analysen habe ich in folgender Tabelle zusammengestellt:

	a.	b.	c.	d.	e.
SiO ₂ =	30.00	29.45	31.33	28.50	29.48 %
TiO ₂ =	29.01	28.14	28.04	27.04	26.67
Al ₂ O ₃ =	6.09	5.90	8.03	5.45	6.24
Fe ₂ O ₃ =	6.35	6.48	6.87 (FeO)	5.90	6.75
MnO =	0.67	0.86	0.28	—	—
CeO =	0.32	0.63	0.52 (BeO)	—	—
CaO =	18.92	18.68	19.56	17.15	20.29
YO =	9.62	9.74	4.78	12.08	8.14
				+ CeO	
MgO =	—	—	—	0.94	—
K ₂ O =	—	—	—	3.59	0.54
	100.98	99.88	99.41	100.65	98.73

(a und b von ERDMANN, c von FORBES, d und e von RAMMELSBURG, erstere mit krystallisirtem, letztere mit derbem Material.)

Da der scheinbare Winkel der optischen Axen zu gross war, als dass die Pole in Luft hätten austreten können, so wurde derselbe in Monobromnaphthalin gemessen. Herr Dr. phil. KLINGEMANN hatte die grosse Freundlichkeit, dieses im chemischen Laboratorium der Universität Bonn darzustellen. Das Präparat hatte nach mehrfach wiederholter Destillation eine hellgelbe Farbe. Der Brechungsexponent wurde bestimmt zu:

$$1.6472 \text{ (Li); } 1.6579 \text{ (Na); } 1.6681 \text{ (Tl).}$$

Bei Anwendung dieser Flüssigkeit erhielt ich für den scheinbaren Winkel der optischen Axen folgende Werthe:

$$2E = 60^{\circ} 38' 30'' \text{ (Li); } 58^{\circ} 39' \text{ (Na); } 57^{\circ} 28' \text{ (Tl).}$$

Daraus berechnet sich für den scheinbaren Winkel der optischen Axen in Luft:

$$2E = 112^{\circ} 31' 20'' \text{ (Li); } 108^{\circ} 34' 40'' \text{ (Na); } 106^{\circ} 37' 20'' \text{ (Tl).}$$

Also bedeutend grösser als bei irgend einer Titanitvarietät, die Dispersion der Axen aber geringer.

Um zum Schlusse dieses Theiles eine Übersicht über die Analysen und die scheinbaren Winkel der optischen Axen zu geben, füge ich folgende Tabellen bei:

I. Chemische Zusammensetzung
(nach der Menge des Eisengehaltes geordnet).

Fundort	Si O ₂	Ti O ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Ca O	Mn O	%
1. Eisbruckalp	30.87	42.43	—	—	26.61	—	100.81
2. St. Gotthard	29.12	42.09	—	—	27.90	Spur	99.11
3. Val Maggia	30.08	39.55	—	—	28.26	1.72	99.61
4. Wildkrenzjoch	34.57	44.92	Spur	—	22.54	—	102.03
5. Zillertal	32.29	41.58	1.07	—	26.61	—	101.55
6. Grenville	32.09	37.06	1.16 (FeO)	—	28.50	—	98.81
7. Renfrew	30.58	41.41	1.35	2.55	22.55	0.29 (Mg O)	98.73
8. Laacher See	30.10	38.12	1.86	—	29.59	—	99.67
9. Arendal	31.20	40.92	5.63	—	22.25	—	100.00
10. (Keilhaut) Buoe	28.50	27.04	5.90	5.45	17.50	13.02 $\left\{ \begin{array}{l} \text{MgO} \\ \text{CeO} \\ \text{Y O} \end{array} \right\}$, 3.59 K ₂ O	100.65
11. Monroe	30.92	34.44	7.84	2.61	23.93	0.32	100.06

II. Scheinbarer Winkel der optischen Axen

(nach der Grösse geordnet).

Fundort	Li	Diff.	Na	Diff.	Tl	Gesamtdiff.
1. Zillerthal	51° 3' 0"	5° 22' 40"	45° 40' 40"	5° 48' 0"	39° 52' 40"	11° 10' 20"
2. Wildkreuzjoch	52 36	4 51 50	47 44 10	3 21 10	44 23	8 13
3. Eisbruckalp	54 52 9	4 30 59	50 21 10	4 54 40	45 26 30	9 25 39
4. St. Gotthard	57 20 30	4 50 50	52 29 40	4 35	47 54 40	9 25 50
5. Monroe	63 51 40	3 38 10	60 13 30	3 44 50	56 28 40	7 23
6. Val Maggia	69 1 40	5 43 40	63 27	4 56 20	58 30 40	10 31
7. Laacher See	72 10	4 0 40	68 9 20	5 16 32	62 52 48	9 17 12
8. Arendal	76 27 45	5 10 35	71 17 10	4 53	66 24 10	10 3 35
9. Renfrew	90 56 40	4 57 50	85 58 50	5 40 30	80 18 20	10 38 20
10. Grenville	94 11 30	5 55	88 16 30	2 47 30	85 29	8 42 30
11. Buoe (Keilhanit)	112 31 20	3 56 40	108 34 40	1 57 20	106 37 20	5 54 20

Bei der Vergleichung dieser beiden Tabellen sieht man, dass im Allgemeinen die eisenhaltigen Titanite einen grösseren Winkel der optischen Axen haben, als die eisenfreien. Ausgenommen sind der Titanit von Monroe, welcher bei sehr hohem Eisengehalt einen verhältnissmässig kleinen Axenwinkel, und der Titanit vom Zillerthal, welcher bei 1.07 % Fe_2O_3 den kleinsten Axenwinkel hat. Dass der Titanit vom Val Maggia bei vollständigem Mangel an Eisen einen ziemlich grossen Axenwinkel aufweist, liesse sich vielleicht durch den Mangengehalt erklären.

Ferner aber geht hervor, dass die Grösse des Axenwinkels bei den eisenhaltigen Titaniten nicht im Verhältniss steht zu dem Eisengehalt, dass also ein gesetzmässiger Zusammenhang hier wohl nicht vorhanden ist.

Die bedeutenden Differenzen können daher nicht auf fremde Beimengungen allein zurückgeführt werden; ihre Ursache mag auch zum Theil auf verschiedenen Entstehungsweisen und Druckerscheinungen beruhen.

Erwähnt sei noch, dass beim Erhitzen der Präparate (selbst über 200°C.) die optischen Eigenschaften keine wesentlichen Veränderungen erlitten.

II. Krystallographischer Theil.

Die in diesem Theile der Arbeit behandelten Titanitkrystalle stammen von folgenden Fundorten her: Kreuzlithal in Graubünden, Val Maggia, Tavetsch, Ofenhorn, Binnenthal, Kriegalp und Eisbruckalp.

Dazu kommen noch einige Bemerkungen über den canadischen Titanit, von welchem durch die grosse Freundlichkeit des Herrn Geheimrath Prof. Dr. G. VOM RATH mehrere Krystalle mir zur Verfügung gestellt wurden.

Die Untersuchungen für dieses Mineral, dessen Kenntniss in krystallographischer Beziehung besonders durch die Arbeiten von F. HESSENBERG¹ gefördert worden ist, welcher 44 verschiedene Theilgestalten zusammenstellte, haben nun eine grosse Anzahl neuer Flächen ergeben, so dass im Ganzen

¹ HESSENBERG: Abhandl. der Senckenb. naturf. Ges. in Frankf. a. M. 1856—72.

75 verschiedene Formen als am Titanit auftretend zu verzeichnen sind.

Im Folgenden sind die Resultate der Untersuchungen zusammengestellt.

1. Titanit vom Kreuzlithal. (Taf. I Fig. 1 u. 2.)

Das vorliegende Stück besteht aus mehreren etwa 2 cm. langen, 1 cm. breiten Krystallen, welche eine Dicke von nur 2—3 mm. haben. Je zwei dieser Krystalle befinden sich in Zwillingstellung (Durchkreuzungszwillinge nach dem Gesetz $Z.E = OP (001) = P$), und sind zum Theil bedeckt von Adularkrystallen, welche ihrerseits wieder einen Überzug von Chlorit tragen. Die Farbe des Titanits ist eine trüb gelblichgrüne, die Flächen jedoch sind glänzend ausgebildet mit Ausnahme derjenigen des Hemidomas $\frac{1}{2}P\infty (\bar{1}02) = x$, welche uneben und matt sind. Letztgenannte Fläche ist die an den Krystallen vorherrschende und bedingt die tafelförmige Ausbildung derselben.

Die durch ihren Flächenreichtum ausgezeichneten Krystalle stellen folgende Combination dar:

$OP (001) = P,$	$4P4 (\bar{1}41) = s,$
$P\infty (\bar{1}01) = y,$	$2P6 (\bar{1}63) = d,$
$\frac{1}{2}P\infty (\bar{1}02) = x,$	$\frac{2}{3}P2 (\bar{1}23) = n,$
$\infty P (110) = l,$	$-\frac{1}{2}P (112) = i,$
$\infty P3 (\bar{1}30) = M,$	$-2P2 (121) = t,$
$P\infty (011) = r,$	$-\frac{4}{3}P4 (143) = w.$
$\frac{1}{3}P\infty (013) = o,$	

Ausser dem schon vorher erwähnten Doma $\frac{1}{2}P\infty$ sind gross ausgebildet die Flächen der Basis $OP (001)$, des Domas $P\infty (\bar{1}01)$, des Prismas $\infty P (110)$ und bei einigen Krystallen die Flächen der Pyramiden $4P4 (\bar{1}41)$ und $\frac{2}{3}P2 (\bar{1}23)$. Alle übrigen Flächen treten nur sehr untergeordnet auf und sind auch nicht an allen Individuen vorhanden; $-2P2 (121)$, $-\frac{4}{3}P4 (143)$, $P\infty (011)$ als schmale Streifen in der Zone $\frac{2}{3}P2 (\bar{1}23)$ und $\infty P (110)$; $2P6 (\bar{1}63)$ und $\infty P3 (\bar{1}30)$ in der Zone $P\infty (011)$ und $4P4 (\bar{1}41)$. Dieser Zonenverband tritt besonders in der geraden Projection (Fig. 2) deutlich hervor.

Es wurde

gemessen: berechnet:		gemessen: berechnet:	
110 : 130 = 51° 54'	52° 17'	110 : $\bar{1}23 = 78° 49'$	78° 50'
110 : 01 $\bar{1}$ = 73 32	73 56	$\bar{1}41 : 14\bar{1} = 67 55$	67 58

gemessen: berechnet:		gemessen: berechnet:	
$\bar{1}41 : \bar{1}63 = 20^\circ 9'$	$19^\circ 55'$	$\bar{1}41 : \bar{1}12 = 75^\circ 20'$	$74^\circ 59'$
$\bar{1}41 : 011 = 46 37$	$46 40$	$011 : \bar{1}23 = 27 17$	$27 14$
$\bar{1}41 : \bar{1}30 = 20 28$	$20 23$	$001 : 013 = 11 36$	$12 19$
$\bar{1}41 : \bar{1}2\bar{1} = 48 28$	$48 50$		

Anmerkung. Die nebenstehenden berechneten Werthe sind aus den Elementen, welche HESSENBERG angiebt (nach DES CLOIZEAUX berechnet), abgeleitet, nämlich aus dem Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0.427145 : 1 : 0.657534$$

und

$$\beta = 85^\circ 22' 22''.$$

Dieselben Elemente sind auch bei allen folgenden Berechnungen in Anwendung gekommen. Die Winkel sind hier wie im Folgenden Normalenwinkel.

2. Titanit vom Val Maggia, Cant. Tessin. (Taf. I Fig. 3.)

Die Combination der kleinen mit nur schwach glänzenden Flächen ausgebildeten Krystalle ist folgende:

$0P (001) = P,$	$\frac{1}{2}P (\bar{1}12) = z,$
$\frac{1}{2}P\infty (\bar{1}02) = x,$	$\frac{3}{4}P\frac{1}{2} (\bar{2}74) = Z,$
$P\infty (\bar{1}01) = y,$	$\infty P (110) = l,$
$\infty P\infty (010) = q,$	$\infty P3 (130) = M.$
$\frac{3}{8}P2 (\bar{1}23) = n,$	

Die Fläche $\frac{3}{4}P\frac{1}{2} (\bar{2}74)$ ist neu. Dieselbe wurde an einem Krystalle beobachtet als Abstumpfung der Combinationskante von $\frac{1}{2}P\infty (\bar{1}02)$ und $\infty P\infty (010)$ zugleich mit der seltenen Fläche $\frac{1}{2}P (\bar{1}12)$. Wegen des schwachen Glanzes beider Flächen waren Messungen mit dem Goniometer nur mit aufgesetzter Lupe möglich; dieselben ergaben:

$$\begin{array}{l} \bar{1}02 : \bar{1}12 = 14^\circ 29' \text{ berechnet } 15^\circ 8' 30'' \\ \bar{1}02 : \bar{2}74 = 43 26 \quad \text{,,} \quad 43 31 30 \end{array}$$

Gemessen wurde ferner:

$$\begin{array}{l} 010 : 130 = 39^\circ 36' \text{ berechnet } 38^\circ 3' 30'' \\ 001 : \bar{1}02 = 39 17 \quad \text{,,} \quad 39 20 3 \end{array}$$

Für die Pyramide $\frac{3}{4}P\frac{1}{2} (\bar{2}74)$ berechnet sich:

$$\bar{2}74 : \bar{2}74 = 87^\circ 3'; 001 : \bar{2}74 = 55^\circ 53' 15''.$$

Nur selten finden sich Krystalle von Titanit, bei welchen die prismatische Zone so stark hervortritt, wie bei diesem Vorkommen. Vorzüglich sind die Flächen des Prismas $\infty P (110)$

ausgebildet, während die Flächen des Prismas $\infty P3$ (130) und der Symmetrieebene $\infty P\infty$ (010) nur als weniger breite Streifen auftreten. An den Enden der Krystalle findet sich vorwiegend $\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$), wogegen OP (001) und $P\infty$ ($\bar{1}01$) ziemlich zurücktreten. Die Flächen der Hemipyramide $\frac{2}{3}P2$ ($\bar{1}23$) sind nur sehr klein und fehlen bei vielen Krystallen vollständig.

Zu erwähnen ist noch, dass sich auf sämtlichen vier vorliegenden Handstücken dieses Fundortes keine Zwillingkrystalle vorgefunden haben, während doch sonst die aufgewachsenen Titanitkrystalle fast stets Zwillingbildung erkennen lassen.

3. Titanit von Tavetsch (Taf. I Fig. 4.)

Aufgewachsen auf glänzenden durchsichtigen Adularkrystallen fanden sich kleine 2—3 mm. lange Kryställchen von Titanit von blassgelber Farbe und schöner Ausbildung. Zur Messung wurde ein 2 mm. langer, 1 mm. dicker Krystall abgelöst.

