

SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEM

NEUEN JAHRBUCH

FÜR MINERALOGIE, GEOLOGIE UND PALÄONTOLOGIE.

Jahrg. 1912. Bd. I.

(S. 1—20 und Taf. I.)

Über bemerkenswerte Mineralvorkommnisse in Versteinerungen der Nordtiroler Kalkalpen.

Von

August Haas.

Aus dem mineralogisch-petrographischen Institut der k. k. Universität
Innsbruck.

Mit 1 Tafel und 3 Textfiguren.



Stuttgart.

**E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung
Nägele & Dr. Sproesser.**

1912

Über bemerkenswerte Mineralvorkommnisse in Versteinerungen der Nordtiroler Kalkalpen.

Von

August Haas.

Aus dem mineralogisch-petrographischen Institut der k. k. Universität
Innsbruck.

Mit Taf. I und 3 Textfiguren.

Das mir von Herrn Prof. Dr. A. CATHREIN zur Bearbeitung überlassene Material¹ stammt zum größten Teil aus dem Triasgebirge nördlich von Innsbruck und zwar aus dem Muschelkalk und Wettersteinkalk. Bloß die Stücke aus den Raibler Schichten wurden am Südfuße der Hohen Munde bei Telfs gefunden. Es handelte sich um die Bestimmung einiger Mineralien, die teils in Versteinerungen oder als Versteinerungsmaterial, teils auch sonst in Petrefakten führenden Kalken vorkommen. Die Untersuchung der Mineralien erfolgte hauptsächlich durch Bestimmung der Kristallformen, durch Bestimmung des spezifischen Gewichtes und Beobachtung anderer charakteristischer, physikalischer Eigenschaften auf mikroskopischem Wege mittels Pulverproben, durch qualitative und quantitative Analysen und durch mikrochemische Reaktionen. Ferner wurde die Art des Vorkommens der einzelnen Mineralien und der Mineralgesellschaften einer näheren Betrachtung unterzogen.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. CATHREIN, schulde ich für die ständige Hilfe und die zahlreichen wertvollen Anregungen während meiner Arbeit den wärmsten Dank.

¹ Dasselbe