Es fanden sich folgende Flächen:

OP (001) = P,	$\infty P3$ (130) = M,
$\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$) = x,	$P\infty$ (011) = r,
$P\infty$ ($\bar{1}01$) = y,	$\frac{2}{3}P\infty$ (027) = O,
$\frac{2}{3}P2$ ($\bar{1}23$) = n,	$-\frac{1}{3}P4$ (143) = w,
$4P4$ ($\bar{1}41$) = s,	$\frac{6}{13}P3$ ($\bar{6}.2.13$) = L',
$-2P2$ (121) = t,	$\frac{11}{24}P\frac{1}{8}$ ($\bar{1}1.8.24$) = A.
∞P (110) = l,	

Die drei Flächen $\frac{2}{3}P\infty$ (027), $\frac{6}{13}P3$ ($\bar{6}.2.13$), $\frac{11}{24}P\frac{1}{8}$ ($\bar{1}1.8.24$) sind bisher am Titanit nicht beobachtet worden. Die Flächen des neuen Klinodomas $\frac{2}{3}P\infty$ sind ziemlich gross ausgebildet und stark glänzend. Ihre Neigung zur Basis OP (001) wurde gemessen zu:

$$10^{\circ} 57'; \quad \text{berechnet } 10^{\circ} 38' 34'',$$

somit sehr nahe dem Klinodoma $\frac{1}{3}P\infty$; aber bei den guten Reflexen, welche die Flächen im Goniometer ergaben, ist die Identität der beiden Domen ausgeschlossen.

Die Flächen der Hemipyramide $\frac{6}{13}P3$ ($\bar{6}.2.13$) liegen in der Zone $\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$) und $\frac{2}{3}P2$ ($\bar{1}23$) (s. Fig. 4). Das Symbol berechnet sich aus der Neigung:

$$\bar{1}02 : \bar{6}.2.13 = 5^{\circ} 16'; \quad (\text{berechnet } 5^{\circ} 28' 49'').$$

Diese Pyramide scheint die Ursache einer Knickung zu sein, welche häufig an Titanitkrystallen auf der Fläche des Domas $\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$) zu beobachten ist. Im vorliegenden Falle war diese Hemipyramide gut ausgebildet und lieferte auch brauchbare Reflexe.

Berechnet wurde noch:

$$\begin{aligned}\bar{6}.2.13 : \bar{6}.2.13 &= 13^{\circ} 2' 54'', \\ \bar{6}.2.13 : 001 &= 53 21 47.\end{aligned}$$

Die dritte neue Fläche $\frac{1}{4}P^{\frac{1}{8}}$ ($\bar{1}\bar{1}.8.24$) = \angle liegt in der Zone $\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$), $\infty P8$ (180), $4P4$ ($\bar{1}41$), wie die vorher erwähnte ebenfalls mit nur geringer Neigung gegen $\frac{1}{2}P\infty$.

Die Messung ergab:

$$\bar{1}02 : \bar{1}\bar{1}.8.24 = 10^{\circ} 57'; \quad \text{berechnet } 10^{\circ} 50' 57''.$$

Auch die Flächen dieser Pyramide sind gross ausgebildet und besitzen schönen Glanz. Es berechnet sich für diese Form:

$$\begin{aligned}\bar{1}\bar{1}.8.24 : \bar{1}\bar{1}.8.24 &= 28^{\circ} 41' 0'' \\ \bar{1}\bar{1}.8.24 : 001 &= 54 33 \\ \bar{1}\bar{1}.8.24 : \bar{1}41 &= 47 44 10.\end{aligned}$$

	Gemessen wurde:	berechnet:
011 : $\bar{1}20$	= 27° 8'	27° 14'
$\bar{1}23$: 143	= 49 4	48 53
$\bar{1}23$: 121	= 71 27	71 21
$\bar{1}23$: $\bar{1}\bar{1}0$	= 78 44	78 50
121 : 130	= 27 49	28 27
121 : 141	= 49 41	48 50
121 : 011	= 84 19	84 30
$\bar{1}41$: 141	= 67 52	67 58
$\bar{1}23$: $\bar{6}.2.13$	= 24 20	23 37 20''.

4. Titanit vom Ofenhorn im Binnenthal.

(Taf. I Fig. 5 u. 6.)¹

Die bis 4 mm. langen, 2 mm. breiten Titanitkrystalle vom Ofenhorn haben eine gelblichgrüne Farbe, welche nach den Enden zu allmählig in dunkelbraun übergeht. Sie sind zusammen mit grösseren Quarz- und winzigen Adularkrystallen auf einem Glimmerschiefer aufgewachsen und erhalten durch die vorzügliche Ausbildung einer Zone ein eigenartiges Aussehen.

¹ Die Figur ist so gezeichnet, dass die Hemipyramide $4P4 = s$ als verticales Prisma erscheint.

Die Untersuchung ergab die Combination folgender 13 Formen:

$0P$ (001)	= P,	$-2P2$ (121) = t,
$P\infty$ ($\bar{1}01$)	= y,	$-3P\frac{3}{2}$ (231) = t ¹ ,
$\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$)	= x,	$-\frac{3}{2}P\frac{7}{5}$ (572) = t ² ,
∞P (110)	= l,	$-\frac{9}{2}P\frac{9}{7}$ (792) = t ⁴ ,
$\frac{2}{3}P2$ ($\bar{1}23$)	= n,	$-5P\frac{5}{4}$ (451) = t ⁵ (s),
$4P4$ ($\bar{1}41$)	= s,	$-6P\frac{6}{5}$ (561) = t ⁶ .
$\frac{1}{3}P12$ ($\bar{1}.12.13$)	= D,	

Ein Krystall zeigte ausserdem noch die Fläche $\infty P3$ (130) = M.

Neu sind die vier Flächen:

$$\frac{1}{3}P12 (\bar{1}.12.13), -6P\frac{6}{5} (561), -\frac{9}{2}P\frac{9}{7} (792), -\frac{3}{2}P\frac{7}{5} (572).$$

Sie liegen sämmtlich in der Zone:

$$P\infty (\bar{1}01), \infty P (110), P\infty (01\bar{1});$$

dieselben bewirken zahlreiche Streifen auf den Flächen des Prismas ∞P , und runden letzteres nach seiner Combinationskante mit $\frac{2}{3}P2$ hin ab.

Die Fläche $\frac{1}{3}P12$ ($\bar{1}.12.13$), welche auf den Flächen der Pyramide $\frac{2}{3}P2$ ($\bar{1}23$) eine Streifung verursacht, ist nur sehr schmal ausgebildet; ihre Neigung zu $\frac{2}{3}P2$ wurde gemessen zu $21^{\circ} 14'$ (berechnet $21^{\circ} 7' 56''$).

Auch wurde gemessen $\bar{1}.12.13 : \bar{1}01 = 59^{\circ} 19'$,

$$\text{berechnet} \quad = 59^{\circ} 23' 56''.$$

Fernere Berechnungen ergaben:

$$\bar{1}.12.13 : \bar{1}.12.13 = 62^{\circ} 36' 0''$$

$$\bar{1}.12.13 : 001 = 31 \quad 57 \quad 20$$

$$\bar{1}.12.13 : 110 = 80 \quad 2 \quad 4.$$

Die übrigen drei Flächen $-6P\frac{6}{5}$, $-\frac{9}{2}P\frac{9}{7}$, $-\frac{3}{2}P\frac{7}{5}$ liegen zwischen ∞P (110) und $-2P2$ (121) mit den beiden Flächen, $-3P\frac{3}{2}$ (231) und $-5P\frac{5}{4}$ (451) eine fast continuirliche Reihe bildend, indem die Abschnitte auf der Vertikalaxe fortschreiten wie 2, 3, $3\frac{1}{2}$, $4\frac{1}{2}$, 5, 6, ∞ . Das fehlende Glied 4 ist durch spätere Untersuchungen ebenfalls hinzugekommen.

Die Fläche $-3P\frac{3}{2}$ (231) wurde zuerst von JEREMEJEW an dem Titanit aus den Achmatowskschen Gruben der Nasjam'schen Berge beobachtet¹. JEREMEJEW wählt die Aufstellung für den

¹ P. W. JEREMEJEW, Titanit des Nasjamschen und des Ilmgebirges. Verhandl. d. kais. russ. min. Ges. [2] XVI. 1881 (cf. GROTH, Zeitschr. f. Kryst. V. 499).

Titanit, wie sie DES CLOIZEAUX angiebt, und darnach erhält diese Form das Zeichen $(334) = \frac{3}{4}P$. Bei den Krystallen vom Ofenhorn sind die Flächen dieser Form nur als schmale Streifen ausgebildet. Gemessen wurde ihre Neigung zum Prisma $110 : 231 = 16^\circ 49'$, berechnet $17^\circ 32' 27''$. Es berechnet sich ferner:

$$231 : 2\bar{3}1 = 61^\circ 29' 40''$$

$$231 : 001 = 71 \quad 6 \quad 17$$

$$231 : 10\bar{1} = 58 \quad 6 \quad 27.$$

Diese Fläche liegt auch noch in der Zone: $-P\infty (101)$, $\infty P3 (130)$, $3P\infty (031)$, und es berechnet sich:

$$101 : 231 = 33^\circ 32' 5''.$$

Ebenfalls nur als schmaler Streifen erscheint die Fläche $-\frac{7}{2}P\frac{7}{5} (572) = t^2$.

Gemessen wurde $572 : 110 = 14^\circ$, berechnet $14^\circ 26' 44''$.

Fernere Berechnungen ergaben:

$$572 : 572 = 59^\circ 7' 40''$$

$$572 : 001 = 70 \quad 40 \quad 3$$

$$572 : 10\bar{1} = 55 \quad 0 \quad 44.$$

Auch die Fläche $-\frac{3}{2}P\frac{3}{7} (792) = t^4$ ist nur schmal entwickelt. Es wurde gemessen:

$$792 : 110 = 10^\circ 32'; \quad \text{berechnet } 10^\circ 37' 10''.$$

Folgende Winkel wurden berechnet:

$$792 : 792 = 56^\circ 0' 28''$$

$$792 : 001 = 76 \quad 49 \quad 37$$

$$792 : 10\bar{1} = 51 \quad 11 \quad 10.$$

Grösser sind die Flächen der Hemipyramide $-5P\frac{5}{4} (451)$ ausgebildet. Diese Fläche wurde durch G. VOM RATH¹ am Titanit von Zöptau bestimmt durch die Messung:

$$-5P\frac{5}{4} : \infty P = 9^\circ 30'; \quad \text{berechnet } 9^\circ 23' 45''.$$

Erwähnt wird an betreffender Stelle, dass vielleicht eher die Fläche $-4P\frac{4}{3} (341)$ zu erwarten gewesen wäre, die sich durch zwei Zonen bestimme, dass aber diese Fläche nicht vorkäme. Bei der vorzüglichen Ausbildung der Zone $-2P2 (121)$, $\infty P (110)$ etc. an diesen Krystallen vom Ofenhorn ist es allerdings befremdlich, dass die Fläche $-4P\frac{4}{3} (341)$ nicht vorgefunden wurde, während Flächen mit viel complicirteren

¹ GROTH, Zeitschr. f. Kryst. V. 255. 1881.

Indices vorhanden sind. Ich habe jedoch Gelegenheit im weiteren Verlaufe der Arbeit nochmals auf diese Fläche zurückzukommen bei der Besprechung eines Krystalles von der Eisbruckalp, an welchem dieselbe thatsächlich nachgewiesen wurde.

Die Fläche $-6P\frac{6}{5}$ (561) = t^6 ist ebenfalls ziemlich schmal entwickelt. Gemessen wurde:

$$110 : 561 = 8^{\circ} 18', \text{ berechnet } 7^{\circ} 36' 50''.$$

Berechnungen ergaben:

$$561 : 561 = 53^{\circ} 23' 0''$$

$$561 : 001 = 79 21 24$$

$$561 : 10\bar{1} = 48 10 50.$$

Bei weitem vorherrschend an den Krystallen sind aber die Flächen der Pyramide $4P4$ ($\bar{1}41$) (Fig. 6), und von tadellosem Glanze. Vorzüglich waren auch die allerdings nicht sehr gross vorhandenen Flächen $0P$ (001), $\frac{1}{2}P\infty$ (102), $P\infty$ ($\bar{1}01$) zu Messungen geeignet. Diese ergaben:

$$\bar{1}01 : \bar{1}10 = 40^{\circ} 40', \text{ berechnet } 40^{\circ} 34'$$

$$\bar{1}01 : \bar{1}2\bar{1} = 70 13 \quad \text{,,} \quad 70 23$$

$$\bar{1}02 : \bar{1}01 = 20 57 \quad \text{,,} \quad 21$$

$$\bar{1}02 : 001 = 39 15 \quad \text{,,} \quad 39 17$$

$$\bar{1}41 : 14\bar{1} = 67 51 \quad \text{,,} \quad 67 58$$

$$\bar{1}41 : \bar{1}01 = 55 59 \quad \text{,,} \quad 56 1$$

$$\bar{1}23 : \bar{1}23 = 43 45 \quad \text{,,} \quad 43 48.$$

5. Titanit vom Binnenthal. (Taf. I Fig. 7 u. 8.)¹

Die vorliegenden Krystalle sind auf Adular aufgewachsen und (mit diesem zugleich) zum Theil mit Chlorit überzogen. Weniger auffallend durch Flächenreichtum, als durch eine dem Titanit fremde Ausbildungsweise — sie haben fast die Gestalt einer vierseitigen Doppelpyramide —, erinnern dieselben auf den ersten Anblick durchaus nicht an Titanit. Dazu kommt noch eine eigenthümliche dunkelviolettbraune Färbung, die zuweilen in schwarz übergeht, nur hie und da hellere Flecken zurücklassend. In der Grösse schwanken die Krystalle von $\frac{1}{2}$ bis 3 mm. Von vorzüglichem Glanze und daher besonders zu Messungen geeignet waren die kleineren Krystalle, bei den grösseren sind die Flächen meist rauh und

¹ Der Krystall ist so um die Axe b gedreht, dass die Basis P in der Zeichnung als Orthopinakoïd erscheint.

matt, und diese sind es auch, welche, wie schon oben bemerkt, einen Überzug von Chlorit tragen.

Folgende Flächen treten auf:

0P (001) = P,	∞ P3 (130) = M,
$\frac{1}{2}$ P ∞ (102) = x,	-2P2 (121) = t,
$\frac{2}{3}$ P2 (123) = n,	-6P2 (361) = U,
4P4 (141) = s,	-4P $\frac{1}{5}$ (5.12.3) = l ³ .

Wie aus den Figuren 7 und 8 zu erkennen, ist der pyramidale Habitus der Krystalle bedingt durch das vorwiegende Auftreten der beiden Hemipyramiden -2P2 (121) und $\frac{2}{3}$ P2 (123). Im Vergleich zu diesen beiden Formen sind alle übrigen nur untergeordnet vorhanden. Von besonders gutem Glanz ist das Hemidoma $\frac{1}{2}$ P ∞ (102), welches bekanntlich bei den meisten Titanitkrystallen uneben und daher zu genauen Messungen nicht geeignet ist.

Als neue Flächen sind zu verzeichnen:

$$-6P2 (361) = U \text{ und } -4P\frac{1}{5} (5.12.3) = l^3.$$

Die Fläche U fand sich als schmale aber spiegelnde Abstumpfung der Combinationskante von -2P2 (121) und $\frac{2}{3}$ P2 (123) mit einer Neigung gegen -2P2 (121) von 15° 58' (berechnet 16° 27'). Für diese Fläche ergeben sich noch zwei andere Zonen:

1. -P ∞ (101), -3P $\frac{2}{3}$ (231), -6P2 (361), ∞ P3 (130).
2. ∞ P (110), -6P2 (361), 3P ∞ (031), 2P2 (121).

Es berechnen sich folgende Neigungen:

$$\begin{aligned} 361 : 361 &= 78^\circ 41' 28'' \\ 361 : 001 &= 77 \quad 14 \quad 3 \\ 361 : 101 &= 43 \quad 16 \\ 361 : 110 &= 20 \quad 51 \quad 3. \end{aligned}$$

Eine Streifung auf den Flächen von -2P2 (121) parallel verlaufend der Combinationskante von -2P2 (121) und ∞ P3 (130) deutete auf das Vorhandensein einer Fläche dieser Zone. Mit Hilfe des Goniometers wurde die Neigung dieser Fläche gegen ∞ P3 (130) zu 16° 16' gemessen. Daraus berechnet sich das Symbol -4P $\frac{1}{5}$ (5.12.3) = l³; die berechnete Neigung ist 16° 39'.

Diese Form liegt ferner in der Zone:

$$\infty P (110), 2P6 (\bar{1}63).$$

Berechnet wurden die Winkel:

$$\begin{aligned} 5.12.3 : 5.12.3 &= 85^\circ 42' 54'', \\ 5.12.3 : 001 &= 71 \quad 38 \quad 39. \end{aligned}$$

Weitere Messungen ergaben:

121 : $\bar{1}\bar{2}1$ = 69° 57',	berechnet	69° 8'
$\bar{1}23$: $\bar{1}23$ = 44 8	"	43 48
121 : $\bar{1}23$ = 71 23	"	71 21
121 : $\bar{1}23$ = 83 14	"	84 9
001 : $\bar{1}02$ = 39 15	"	39 17
001 : $\bar{1}41$ = 73 46	"	73 55
$\bar{1}23$: 001 = 34 50	"	35 4
121 : 001 = 60 49	"	60 47
$\bar{1}02$: $\bar{1}41$ = 58 33	"	58 35 7"
$\bar{1}02$: $\bar{1}2\bar{1}$ = 86 42	"	87 29
130 : 121 = 28 33	"	28 27
$14\bar{1}$: 121 = 49 3	"	48 50

Erwähnenswerth ist noch, dass sich auf vorliegender Stufe keine Zwillingsgestalten vorgefunden haben, sondern ausschliesslich einfache Krystalle. Dasselbe gilt übrigens auch für die Krystalle vom Ofenhorn, welche ebenfalls keine Zwillingbildung erkennen lassen.

6. Titanit vom Schwarzenstein im Zillerthal.

(Taf. I Fig. 9 u. Taf. II Fig. 10.)

An einem der bekannten grossen Krystalle von Titanit vom Schwarzenstein, von hellgrüner Farbe und klar durchsichtiger Beschaffenheit, tafelförmig nach der Basis ausgebildet, fand sich in einer Art Hohlraum angewachsen ein kleiner nicht ganz 3 mm. langer, 1 mm. dicker Krystall mit prachtvoll glänzenden Flächen. Da derselbe einen ausserordentlichen Flächenreichtum verrieth und ausserdem durch die Ausbildungsweise die Aufmerksamkeit auf sich lenkte, so löste ich ihn zur näheren Untersuchung ab. Bei dem Gewirre von Flächen und dem unsymmetrischen Bau des Kryställchens war es anfangs schwer, vorerst dasselbe in die richtige Stellung zu bringen.

Dasselbe stellt folgende Combination dar:

OP (001) = P,	$\frac{4}{3}P$ ($\bar{4}45$) = μ ,
$\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$) = x,	$\frac{2}{3}P2$ ($\bar{1}23$) = n,
$\frac{1}{3}P\infty$ ($\bar{1}03$) = o',	2P6 ($\bar{1}63$) = d,
$\infty P\infty$ (010) = q,	$\frac{1}{3}P10$ ($\bar{1}.10.3$) = g,
8P8 ($\bar{1}81$) = ζ ,	-2P2 ($\bar{1}21$) = t,
4P4 ($\bar{1}41$) = s,	- $\frac{2}{3}P3$ ($\bar{1}32$) = ξ ,
2P2 ($\bar{1}21$) = ϵ ,	- $\frac{1}{3}P4$ ($\bar{1}43$) = w,
P2 ($\bar{1}22$) = A,	$P\infty$ ($\bar{1}01$) = y.

Davon sind neu die Flächen:

$$P2 (\bar{1}22) = A \text{ und } \frac{4}{3}P (\bar{4}45) = \mu.$$

Über die Ausbildungsweise ist folgendes zu bemerken. Zunächst ist nur eine Seite des Krystalls ausgebildet, etwa so, wie es die gerade Projection Taf. II Fig. 10 darstellt, wobei aber die correspondirenden Flächen meist ganz verschiedene Ausdehnung haben. Am ausgedehntesten zeigt sich eine Fläche der Hemipyramide $4P4 (\bar{1}41) = s$, an derselben Seite und ebenfalls gross ausgebildet sind $\frac{1}{3}P10 (\bar{1} . 10 . 3) = q$, $-\frac{4}{3}P4 (143) = w$ und $\frac{4}{3}P (\bar{4}45) = \mu$.

An der anderen Seite d. h. der anderen Hälfte der ausgebildeten Seite des Krystalls, ist am grössten entwickelt $2P2 (\bar{1}21) = \varepsilon$, $P2 (\bar{1}22) = A$ und $P\infty (\bar{1}01) = y$. Alle übrigen Flächen sind mehr oder weniger untergeordnet vorhanden.

Die Hemipyramide $\frac{4}{3}P (\bar{4}45) = \mu$ wurde bestimmt durch die Zone:

$$2P2 (\bar{1}21), 2P6 (163)$$

und ihre Neigung gegen $2P2 (\bar{1}21)$ gemessen zu $18^\circ 30'$, berechnet $17^\circ 53' 30''$. Die Fläche ist, wie schon angegeben, an der einen Seite des Krystalls gross vorhanden, besitzt aber nicht den Glanz, den die meisten übrigen Flächen haben; sie ist vielmehr rauh und gestreift parallel der Combinationskante mit der an dieser Seite des Krystalls nur klein vorhandenen Fläche $P2 (\bar{1}22)$.

Diese Fläche $\frac{4}{3}P$ liegt nun ausser in der Zone $OP (001)$, $\frac{1}{2}P (\bar{1}12)$ auch in der Zone:

$$\frac{1}{2}P\infty (\bar{1}02), \frac{4}{3}P (\bar{4}45), \frac{4}{3}P4 (145),$$

so dass sich also ein schöner Zonenverband für dieselbe ergibt.

Folgende Werthe wurden berechnet:

$$\bar{4}45 : \bar{4}45 = 38^\circ 5' 20''$$

$$\bar{4}45 : 001 = 56 \quad 0 \quad 7$$

$$\bar{4}45 : \bar{1}02 = 23 \quad 44 \quad 15$$

$$\bar{4}45 : 145 = 58 \quad 4 \quad 8.$$

Der Werth der Hemipyramide $P2 (\bar{1}22) = A$ war von vornherein durch zwei Zonen gegeben:

$$1. \quad OP (001), 2P2 (\bar{1}21), -2P2 (\bar{1}2\bar{1}),$$

$$2. \quad P2 (\bar{1}22), 2P6 (\bar{1}63), 2P2 (\bar{1}2\bar{1}),$$

hieraus leitet sich das Zeichen $P2 (\bar{1}22)$ ab. Ausserdem wurde aber auch gemessen:

fache Krystalle, während der dritte einen Zwilling nach dem gewöhnlichen Gesetz $Z.E = OP (001)$ darstellt.

I. (Fig. 11 und 12). Dieser Krystall ist kaum $1\frac{1}{2}$ mm. lang, $\frac{1}{3}$ mm. dick und tafelförmig ausgebildet durch Vorwalten des Domas $\frac{1}{2}P\infty (\bar{1}02) = x$.

Die Combination ist folgende:

$$\begin{array}{ll} OP (001) = P, & 4P4 (\bar{1}41) = s, \\ \frac{1}{2}P\infty (\bar{1}02) = x, & +\frac{2}{3}P2 (\bar{3}.6.10) = \psi, \\ P\infty (\bar{1}01) = y, & -8P\frac{2}{3} (381) = l'. \\ \infty P3 (130) = M, & \end{array}$$

Alle Flächen sind glänzend, eben und scharf ausgebildet; neben $\frac{1}{2}P\infty (\bar{1}02)$ noch vorwiegend $P\infty (\bar{1}01)$, kleiner sind $4P4 (\bar{1}41)$ und $\infty P3 (130)$; die Basis $OP (001)$ ist ziemlich schmal aber lang. Neu sind die beiden Formen:

$$\frac{2}{3}P2 (\bar{3}.6.10) = \psi \text{ und } -8P\frac{2}{3} (381) = l'.$$

Die erstere liegt in der Zone:

$$\frac{1}{2}P\infty (\bar{1}02), \infty P3 (130),$$

und tritt als Abstumpfung der Combinationskante dieser beiden Formen auf, dabei jedoch mehr nach $\frac{1}{2}P\infty (\bar{1}02)$ hin geneigt. Gemessen wurde ihre Neigung zu $\infty P3 (130)$:

$$130 : \bar{3}.6.10 = 86^\circ 8'; \quad \text{berechnet } 86^\circ 7' 27''.$$

Ferner wurde berechnet:

$$\begin{array}{l} \bar{3}.6.10 : \bar{3}.6.10 = 40^\circ 36' 44'', \\ \bar{3}.6.10 : 001 = 32^\circ 14' 48''. \end{array}$$

Die Fläche $-8P\frac{2}{3} (381) = l'$ liegt in der Zone $4P4 (\bar{1}41)$, $\infty P3 (\bar{1}30)$ über $\infty P3$ hinaus mit der Neigung:

$$\bar{1}30 : 381 = 8^\circ 59'; \quad \text{berechnet } 8^\circ 56' 31''.$$

Diese Fläche ist nur klein ausgebildet, lieferte aber wegen ihres vollkommenen Glanzes sehr gute Reflexe. Dieselbe Form ist auch bei den übrigen Krystallen dieses Fundortes vorhanden, für welchen überhaupt die Ausbildung dieser Zone charakteristisch zu sein scheint.

Berechnet wurde noch:

$$\begin{array}{l} 381 : \bar{3}8\bar{1} = 84^\circ 53' 56'' \\ 381 : 001 = 78^\circ 47' 4''. \end{array}$$

Messungen an dem Krystall ergaben:

	gemessen :	berechnet :
$\bar{1}41 : \bar{1}41$	$= 67^{\circ} 52'$,	$67^{\circ} 58'$
$\bar{1}41 : \bar{1}30$	$= 20 \ 15$	$20 \ 23$
$001 : \bar{1}02$	$= 39 \ 46$	$39 \ 17$
$\bar{1}02 : \bar{1}01$	$= 20 \ 37$	21
$\bar{1}01 : 001$	$= 60 \ 11$	$60 \ 17$
$\bar{1}01 : \bar{1}41$	$= 56 \ 4$	$56 \ 1$
$\bar{1}01 : \bar{1}30$	$= 59 \ 30$	$59 \ 30.$

II. Bedeutend flächenreicher ist Krystall II (Fig. 13 u. 14), in seinen Dimensionen nur wenig verschieden von dem eben beschriebenen, um ein Geringes grösser. Vorzüglich ist die Randzone $4P4$ ($\bar{1}41$), $\infty P3$ ($\bar{1}30$), $-2P2$ ($\bar{1}2\bar{1}$) entwickelt, wie es besonders bei der geraden Projection Fig. 14 hervortritt. Der Krystall ist tafelförmig nach $\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$). Folgende Flächen treten auf:

$0P$ (001)	$= P,$	$\frac{2}{3}P2$ ($\bar{1}23$)	$= n,$
$\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$)	$= x,$	$4P4$ ($\bar{1}41$)	$= s,$
$P\infty$ ($\bar{1}01$)	$= y,$	$2P6$ ($\bar{1}63$)	$= d,$
$P\infty$ (011)	$= r,$	$16P\frac{1}{5}$ ($\bar{5}.16.1$)	$= K,$
$\infty P3$ (130)	$= M,$	$-8P\frac{2}{3}$ (381)	$= l',$
$\frac{1}{9}P10$ ($\bar{1}0.1.9$)	$= y'',$	$-5P\frac{5}{2}$ (251)	$= l^2.$
$\frac{5}{4}P5$ ($\bar{5}14$)	$= y',$		

Der Krystall liefert somit vier für den Titanit neue Gestalten:

$$\frac{1}{9}P10 (\bar{1}0.1.9), \quad \frac{5}{4}P5 (\bar{5}14), \quad 16P\frac{1}{5} (\bar{5}.16.1), \quad -5P\frac{5}{2} (251).$$

Ausser $\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$) ist gross ausgebildet $P\infty$ ($\bar{1}01$), $0P$ (001) und $\frac{2}{3}P2$ ($\bar{1}23$), sehr klein nur $P\infty$ (011). Alle Flächen aber besitzen eine vollkommene Beschaffenheit, ausgenommen sind nur die beiden neuen Hemipyramiden der orthodiagonalen Reihe, auf die ich weiter unten noch zurückkommen werde.

Die Flächen $-5P\frac{5}{2}$ (251) und $16P\frac{1}{5}$ ($\bar{5}.16.1$) liegen in der Zone:

$$2P6 (\bar{1}63), \quad 4P4 (\bar{1}41), \quad \infty P3 (\bar{1}30).$$

Die erstere ist ziemlich gross entwickelt und liegt über $-8P\frac{2}{3}$ (381) hinaus, deren Ausbildung an diesem Krystall ebenfalls sehr gut ist. Gemessen wurde:

$130 : 251$	$= 13^{\circ} 32'$,	berechnet	$13^{\circ} 42' 51''$
$251 : 381$	$= 4 \ 55$	"	$4 \ 46 \ 20$
$251 : \bar{1}23$	$= 79 \ 44$	"	$80 \ 39 \ 28.$

Die Fläche liegt noch in den beiden folgenden Zonen:

1. $\frac{1}{2}P_{\infty}$ ($\bar{1}02$), $\frac{2}{3}P_2$ ($\bar{2}13$), P_{∞} ($01\bar{1}$).
2. ∞P ($\bar{1}10$), $6P_2$ ($\bar{3}6\bar{1}$), $3P_{\infty}$ ($03\bar{1}$), $2P_2$ ($12\bar{1}$).

Es berechnet sich:

$$\begin{aligned} 251 : 25\bar{1} &= 84^{\circ} 24' 10'' \\ 251 : 001 &= 76 \quad 49 \quad 27 \\ 251 : 110 &= 25 \quad 6 \quad 9 \\ 251 : 01\bar{1} &= 80 \quad 45 \quad 51 \\ 251 : \bar{1}02 &= 75 \quad 51 \quad 5. \end{aligned}$$

Die Fläche $16P_{\frac{1}{5}}^1$ ($\bar{5}.16.1$) = K stumpft die Combinationskante von $4P_4$ ($\bar{1}41$) und ∞P_3 ($\bar{1}30$) ab, und tritt nur als schmale Linie auf.

Gemessen wurde: berechnet:	
$\bar{5}.16.1 : \bar{1}30 = 4^{\circ} 41'$	$4^{\circ} 58' 9''$
$\bar{5}.16.1 : \bar{1}41 = 16 \quad 10$	$15 \quad 24 \quad 51.$

Berechnet wurde noch:

$$\begin{aligned} \bar{5}.16.1 : \bar{5}.16.\bar{1} &= 72^{\circ} 19' 54'' \\ \bar{5}.16.1 : 001 &= 88 \quad 11 \quad 47. \end{aligned}$$

Die beiden positiven Hemipyramiden $\frac{1}{9}P_{10}$ ($\bar{1}0.1.9$) und $\frac{5}{4}P_5$ ($\bar{5}14$) liegen in der Zone:

$$P_{\infty} (\bar{1}01), \quad P_{\infty} (01\bar{1}), \quad \frac{2}{3}P_2 (12\bar{3}),$$

beide mit nur geringer Neigung gegen P_{∞} ($\bar{1}01$).

Die Flächen dieser Formen sind nicht scharf begrenzt, sondern gehen in einander über und bewirken so eine Rundung an den Ecken von P_{∞} ($\bar{1}01$). Daher waren auch die Reflexe sehr verschwommen, so dass die Bestimmung der Neigungen nur sehr approximativ ist.

Es fand sich für die erstere der beiden Flächen eine Neigung von $3\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen P_{∞} ($\bar{1}01$), woraus sich der Werth $\frac{1}{9}P_{10}$ ($\bar{1}0.1.9$) ableitet, berechnet ist:

$$\begin{aligned} \bar{1}0.1.9 : \bar{1}01 &= 3^{\circ} 36' 24'' \\ \bar{1}0.1.9 : \bar{1}0.\bar{1}.9 &= 4 \quad 22 \\ \bar{1}0.1.9 : 001 &= 63 \quad 11 \quad 55. \end{aligned}$$

Für die zweite Fläche wurde gemessen:

$$\bar{5}14 : \bar{1}01 = 7^{\circ}, \text{ berechnet } 7^{\circ} 27' 7'',$$

woraus sich der genannte Werth für die Pyramide ergibt.

Es berechnet sich ferner:

$$\begin{aligned} \bar{5}14 : \bar{5}\bar{1}4 &= 8^{\circ} 57' 44'' \\ \bar{5}14 : 001 &= 66 \quad 19 \quad 10. \end{aligned}$$

Weitere Messungen an dem Krystall lieferten:

gemessen:		berechnet:	gemessen:		berechnet:
$\bar{1}63 : \bar{1}63 = 79^{\circ} 27'$		$79^{\circ} 19' 0''$	$130 : 10\bar{1} = 59^{\circ} 39'$		$59^{\circ} 30'$
$\bar{1}63 : \bar{1}23 = 27 55$		28 8	$001 : \bar{1}0\bar{1} = 60 19$		60 17
$\bar{1}4\bar{1} : \bar{1}30 = 20 51$		20 23	$001 : \bar{1}02 = 39 23$		39 17
$381 : \bar{1}23 = 81 14$		81 11 55	$\bar{1}01 : 011 = 65 1$		65 30
$381 : 130 = 8 37$		8 56 31	$\bar{1}01 : \bar{1}23 = 38 7$		38 6.
$130 : \bar{1}23 = 85 48$		86 5 36			

III. Der dritte Krystall ist, wie schon erwähnt, ein Zwilling; er ist bedeutend grösser als die beiden vorher genannten, etwa 5 mm. lang, $1\frac{1}{2}$ mm. dick, hat aber dieselbe hellgelbe Farbe und ist klar durchsichtig (Fig. 15).

Die Combination ist:

OP (001) = P,	4P4 ($\bar{1}41$) = s,
$\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$) = x,	$16P\frac{1}{5}$ ($\bar{5} . 16 . 1$) = K,
$P\infty$ ($\bar{1}01$) = y,	$\frac{4}{3}P5$ ($\bar{5}14$) = y',
∞P (110) = l,	$\frac{1}{3}P10$ ($\bar{1}0 . 1 . 9$) = y'',
$\infty P3$ (130) = M,	$-5P\frac{5}{2}$ (251) = l ² ,
$\frac{2}{3}P2$ ($\bar{1}23$) = n,	$-8P\frac{8}{3}$ (381) = l'.

Somit ungefähr dieselbe Combination wie Krystall II, nur fehlen hier die beiden Flächen $2P6$ ($\bar{1}63$) = δ , und $P\infty$ (011) = r, wogegen an Krystall II das Hauptprisma ∞P (110) = l nicht vorhanden ist. Die Ausbildung selbst aber ist im Ganzen verschieden von derjenigen der einfachen Krystalle.

Zwar ist auch bei diesem Zwilling die Fläche des Domas $\frac{1}{2}P\infty$ ($\bar{1}02$) sowie $P\infty$ ($\bar{1}01$) ziemlich gross entwickelt, seine tafelförmige Gestalt aber erhält derselbe durch das Vorherrschen der Basis OP (001) = P. Die Flächen $-8P\frac{8}{3}$ (381) und $-5P\frac{5}{2}$ (251), von welchen ich vorher bemerkte, dass sie gross ausgebildet seien, treten hier zurück, bleiben aber stark glänzend; dagegen ist das Prisma $\infty P3$ (130) sehr gross vorhanden, und seine Flächen zeigen eine Streifung, welche der Combinationsecke mit $16P\frac{1}{5}$ ($\bar{5} . 16 . 1$) parallel verläuft und auch durch das Auftreten letzterer Form bedingt ist.

Messungen lieferten:		berechnet:
$381 : 251 = 4^{\circ} 24'$		$4^{\circ} 46' 20''$
$130 : 381 = 8 26$		8 56 31
$130 : \bar{5} . 16 . \bar{1} = 4 32$		4 58 9
$14\bar{1} : 130 = 20 37$		20 23
$001 : \bar{1}10 = 85 42$		85 45

	gemessen:	berechnet:
001 : $\bar{1}01$	= 60° 23'	60° 17'
001 : $\bar{1}02$	= 39 19	39 17
$\bar{1}01$: $\bar{1}30$	= 59 30	59 30
$\bar{1}30$: $\bar{1}23$	= 86 9	86 5 36"
$\bar{1}41$: $\bar{1}23$	= 41 48	41 34 11
$\bar{1}01$: $\bar{1}10$	= 40 28	40 34
$\bar{1}01$: $\bar{1}23$	= 38 3	38 6
$\bar{1}41$: $\bar{5}.16.1$	= 16 34	15 24 51
$\bar{1}41$: $38\bar{1}$	= 29 31	29 19 31
$\bar{1}41$: $25\bar{1}$	= 33 40	34 17 40
$\bar{1}41$: 101	= 56 9	56 1
$\bar{1}41$: $\bar{1}41$	= 67 45	67 58
251 : 001	= 78 32	78 47 4.

8. Titanit von der Eisbruckalp.

(Taf. II Fig. 16—20 und Taf. III Fig. 21.)

Von einem grossen mit schön ausgebildeten grünen Titanitkrystallen bedeckten Handstück löste ich ein durch seinen Flächenreichthum ins Auge fallendes Kryställchen ab, von nur $1\frac{1}{2}$ mm. Länge, 1 mm. Dicke, ein Zwilling nach dem gewöhnlichen Gesetz

$$Z.E = 0P(001) = P.$$

Der besseren Übersicht der Formen halber habe ich den Krystall in der schiefen Projection nur als einfaches Individuum gezeichnet (Fig. 16), die gerade Projection Fig. 17 zeigt die Zwillingsgestalt.

Folgende Flächen treten auf:

$0P(001) = P,$	$\frac{2}{3}P2(\bar{1}23) = n,$
$\frac{1}{2}P\infty(\bar{1}02) = x,$	$2P6(\bar{1}63) = d,$
$P\infty(101) = y,$	$\frac{1}{2}P\frac{2}{3}(\bar{5}.21.6) = \Sigma,$
$\infty P(110) = l,$	$-\frac{1}{2}P(112) = i,$
$\infty P3(130) = M,$	$-2P2(121) = t,$
$\infty P\infty(010) = q,$	$-4P\frac{4}{3}(341) = t^3.$
$P\infty(011) = r,$	

Vorherrschend sind die Flächen $\frac{1}{2}P\infty(\bar{1}02)$, $P\infty(\bar{1}01)$, $\infty P(110)$, $\frac{2}{3}P2(\bar{1}23)$ und $0P(001)$, ziemlich gross ist auch $P\infty(011)$ ausgebildet. Neu sind die Flächen:

$$-4P\frac{4}{3}(341) = t^3 \text{ und } \frac{1}{2}P\frac{2}{3}(\bar{5}.21.6) = \Sigma.$$

Auf die Fläche $-4P\frac{4}{3}(341)$ habe ich schon bei der Besprechung des Titanits vom Ofenhorn im Binnenthal hingewiesen. Dieselbe liegt in der bei jenen Krystallen so ausserordentlich entwickelten Zone:

$$P\infty (\bar{1}01), \infty P (\bar{1}10), -2P2 (\bar{1}\bar{2}\bar{1}).$$

Die Fläche tritt nur schmal auf, verursacht aber zugleich eine Streifung auf den Flächen des Prismas ∞P (110). Ihre Neigung gegen dasselbe wurde gemessen:

$$341 : 110 = 12^{\circ} 1'; \quad \text{berechnet } 12^{\circ} 7' 43''.$$

Ferner berechnet sich:

$$341 : \bar{3}\bar{4}\bar{1} = 57^{\circ} 21' 32'',$$

$$341 : 001 = 75 \quad 28 \quad 34.$$

Die Fläche liegt nun ausserdem noch in der Zone:

$$-P\infty (101), 4P4 (\bar{1}41), -\frac{4}{3}P4 (143),$$

und es berechnen sich die Winkel:

$$341 : 101 = 34^{\circ} 16' 24''$$

$$\bar{3}\bar{4}\bar{1} : \bar{1}41 = 42 \quad 36 \quad 7$$

$$341 : \bar{1}4\bar{3} = 79 \quad 15 \quad 42.$$

Die zweite Fläche $\frac{7}{2}P\frac{2}{5}^1$ (5 . 21 . 6) liegt in der Zone:

$$P\infty (011), 2P6 (\bar{1}63), \infty P3 (\bar{1}30).$$

Gemessen wurde:

$$5 . 21 . 6 : \bar{1}30 = 23^{\circ} 24'; \quad \text{berechnet } 23^{\circ} 27' 53''.$$

Diese Hemipyramide tritt als Abstumpfung der Combinationskante von $2P6$ ($\bar{1}63$) und $\infty P3$ ($\bar{1}30$) auf, sie ist nur sehr klein, aber scharf und glänzend ausgebildet und lieferte daher gute Reflexe.

Es berechnet sich für diese Fläche:

$$5 . 21 . 6 : 5 . \bar{2}\bar{1} . 6 = 68^{\circ} 22' 30''$$

$$5 . 21 . 6 : 001 = 71 \quad 10 \quad 41.$$

Weitere Messungen an dem Krystall ergaben:

gemessen:		berechnet:		gemessen:		berechnet:	
110 : 121 = 29° 44'	29° 49' 30''	010 : $\bar{1}63$ = 39° 46'	39° 39' 30''				
110 : 011 = 74 10	73 55 48	010 : 110 = 66 52	66 56 16				
110 : $\bar{1}23$ = 79 3	79 7 12	010 : $\bar{1}23$ = 68 13	68 5 32				
$\bar{1}01$: $\bar{1}10$ = 40 43	40 33 15	$\bar{1}30$: $\bar{1}63$ = 40 12	40 17				
110 : 112 = 47 48	47 46	$\bar{1}30$: 011 = 66 29	67 3				
001 : 110 = 85 46	85 45	$\bar{1}30$: $\bar{1}12$ = 54 44	54 36				
010 : 130 = 38 6	38 3 30						

Von derselben Stufe, von welcher der oben beschriebene Krystall her stammt, wurde ein zweiter ziemlich grosser Krystall abgelöst, ein Durchkreuzungszwilling; derselbe ist etwa 6 mm. lang und 3 mm. dick, die Farbe ist hellgrün, die Flä-

chen sind meist scharf und glänzend ausgebildet. Die Untersuchung desselben ergab folgende Combination (Fig. 18):

OP (001) = P,	-2P2 (121) = t,
P∞ (101) = y,	-6P $\frac{2}{3}$ (531) = t ⁶ ,
$\frac{1}{2}$ P∞ (102) = x,	-9P $\frac{2}{3}$ (891) = t ⁷ ,
$\frac{1}{3}$ P∞ (013) = o,	$\frac{4}{3}$ P4 (145) = η,
P∞ (011) = r,	$-\frac{1}{2}$ P (112) = i,
$\frac{2}{3}$ P2 (123) = n,	$-\frac{8}{9}$ P (889) = l.

Es herrschen an diesem Krystall vor die Flächen $\frac{1}{2}$ P∞ (102), $\frac{2}{3}$ P2 (123), ∞P (110), auch die Basis OP (001) ist ziemlich gross entwickelt; alle übrigen Formen treten mehr oder weniger untergeordnet auf. Neue Flächen sind $-\frac{8}{9}$ P (889) und $-9P\frac{2}{3}$ (891). Die Fläche $-\frac{8}{9}$ P (889) wurde bestimmt durch die Zone OP (001), ∞P (110), $-\frac{1}{2}$ P (112) und die Messungen:

$$889 : 110 = 32^{\circ} 41', \text{ berechnet } 32^{\circ} 25' 26''$$

$$889 : 001 = 53 \quad 7 \quad \quad \quad 53 \quad 19 \quad 34$$

Berechnet wurde:

$$889 : 889 = 37^{\circ} 43' 52''.$$

Die Fläche tritt auf als Abstumpfung der Combinationskante von $-\frac{1}{2}$ P (112) und ∞P (110), ist aber nur eine schwach glänzende Linie.

Die andere Fläche $-9P\frac{2}{3}$ (891) ist ein Glied der Zone:

$$P\infty (101), \quad \infty P (110), \quad P\infty (011).$$

Sie liegt zwischen ∞P (110) und $-2P2$ (121) mit einer Neigung gegen ∞P von $4^{\circ} 32'$ (berechnet $4^{\circ} 50' 45''$), und erscheint nur als schmaler glänzender Streifen.

Für dieselbe berechnet sich:

$$001 : 891 = 81^{\circ} 40' 31'' \text{ (gemessen } 81^{\circ} 16' \text{)}$$

$$891 : 891 = 50 \quad 51 \quad 20.$$

Folgende Winkel wurden noch an dem Krystall gemessen:

110 : 561 = $7^{\circ} 23' 0''$,	berechnet $7^{\circ} 36' 50''$
110 : 121 = 29 44 30	" 29 49
110 : 123 = 78 54	" 78 50
101 : 110 = 40 39	" 40 34
011 : 110 = 72 53	" 73 56
001 : 110 = 85 48	" 85 45
001 : 112 = 38 6	" 38 9
110 : 112 = 47 42	" 47 36
001 : 013 = 12 2	" 12 19
110 : 145 = 89 51	" 89 49.

Die beiden im Folgenden beschriebenen Krystalle stammen ebenfalls von einer grossen, mit prächtigen Titanitkrystallen besetzten Stufe von der Eisbruckalp, welche vorzüglich aus Adularkrystallen besteht, auf denen dann der Titanit aufgewachsen ist.

Der erstere der Krystalle ist etwa 6 mm. lang, 2 mm. dick, ein Zwillings nach dem gewöhnlichen Gesetz: $Z.E = OP(001)$ (Fig. 19 und 20, in der schiefen Projection als einfacher Krystall, in der geraden als Zwillings dargestellt).

Der Krystall weist die Combination folgender zehn Formen auf:

$$\begin{array}{ll} OP(001) = P, & \frac{2}{3}P2(\bar{1}23) = n, \\ \frac{1}{2}P\infty(102) = x, & 4P4(\bar{1}41) = s, \\ P\infty(\bar{1}01) = y, & -2P2(121) = t, \\ \infty P(110) = l, & -5P\frac{5}{2}(451) = t^5(\beta), \\ \infty P3(130) = M, & \frac{5}{2}P6(\bar{1}67) = r. \end{array}$$

Die letzte Fläche $\frac{5}{2}P6(\bar{1}67)$ ist neu. Dieselbe liegt in der Zone:

$$P\infty(\bar{1}01) = y, \quad \frac{2}{3}P2(\bar{1}23) = n, \quad P\infty(011) = r.$$

Sie wurde bestimmt durch die Messung der Neigung gegen das Prisma $\infty P(110)$

$$110 : \bar{1}67 = 85^\circ 9', \text{ berechnet } 85^\circ 22'.$$

Ferner wurde berechnet:

$$\begin{array}{l} \bar{1}67 : 001 = 31^\circ 8' 42'', \\ \bar{1}67 : \bar{1}67 = 58 \quad 27 \quad 30. \end{array}$$

An dem Krystall sind vorherrschend die Flächen der Basis $OP(001)$, des Prismas $\infty P(110)$, der Hemipyramide $\frac{2}{3}P2(\bar{1}23)$ und des Domas $\frac{1}{2}P\infty(102)$. Die übrigen Flächen sind nur klein und untergeordnet ausgebildet.

Messungen ergaben:	berechnet:	Messungen ergaben:	berechnet:
110 : 451 = 9° 17'	9° 23' 45"	10 $\bar{1}$: 110 = 40° 36'	40° 34'
110 : 121 = 29 58	29 49	121 : 130 = 28 23	28 27
110 : 123 = 78 51	78 50	121 : 14 $\bar{1}$ = 48 44	48 50
110 : 110 = 46 10	46 7 28	001 : $\bar{1}23 = 34 44$	35 4
130 : 110 = 28 54	28 52 46	$\bar{1}23 : \bar{1}01 = 37 58$	38 16.

Der letzte der zur Untersuchung vorliegenden Krystalle Taf. III (Fig. 21) von der Eisbruckalp ist 4 mm. lang und $2\frac{1}{2}$ mm. breit. Der Krystall zeichnet sich aus durch ausserordent-

lichen Flächenreichtum; es treten an ihm 17 verschiedene Einzelgestalten auf.

Die Combination ist folgende:

0P (001) = P,	$\frac{1}{3}P_{12}$ ($\bar{1}.12.13$) = D,
$\frac{1}{2}P_{\infty}$ ($\bar{1}02$) = x,	2P6 (163) = d,
P $_{\infty}$ ($\bar{1}01$) = y,	P3 ($\bar{1}33$) = B,
P $_{\infty}$ (011) = r,	$\frac{1}{2}P_3$ ($\bar{3}16$) = L,
$\frac{1}{3}P_{\infty}$ (013) = o,	-2P2 (121) = t,
∞P (110) = l,	-3P $_{\frac{2}{3}}$ ($\bar{5}61$) = t ^o ,
$\frac{2}{3}P_2$ ($\bar{1}23$) = n,	- $\frac{7}{6}P_7$ (176) = E,
$\frac{1}{3}P_4$ ($\bar{1}45$) = η ,	$-\frac{8}{15}P_{\frac{8}{3}}$ (3.8.15) = G.
$\frac{5}{6}P_6$ ($\bar{1}67$) = v,	

Neu sind die vier Formen:

P3 ($\bar{1}33$) = B, $\frac{1}{2}P_3$ ($\bar{3}16$) = L, $-\frac{7}{6}P_7$ (176) = E, $-\frac{8}{15}P_{\frac{8}{3}}$ (3.8.15) = G.

Die Fläche P3 ($\bar{1}33$) = B liegt in der Zone:

$\frac{2}{3}P_2$ ($\bar{1}23$), 2P6 (163), ∞P_{∞} (010).

Ihr Zeichen berechnet sich aus der Neigung gegen $\frac{2}{3}P_2$ ($\bar{1}23$), welche zu 9^o gemessen wurde (berechnet 8^o 13' 34''); wegen der rauhen und fast matten Beschaffenheit der Fläche musste ich mich bei der Messung mit dem blossen Lichtreflex bei aufgesetzter Lupe begnügen.

Die Fläche liegt noch in den beiden Zonen:

1. P $_{\infty}$ (011), P2 ($\bar{1}22$), $-P_{\frac{2}{3}}$ (233).
2. 0P (001), $\frac{3}{2}P_3$ ($\bar{1}32$), ∞P_3 ($\bar{1}30$).

Es berechnen sich für diese Fläche folgende Winkel:

$$\begin{aligned} \bar{1}33 : \bar{1}33 &= 60^{\circ} 15' 8'' \\ \bar{1}33 : 110 &= 23 \quad 1 \quad 53 \\ \bar{1}33 : \bar{1}30 &= 53 \quad 24 \\ \bar{1}33 : 001 &= 39 \quad 30 \\ \bar{1}33 : \bar{1}22 &= 12 \quad 5 \quad 40. \end{aligned}$$

Die Fläche $\frac{1}{2}P_3$ ($\bar{3}16$) = L ist gross und gut entwickelt; dieselbe liegt in den drei Zonen:

1. P $_{\infty}$ ($\bar{1}01$), $\frac{1}{3}P_{\infty}$ (013), $-\frac{1}{2}P$ (112).
2. $\frac{1}{3}P_{\infty}$ ($\bar{1}03$), $\frac{2}{3}P_2$ ($\bar{2}13$), ∞P ($\bar{1}10$), $-P_{\frac{2}{3}}$ (233).
3. $\frac{1}{2}P_{\infty}$ ($\bar{1}02$), ∞P_{∞} (010).

Das Symbol wurde berechnet aus der Neigung gegen ∞P (110). Gemessen wurde:

$$\bar{3}16 : \bar{1}10 = 56^{\circ} 29'; \quad \text{berechnet } 56^{\circ} 11' 50''.$$

Die Fläche hat nur eine geringe Neigung gegen $\frac{1}{2}P_{\infty}$ und liegt ähnlich der Fläche $\frac{6}{13}P_3$ (6.2.13).

$$\left. \begin{aligned} \bar{1}02 : \bar{3}16 &= 5^{\circ} 10' 30'' \\ \bar{1}02 : \bar{6}.2.13 &= 5 \quad 28 \quad 49 \end{aligned} \right\} \text{ berechnet.}$$

9. Titanit von Renfrew in Canada.

Die allgemeinen krystallographischen Verhältnisse dieses Titanits sind schon im ersten Theile der Arbeit kurz erwähnt worden. Es sind die dunkelbraun gefärbten stark glänzenden grossen Krystalle, welche vorliegen. Dieselben sind entweder äusserlich einfache Individuen, oder sie sind Zwillinge. In der Ausbildungsweise sind beide einigermassen verschieden. An den einfachen Krystallen herrscht vor das Orthodoma $P\infty$ ($\bar{1}01$), nach welchem dieselben tafelförmig gestaltet sind, dazu treten auf:

$$\frac{2}{3}P2 (\bar{1}23) = n, \quad P\infty (011) = r, \quad -2P2 (121) = t.$$

An den Zwillingen ist besonders das Klinodoma $P\infty$ (011) stark entwickelt, und giebt denselben einen säulenförmigen Habitus.

Die Eigenthümlichkeit dieser Krystalle ist eine Absonderungsfläche, welche in der Zone $P\infty$ ($\bar{1}01$), $P\infty$ (011), $-2P2$ (121) liegt und den Messungen zufolge der Fläche der Hemipyramide $\frac{4}{3}P4$ ($\bar{1}45$) entspricht. Bei anderen Titaniten ist eine solche Absonderung nie beobachtet worden, wohl aber hat HESSENBERG¹ eine solche als am Greenovit auftretend beschrieben und den Werth der entsprechenden Fläche berechnet.

Er giebt der Pyramide, die ebenfalls in der genannten Zone liegt, das Symbol

$$\frac{9}{11}P\frac{2}{3} (2.9.11) = \omega.$$

Nun aber ist der Winkel, den diese Fläche beim Greenovit mit $-2P2$ (121) bildet, nach HESSENBERG's Messung = $121^{\circ}12'$; bei dem Titanit von Renfrew ist dieser Winkel = $121^{\circ}30'$ und die Neigung der Absonderungsfläche gegen $P\infty$ (011) = $130^{\circ}27'$. Leitet man aus diesem Winkel das Symbol ab, so ergibt sich ziemlich genau $\frac{4}{3}P4$ ($\bar{1}45$) (der berechnete Winkel ist $130^{\circ}45' = 011 : \bar{1}45$). Gemessen wurde ferner die Neigung der Absonderungen zu einander zu $125^{\circ}30'$, es berechnet sich aber $\bar{1}45 : \bar{1}45 = 125^{\circ}42'$. Es ist hiernach kein Zweifel, dass diese Absonderungsfläche der Pyramide $\frac{4}{3}P4$ ($\bar{1}45$) entspricht, aber anderseits scheint mir dieselbe auch

¹ HESSENBERG: Mineral. Notizen. Abhandl. der Senck. naturforsch. Ges. cf. Seite 17.

identisch zu sein mit der am Greenovit beobachteten, und dies umso mehr, als die von HESSENBERG angegebenen gemessenen Winkelwerthe nach seiner Angabe nur approximative sind.

Diese Absonderung beruht auf einer Zwillingsverwachsung. Zahlreiche Lamellen bilden einen Krystall und die Verwachsungsebene ist $\frac{4}{3}P4$ (T45). Diese Fläche ist zugleich die Zwillingsebene. Eine genauere Beschreibung dieser Verwachsung hat G. H. WILLIAMS¹ gegeben. Doch bespricht er nur die dem Kalke von Pitcairn, St. Lawrence Co. eingelagerten Krystalle, welche diese scheinbare Spaltbarkeit am vollkommensten besitzen. Ich möchte daher seinen Beobachtungen noch Folgendes hinzufügen. Einer der grössten in Renfrew gefundenen Krystalle, welcher sich im mineralogischen Museum der Universität Bonn befindet, besteht aus 3—4 mm. dicken Lamellen, und zwischen je zwei derselben liegt eine sehr dünne Lamelle (etwa $\frac{1}{10}$ mm. dick) in Zwillingsstellung. Ein Dünnschliff senkrecht zu dieser Absonderung zeigte dies unter + Nicols sehr gut. Stellte man die breiten Lamellen auf dunkel ein, so blieben die dünnen hell und umgekehrt. Auch an kleineren Krystallen dieses Fundortes waren die einzelnen Lamellen keineswegs immer so dünn, wie dies von WILLIAMS an denen von Pitcairn beobachtet wurde. Wohl aber tritt die Absonderung sowohl nur nach der einen Pyramidenfläche als nach beiden zugleich auf.

¹ G. H. WILLIAMS, American. Journ. of science. XXIX. 483—490.

Tabelle der am Titanit auftretenden Formen.
(Die mit * bezeichneten sind neu.)

No.	Zeichen nach		HESSENBERG	ROSE	Autor	
	NAUMANN	MILLER				
1	0P	001 = c		P		
2	$\infty P \infty$	010 = b		q		
3	∞P	110 = l		l		
4	$\infty P 3$	130 = m		M		
5	$\infty P 8$	180	φ			
6	$P \infty$	$\bar{1}01 = y$		y		
7	$\frac{1}{2} P \infty$	$\bar{1}02 = x$				
8	$\frac{1}{3} P \infty$	$\bar{1}03$				
9	$\frac{1}{4} P \infty$	$\bar{1}05$	π			
10	$\frac{2}{5} P \infty$	509				
11	$\frac{8}{15} P \infty$	$\bar{8} . 0 . 15$				
12	$\frac{11}{12} P \infty$	$\bar{1}9 . 0 . 12$		z		
13	$-P \infty$	101 = v		v		
14	$-\frac{2}{3} P \infty$	509	} JEREMEJEW Aufstellung nach DES CL.			
15	$-2P \infty$	201 } 304				
16	$P \infty$	011 = r			r	
17	$\frac{2}{7} P \infty^*$	027			O	
18	$\frac{1}{4} P \infty$	013 = o		o		
19	$3P \infty$	031	τ			
20	$\frac{2}{7} P$	227	δ			
21	$\frac{3}{10} P$	$\bar{3} . 3 . 10$	φ (LEWIS)			
22	$\frac{1}{3} P$	$\bar{1}13$		u		
23	$\frac{1}{2} P$	$\bar{1}12 = z$				
24	$\frac{2}{3} P$	223	z			
25	$\frac{7}{8} P$	779	ι			
26	$\frac{4}{5} P$	445			μ	
27	P2	122			A	
28	P3	133			B	
29	2P2	121	ϵ			
30	4P4	141 = s		s		
31	$\frac{16}{3} P \frac{16}{3}$	$\bar{3} . 16 . 3$	β			
32	8P8	181	ζ			
33	$\frac{3}{5} P 2$	123 = n		n		
34	$\frac{4}{5} P 4$	145	η			
35	$\frac{6}{7} P 6^*$	167			v	
36	$\frac{3}{5} P 2^*$	$\bar{3} . 6 . 10$			ψ	
37	$\frac{5}{3} P 2$	$\bar{5} . 10 . 6$	ψ			
38	$\frac{3}{2} P 3$	132	χ			
39	2P6	163 = u		d		
40	$\frac{10}{3} P 10$	$\bar{1} . 10 . 3$	ϱ			

No.	Zeichen nach		HESSENBERG	ROSE	Autor
	NAUMANN	MILLER			
41	$\frac{12}{13}P_{12}^*$	1. 12. 13			D
42	$\frac{7}{4}P_{\frac{7}{2}}^*$	274			Z
43	$\frac{9}{11}P_{\frac{9}{2}}^*$	2. 9. 11	ω		
44	$16P_{\frac{16}{5}}^*$	5. 16. 1			K
45	$\frac{5}{2}P_{\frac{5}{2}}^*$	5. 21. 6			Σ
46	$\frac{1}{2}P_2$	214 = w			
47	$\frac{2}{3}P_2$	213		k	
48	$\frac{1}{2}P_3^*$	316			L
49	$\frac{6}{13}P_3^*$	6. 2. 13			L'
50	$\frac{5}{4}P_5^*$	514			y'
51	$\frac{10}{9}P_{10}^*$	10. 1. 9			y''
52	$\frac{2}{3}P_{\frac{4}{3}}$	436	ϑ		
53	$\frac{5}{7}P_{\frac{5}{2}}$	527	α		
54	$\frac{5}{7}P_{\frac{7}{6}}$	35. 30. 49	λ		
55	$\frac{11}{24}P_{\frac{11}{8}}$	11. 8. 24			A
56	$-\frac{1}{2}P$	112		i	
57	$-\frac{5}{3}P$	889			I
58	$-P_{\frac{3}{2}}$	233	f		
59	$-2P_2$	121 = t		t	
60	$-\frac{2}{3}P_3$	132	ξ		
61	$-\frac{4}{3}P_4$	143		w	
62	$-\frac{7}{6}P_7^*$	176			E
63	$-6P_2^*$	361			U
64	$-3P_{\frac{3}{2}}$	231 (334 JEREMEJEV)			t ¹
65	$-\frac{7}{2}P_{\frac{7}{5}}^*$	572			t ²
66	$-4P_{\frac{4}{3}}^*$	341			t ³
67	$-\frac{9}{2}P_{\frac{9}{7}}^*$	792			t ⁴
68	$-5P_{\frac{5}{4}}$	451	β (VOM RATH)		t ⁵
69	$-6P_{\frac{6}{5}}^*$	561			t ⁶
70	$-9P_{\frac{9}{8}}^*$	891			t ⁷
71	$-\frac{2}{3}P_2$	123	γ		
72	$-4P_{\frac{4}{5}}^*$	5. 12. 3			l ³
73	$-5P_{\frac{5}{2}}^*$	251			l ²
74	$-8P_{\frac{8}{3}}^*$	381			l ¹
75	$-\frac{8}{15}P_{\frac{8}{3}}^*$	3. 8. 15			G

Winkeltabelle.
(Normalenwinkel, nach Zonen geordnet.)

	Zeichen der Flächen	Berechnet	Gemessen		Autor
			ROSE	HESSENBERG	
Zone 001, 027, 013, 011, 031, 010.	001 : 027	10° 38' 34"			10° 57'
	001 : 013	12 19	12° 20' 0"	12° 0'	12 10
	001 : 011	33 15	33 15	32 30	33 3
	001 : 031	63 2 35		63 10	
	011 : 011	66 29			
	027 : 027	21 17 8			
	013 : 013	24 38			
	031 : 031	53 54 50			
Zone 001, 105, 103, 102, 8.0.15, 509, 101, 19.0.12, 201, 101, 509.	001 : 105	17 28 8			
	001 : 103	28 5	27 40 (MILLER)	39 26	39 15
	001 : 102	39 19			
	001 : 8.0.15	41 55	41 47 (DES CL.)		
	001 : 509	42 29	42 33		
	001 : 101	60 17	59 30		60 19
	001 : 19.0.12	71 33			
	001 : 201	67 53 28	67 56 52 JEREMEJEV	54 9	
	001 : 101	53 46			
	001 : 509	38 35 36	38 33 30 JEREMEJEV		
Zone 101, 121, 141, 3.16.3, 181, 010.	101 : 121	36 16 15		36 18	36 39
	101 : 141	53 1	56 1		56 4
	101 : 3.16.3	63 12 50		62 54	
	101 : 181	71 23 53		71 23	71 25
	121 : 121	73 12 30			73 18
	141 : 141	67 58	67 50	67 58	67 56
	3.16.3 : 3.16.3	53 34 20			
	181 : 181	37 12 14			37 10
	001 : 3.16.3	77 9 7		77 1	
	101 : 527	12 29		12 30	
	101 : 213	15 7			
	101 : 10.7.17	19 48 54		19 40	
	101 : 112	25 41		24 35	
101 : 123	38 16	38 10	38 8	37 58	
101 : 145	49 15			49 12	
101 : 2.9.11	50 46 3				
101 : 167	53 58			54 4	
101 : 1.12.13	59 23 56			59 19	
101 : 011	65 30	64 50	65 34		

	Flächen	Berechnet	Gemessen		
			ROSE	HESSEN- BERG	Autor
	101 : 176	73° 12' 30''			73° 45'
	101 : 143	87 9 28	86° 59' 0'	87° 9'	86 54
	101 : 132	85 54 28		85 6	86 20
Zone	101 : 121	70 23 20	70 30	70 20	70 39
101, 527, 213,	101 : 231	58 6 27			57 33
10.7.17, 112, 123,	101 : 572	55 0 44			54 44
145, 2.9.11, 167,	101 : 341	52 41 33			52 44
1.12.13, 011, 176,	101 : 792	51 11 10			51 16
143, 132, 121, 231,	101 : 451	49 57 45	49 53		50 5
572, 341, 792, 451,	101 : 561	48 10 50	(VOM RATH)		49
561, 891, 110, 514,	101 : 891	45 24 35			45 25
10.1.9.	101 : 110	40 33 50	40 36	40 34	40 43
	101 : 514	7 27 7			6 58
	101 : 10.1.9	3 36 24			3 26
	527 : 527	14 58			
	213 : 213	18 4			
	10.7.17 : 10.7.17	23 33 56			
	112 : 112	30 17			
	123 : 123	43 48	43 45-54	43 42	43 44
	145 : 145	54 18			
	2.9.11 : 2.9.11	55 37 48			
	167 : 167	58 27 30			
	1.12.13 : 1.12.13	62 36			
	176 : 176	72 2			
	143 : 143	73 58			73 50
	132 : 132	73 45 58			
	121 : 121	69 9 4	69	69 17	
	231 : 231	61 29 40			
	572 : 572	59 7 40			
	341 : 341	57 21 32			
	792 : 792	56 0 8			
	451 : 451	54 56 32			
	561 : 561	53 13			
	891 : 891	50 51 20			
	514 : 514	8 57 44			
	10.1.9 : 10.1.9	4 0 22			
	001 : 527	50 39 55			
	001 : 2.9.11	31 11 42			
	001 : 167	31 8 14			
	001 : 1.12.13	31 57 20			
	001 : 176	38 19			

	Flächen	Berechnet	Gemessen		
			ROSE	HESSEN- BERG	Autor
	001 : 231	71° 6' 17"			
	001 : 572	73 40 3			
	001 : 341	75 28 34			
	001 : 792	76 49 37			
	001 : 451	77 51 54			
	001 : 561	79 21 24			
	001 : 891	81 40 31			
	001 : 514	66 19 10			
	001 : 10.1.9	63 11 55			
Zone	101 : 316	21 36 20			
101, 316, 013, 012.	101 : 013	51 2			
	101 : 112	84 3	83° 50'		
	316 : 316	10 11	(MILLER)		
	112 : 112	27 59 52			
	001 : 316	39 34 5			
Zone	101 : 214	27 18			
101, 214, 113, 123.	101 : 113	33 57			
	101 : 123	86 40			
Zone	101 : 132	43 32			
101, 132, 163, 031, 130.	101 : 163	57 19	57 12		
	101 : 031	77 0 55	(MILLER)		
	101 : 130	59 30		59° 30'	
Zone	001 : 214	34 55			
001, 214, 213.	001 : 213	48 45			
	001 : 227	26 18 10			
	001 : 3.3.10	27 28 47			
	001 : 113	30 7			
Zone	001 : 112	41 39 11		39° 53'	
001, 227, 3.3.10, 113,	001 : 223	50 29 33		50 30	
112, 223, 779, 445, 110,	001 : 779	55 9 26		55 46	
889, 112.	001 : 445	56 0 1			
	001 : 110	85 45	85 44		85 46
	001 : 889	53 19 34	(MILLER)		53 7
	001 : 112	38 9	38 15	37 59	37 58
	227 : 227	20 3			
	3.3.10 : 3.3.10	20 55 38			
	779 : 779	37 36 54			
	445 : 445	38 5 16			
	889 : 889	36 48 14			

	Flächen	Berechnet	Gemessen		Autor
			ROSE	HESSEN- BERG	
Zone 001, 6.2.13, 316.	[001 : 6.2.13 001 : 316	39° 34' 5'' 43 21 47			
	6.2.13 : 6.2.13	13 2 54			
Zone 001, 3.6.10, 123, 122, 5.10.6, 121, 361, 121, 123.	[001 : 3.6.10 001 : 123 001 : 122 001 : 5.10.6 001 : 121 001 : 361 001 : 121 001 : 123	34 14 48 35 4 47 7 15 61 56 20 76 33 15 77 14 3 60 47 32 51	34° 52'	35° 6'	34° 50'
	3.6.10 : 3.6.10	40 36 44			
	5.10.6 : 5.10.6	69 56 42			
	361 : 361	78 41 28			
Zone 001, 133, 132, 130, 132.	[001 : 133 001 : 132 001 : 130 001 : 132	39 30 53 3 13 87 6 49 31 47	86 59		
	132 : 132	75 45 58			
Zone 001, 145, 141, 143.	[001 : 145 001 : 141 001 : 143	31 55 73 55 44 12	73 57 44	32 9 44	31 56 73 46
Zone 001, 167, 163.	[001 : 167 001 : 163	31 8 14 61 55			
Zone 001, 181, 180.	[001 : 181 001 : 180	81 38 47 88 42 3			
Zone 103, 113, 123, 133, 163, 1.10.3, 010.	[103 : 113 103 : 123 103 : 133 103 : 163 103 : 1.10.3	11 22 21 54 30 7 43 50 20 30 63 33 28			63 27
	113 : 113	22 44			
	133 : 133	60 15 8			
	163 : 163	79 19	79 24 (MILLER)	79 7	
	1.10.3 : 1.10.3	52 53 4		53	52 59
	1.10.3 : 001	77 13 27			

	Flächen	Berechnet	Gemessen		
			ROSE	HESSEN- BERG	Autor
Zone 102, 316, 214, 112, 122, 132, 274, 010.	102 : 316	5° 10' 30"			
	102 : 214	7 42			
	102 : 112	15 8 30			
	102 : 122	28 27 40			
	102 : 132	39 3 15			
	102 : 274	43 31 30			43° 26'
	214 : 214	15 24			
	122 : 122	56 55 20			
	132 : 132	78 6 30			
	274 : 001	55 53 15			
Zone 101, 121, 010.	101 : 121	34 34 32		34° 32'	
	121 : 010	55 25 28			
Zone 110, 130, 180, 010.	110 : 130	28 52 46			28 46
	110 : 180	50 34 32			66 52
	110 : 010	66 56 16			
	110 : 110	46 7 28	46° 15'	46 46	46 46
	130 : 130	76 7	76 2	76 6	76 12
Zone 010, 143, 123.	180 : 180	32 43 28			
	010 : 123	69 21			
	010 : 143	53 1			53 5
	123 : 123	41 18			
Zone 101, 110, 121, 132, 011, 123, 112.	143 : 143	73 58			73 50
	101 : 110	38 24 29		38 30	
	101 : 121	62 42 44			
	101 : 132	87 58 4			
	101 : 011	81 13			
	101 : 123	34 0 50			
	101 : 112	22 39 2			
Zone 102, 227, 121, 527.	102 : 227	17 50			
	102 : 121	87 29			86 42
	102 : 527	13 16 2			
Zone 102, 113, 011, 251, 213.	102 : 113	15 55 54			
	102 : 011	49 39 40			
	102 : 251	75 51 5			
	102 : 213	12 37 13			
	251 : 251	84 24 10			
	251 : 001	76 49 27			

	Flächen	Berechnet	Gemessen		
			ROSE	HESSEN- BERG	Autor
Zone 102, 145, 445.	102 : 445	23° 44' 15"			
	102 : 145	34 19 53			
Zone 102, 3. 6. 10, 130, 436.	102 : 3. 6. 10	24 19 17			
	102 : 130	69 33 20			
	102 : 436	16 16 50			
	436 : 436	26 49 52		26° 9'	
	430 : 001	49 30 23		50 3	
Zone 102, 6. 2. 13, 123, 121, 223.	102 : 6. 2. 13	5 28 49			5° 16'
	102 : 123	29 6 9			29 36
	102 : 121	49 37 46			
	102 : 223	19 41 36			
	223 : 223	35 7 4			
Zone 102, 11. 8. 24, 180, 141.	102 : 11. 8. 24	10 50 57			10 57
	102 : 180	80 48 5			
	102 : 141	58 35 7			58 33
	11. 8. 24 : 11. 8. 24	28 41			
	11. 8. 24 : 001	54 33			
Zone 010, 223, 436, 213.	010 : 223	72 21 28			
	010 : 436	76 35 4			
	010 : 213	80 58			
Zone 110, 141, 1. 10. 3, 031, 121.	110 : 141	41 27 43		40 50	
	110 : 1. 10. 3	59 4 55		59 30	
	110 : 031	71 33 45			
	110 : 121	64 59 55			
Zone 110, 361, 251, 031, 121.	110 : 361	20 51 3			
	110 : 251	25 6 9			
	110 : 031	67 27 10			
	110 : 121	65 41 7			
Zone 011, 163, 5. 21. 6, 141, 5. 16. 1, 130, 381, 251, 5. 12. 3, 121, 233, 112.	011 : 163	26 45	28° 44'	27 15	26 28
	011 : 5. 21. 6	43 35 7			43 5
	011 : 141	46 40			46 37
	011 : 5. 16. 1	62 4 51			62 24
	011 : 130	67 3			67 5
	011 : 381	75 59 31			76 4
	011 : 251	80 45 51			80 59
	011 : 5. 12. 3	83 42			83 21
	011 : 121	84 30			
	011 : 233	70 17 48			
	011 : 112	58 21			

	Flächen	Berechnet	Gemessen		
			ROSE	HESSEN- BERG	Autor
	5.21.6 : 5.21.6	68°22' 30''			
	5.21.6 : 001	71 10 41			
	5.16.1 : 5.16.1	72 19 54			
	5.16.1 : 001	88 11 47			
	381 : 381	84 53 56			
	5.12.3 : 5.12.3	85 42 54			
	5.12.3 : 001	71 38 39			
Zone	[001 : 381	78 47 4			78°32'
001, 381, 3.8.15.	[001 : 3.8.15	24 26 22			
	3.8.15 : 3.8.15	36 16			
Zone	[001 : 233	48 17 27			
001, 233, 231.	[001 : 231	71 6 17			
	233 : 233	47 29 58			
Zone	[011 : 1.10.3	45 7 10			
011, 1.10.3, 181, 143.	[011 : 181	50 2 33			
	[011 : 143	74 22 10			
Zone	[011 : 141	77 7 17	77°30'		
011, 141, 132, 123.	[011 : 132	80 58 20			
	[011 : 123	61 18 32	61 12		
Zone	[101 : 231	33 32 5			
101, 231, 361, 130,	[101 : 361	43 16			
031, 132, 233.	[101 : 130	58 39			
	[101 : 031	74 27 23			
	[101 : 132	40 29 30			
	[101 : 233	25 50 55			
Zone	[011 : 133	23 1 53			
011, 133, 122, 233.	[011 : 122	35 7 33			
	[011 : 233	38 58			
Zone	[103 : 316	12 19 32			
103, 316, 213, 110,	[103 : 213	21 54 15			
233, 123, 3.8.15, 013.	[103 : 110	68 31 11			
	[103 : 233	73 3 53			
	[103 : 123	56 47 33			
	[103 : 3.8.15	47 33 16			
	[103 : 013	30 27 47			
Zone	[010 : 527	82 31			
010, 35.30.49, 527.	[010 : 35.30.49	74 16 37			
	35.30.49 : 35.30.49	31 26 46			
	001 : 35.30.49	52 1 5			

Litteratur-Verzeichniss.

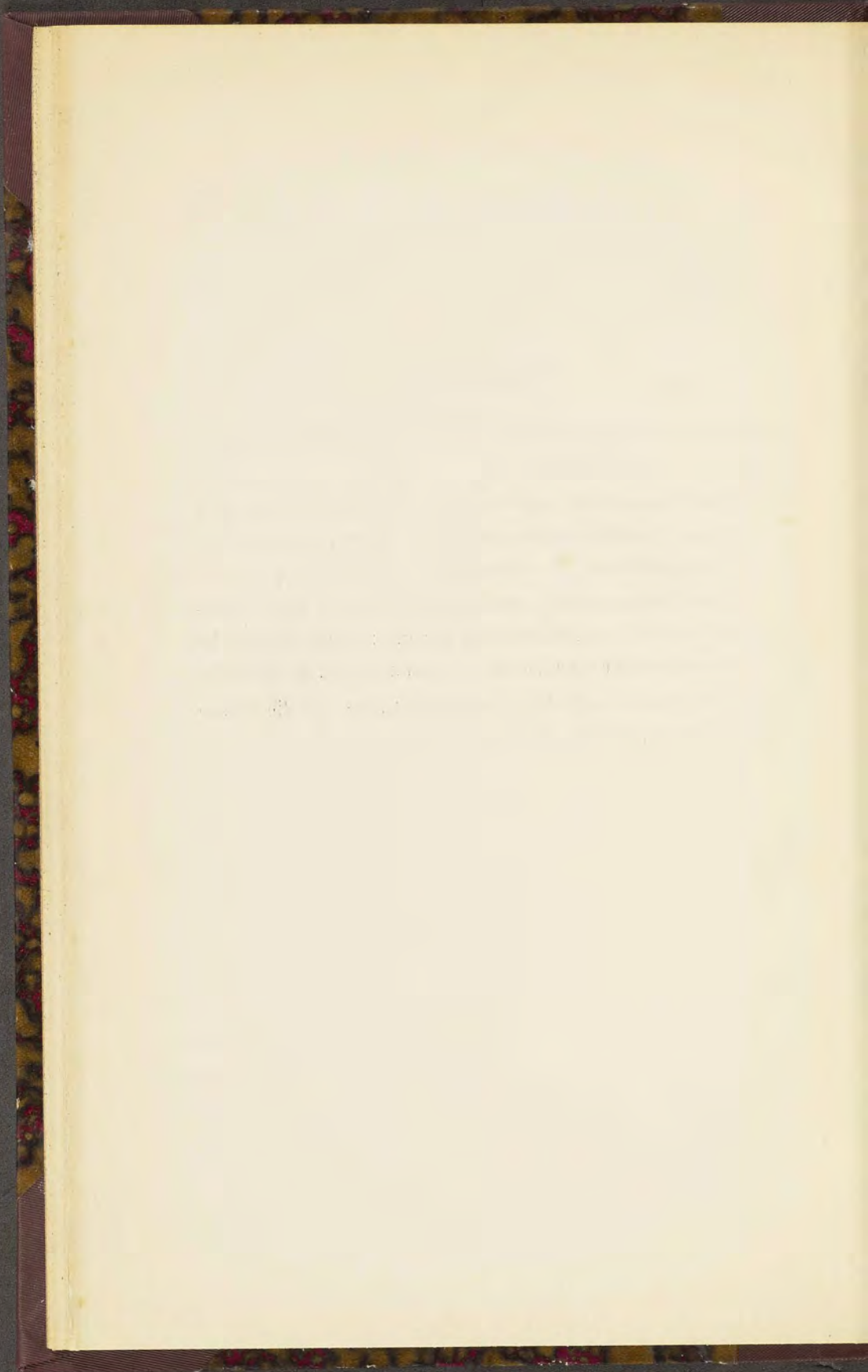
- ROSE, G., Über das Krystallisationssystem des Titanits. (LEONHARD, mineral. Taschenb. 1822.)
- FUCHS, J. N., Analyse des Sphens. (Ann. d. Chem. u. Pharm. 43. 319. 1842.)
- SCHEERER, TH., Über den Yttrotitanit. (Pogg. Ann. 63. 459. 1844.)
- WISER, D. F., Beiträge zur topogr. Mineralogie des Schweizerlandes. (Dies. Jahrb. 1844, 1847, 1848, 1854.)
- SANDBERGER, F., Mineralien des Laacher Sees. (Dies. Jahrb. 1845.)
- WEISS, Über das Titanitsystem. (Ber. d. kgl. preuss. Acad. d. Wiss. 1845. 89.)
- ROSE, H., Zerlegung des Titanit. (Pogg. Ann. LXII. 1847.)
- ZEPHAROVICH, V. VON, Über einige interessante Mineralvorkommen von Mutenitz und Strakonitz in Böhmen. (Jahrb. der geol. Reichsanst. Wien. 1853.)
- HESSENBERG, F., Mineralogische Notizen. (Abhandl. der Senckenberg. naturforsch. Ges. zu Frankfurt a. M. 1853—1873.)
- FORBES, D. und DAHLE, F., Analyse des Yttrotitanit. (Nyt Magaz. för Naturvidensk. IX. 14. 1857.)
- RAMMELSBERG, Yttrotitanit. (Pogg. Ann. CVI. 296. 1859.)
- VOM RATH, G., Über Titanit vom Laacher See. (Pogg. Ann. CXIII. 466. 1861.)
- GROTH, P., Über den Titanit im Syenit des Plauen'schen Grundes. (Dies. Jahrb. 1866. 44.)
- DES CLOIZEAUX, Nouvelles recherches. 1867.
- SCHRAUF, A., Sphezenwillinge vom Obersulzbachthal. (Sitzb. d. kais. Acad. d. Wiss. Wien. LXII. 1871.)
- UZIELLI, G., Über den Titanit und Apatit von Lama dello Spedalaccio. (Memoire R. Accad. d. Lincei. V. I. S. 3a. Rom 1876.)
- STRÜVER, J., Titanit von Latium. (GROTH, Zeitschr. f. Kryst. I. 250. 1877.)
- HINTZE, C., Über den Greenovit von Zermatt. (GROTH, Zeitschr. f. Kryst. II. 310. 1878.)
- LEWIS, W. J., Über Titanit. (GROTH, Zeitschr. f. Kryst. II. 66. 1878.)
- LIMUR, Graf von, Explorations minéralogiques dans les Hautes-Pyrénées ou indic. topog. de subst. peu connu. Vannes 1878.
- WIK, F. J., Mittheilungen über finnische Mineralien. (GROTH, Zeitschr. f. Kryst. II. 496. 1878.)
- JEREMEJEW, P. W., Titanit des Nasjamschen und Ilmengebirges. (Verhandl. d. kais. russ. mineral. Ges. [2]. XVI. 254. 1881.)
- VOM RATH, G., Mineralien von Zöptau. (GROTH, Zeitschr. f. Kryst. V. 255. 1881.)
- Quarz und Feldspath von Dissentis. (Ibid. V. 494. 1881.)
- ARZRUNI, A., Krystallographische Untersuchung an sublimirtem Titanit und Amphibol. (Sitzungsber. der preuss. Acad. d. Wiss. März 1882.)
- HANKEL, W. G., Über die thermoelektrischen Eigenschaften des Titanits etc. (Abhandl. d. math.-phys. Cl. d. kgl. sächs. Ges. d. Wiss. 12. 551—595. 1882.)

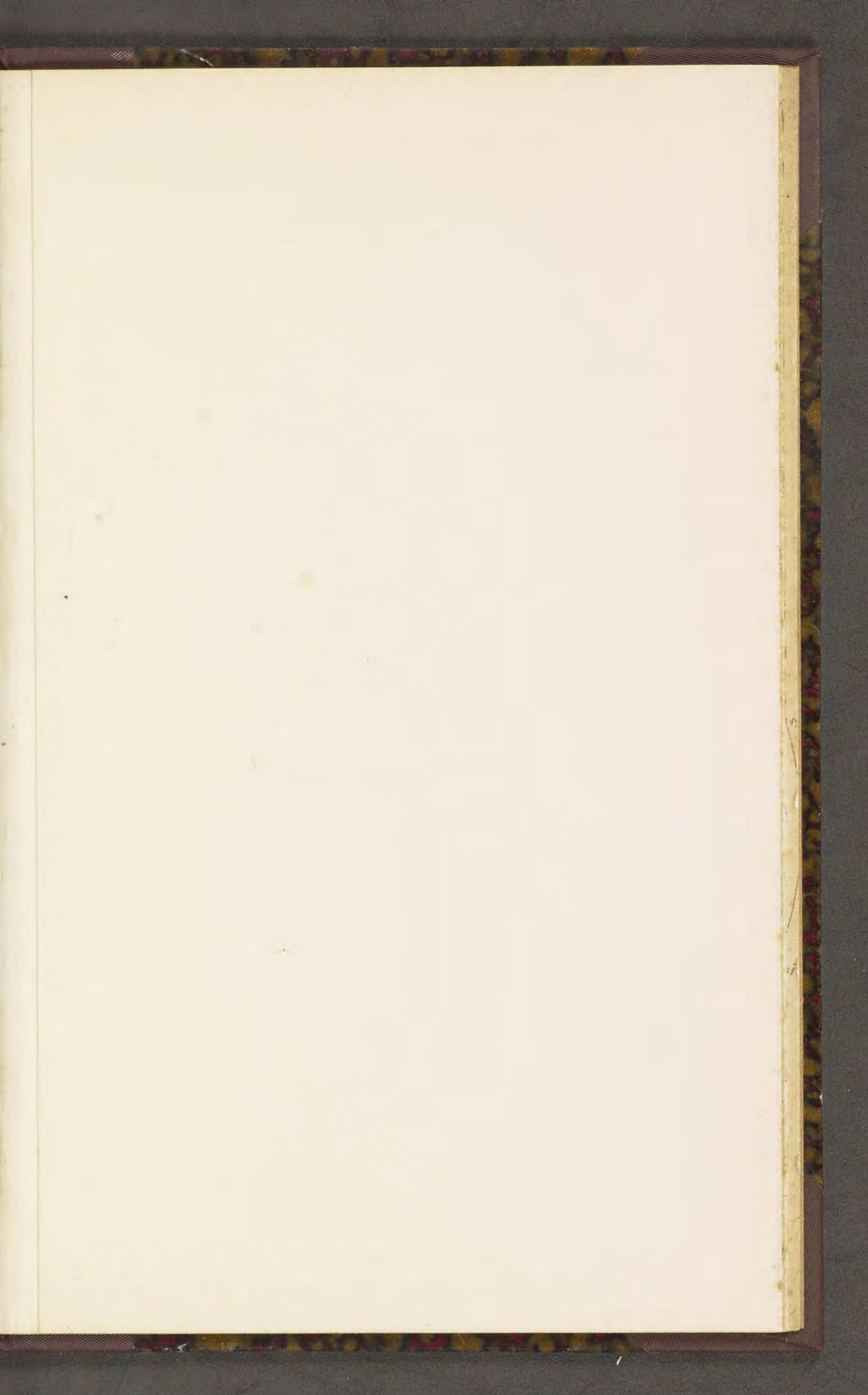
- HEDDLE, F., Sphen von Shinness. (The geognosy and mineral. of Scotland cont. 5. 71—106. 1882.)
- JEREMÉJEW, Titanit von der Praskówje-Jewgeniewskaja-Mineralgrube, Schischer Berg, Ural. (Verh. d. k. russ. min. Ges. XVII. 374 u. 382. 1882.)
- ZEPHAROVICH, V. VON, Titanit aus den Zillerthaler Alpen. (Naturw. Jahrb. „Lotos“. Prag 1882.)
- LASAULX, A. VON, Titanit von der Insel Croix. (Sitzb. d. niederrhein. Ges. 1883.)
- WILLIAMS, G. H., Cause of the apparently perfect cleavage in american sphen. (Americ. Journ. of science. Vol. XXIX. 1885.)
-

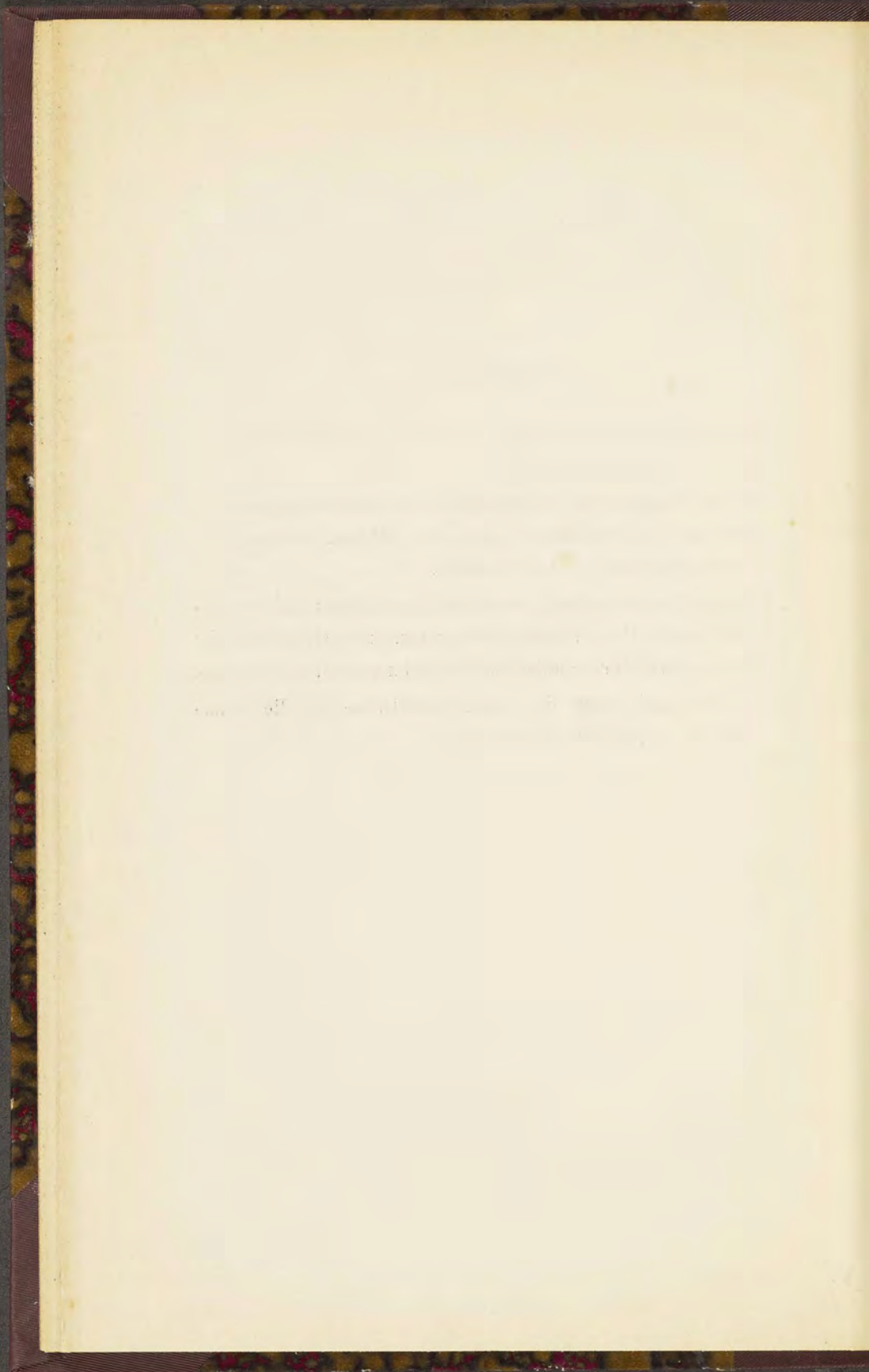


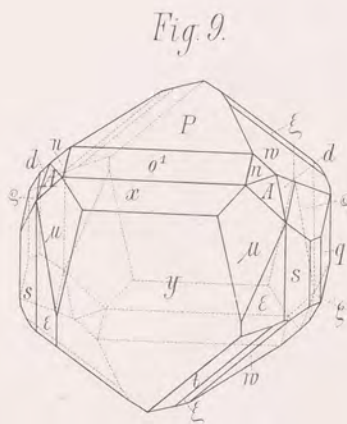
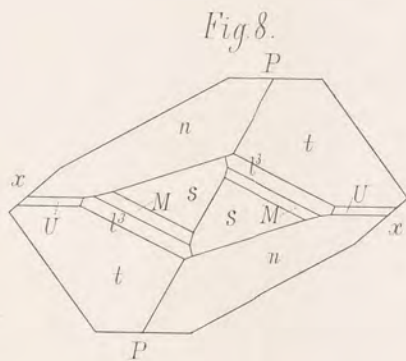
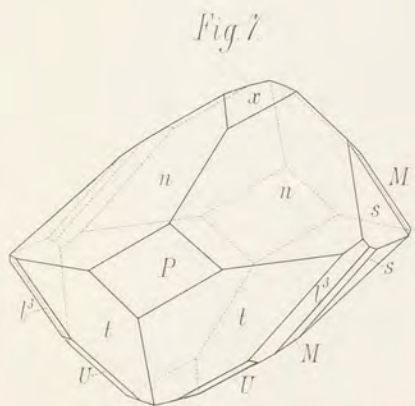
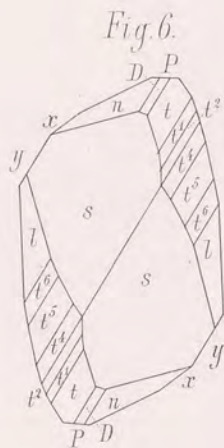
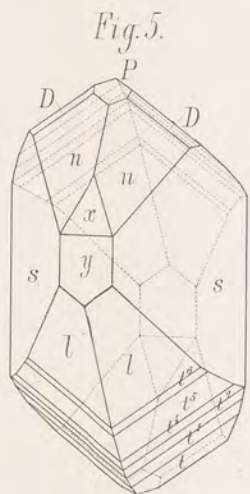
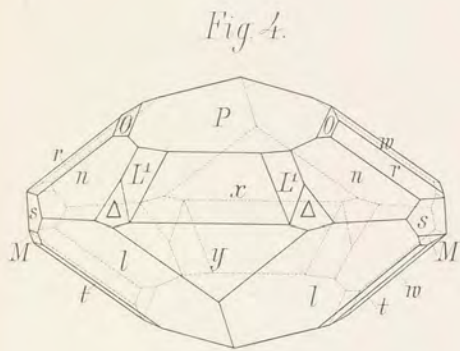
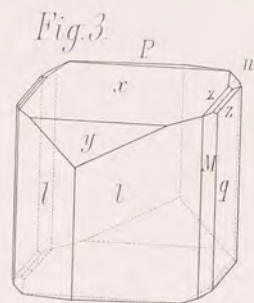
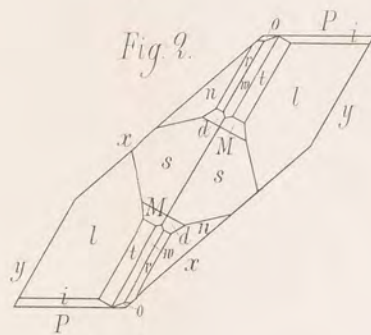
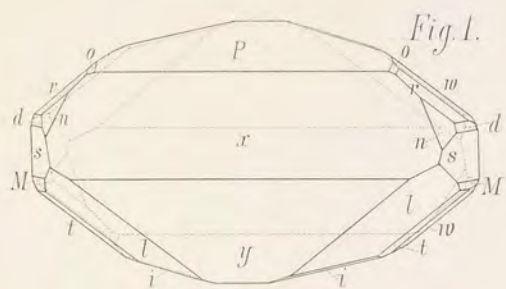
Thesen.

1. Die Meeresströmungen sind in erster Linie durch die Rotation der Erde bedingt.
 2. Die im Basalte oft auftretenden Olivinanhäufungen sind nicht als Ausscheidungen aus dem Magma sondern als Gesteinseinschlüsse zu betrachten.
 3. Um den Zusammenhang zwischen Krystallform und chemischer Constitution zu finden ist die genaue krystallographische Untersuchung der organischen Verbindungen am wichtigsten.
 4. Für die Darstellung der Zonenverhältnisse ist die sphärische Projection am geeignetsten.
-



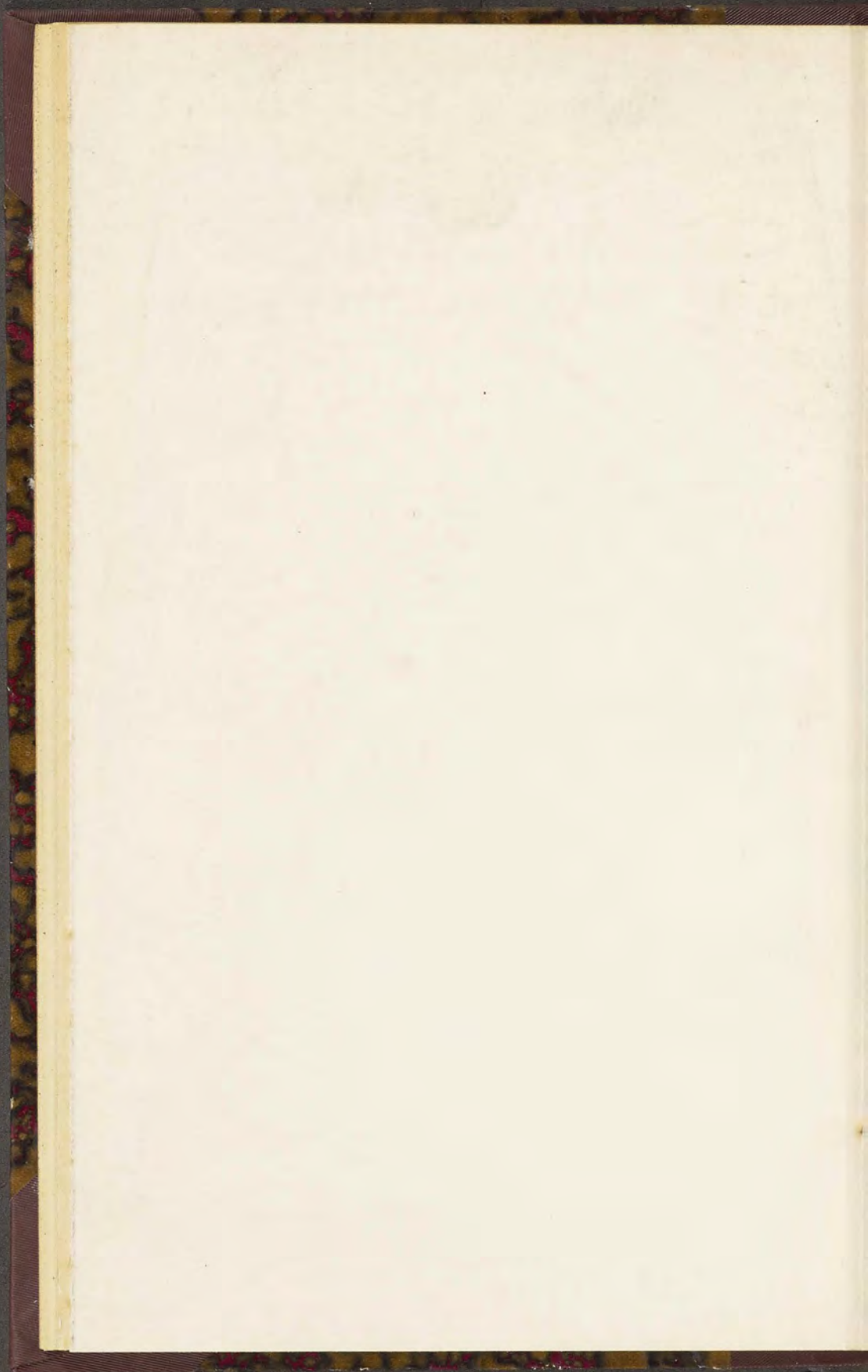






K Busz, del.

Lith Just v. A Henry, Bonn.



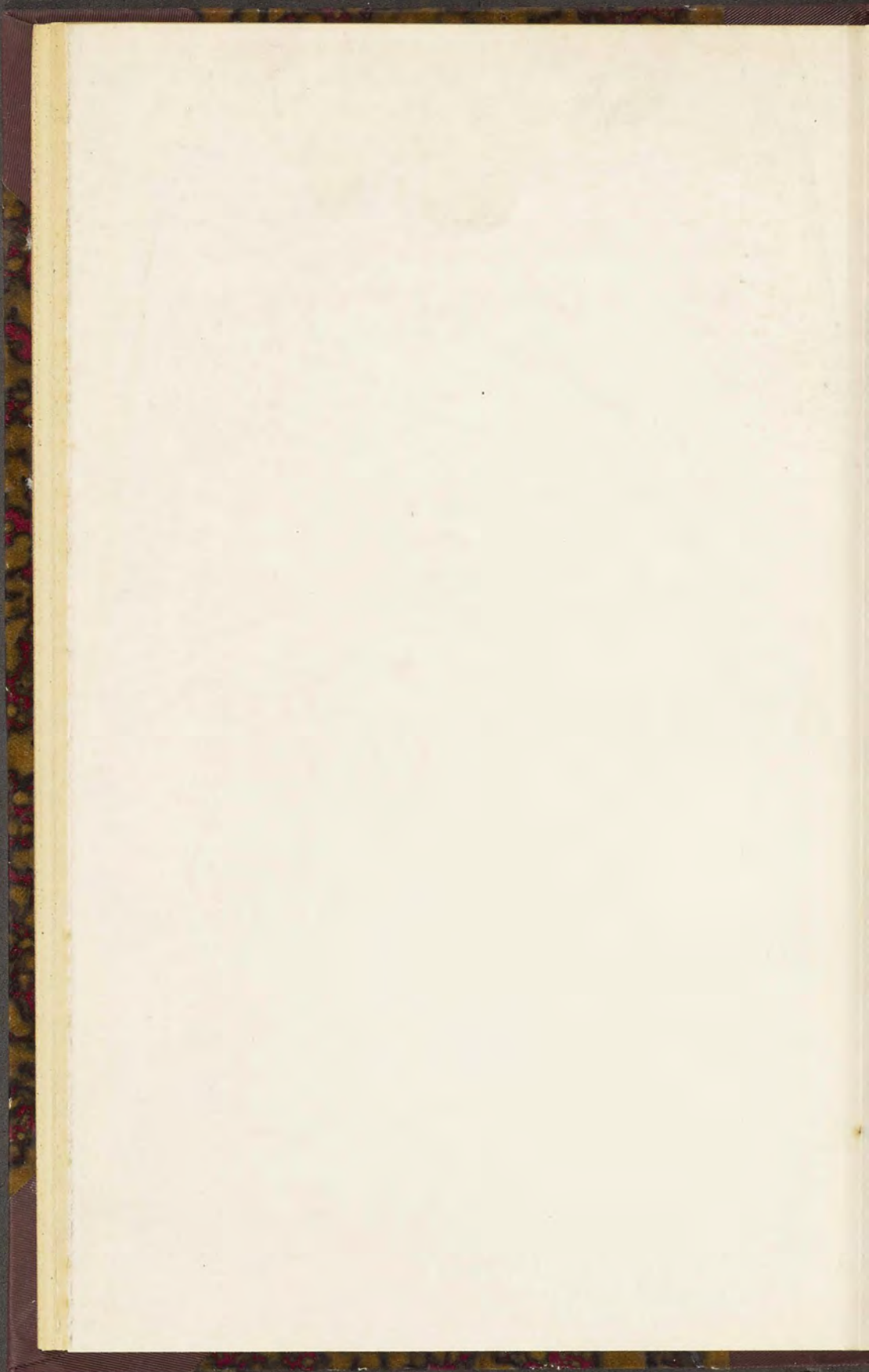


Fig. 21.

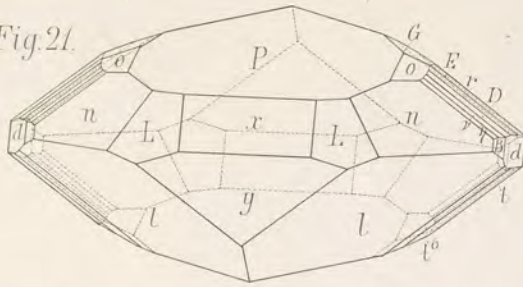
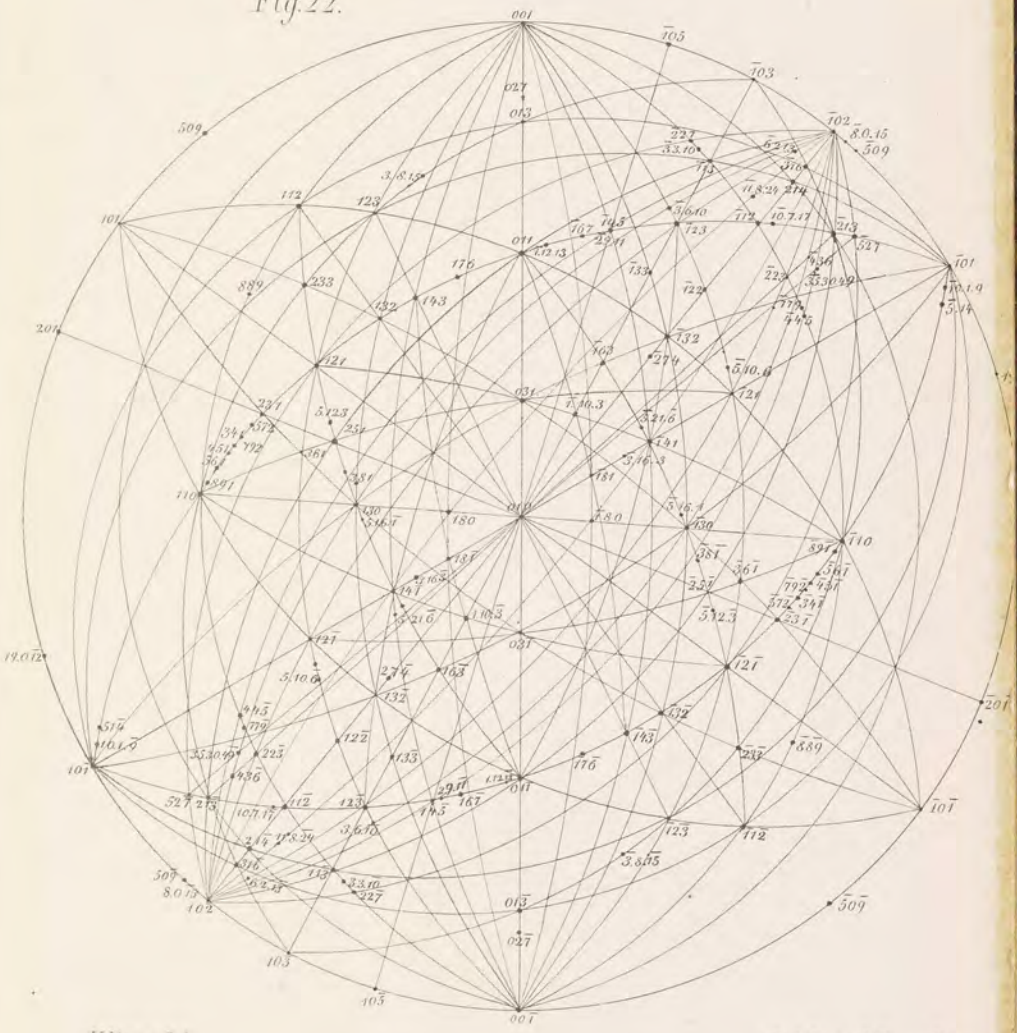


Fig. 22.



K. Busz del.

Lith. Justo A. Henry Benn

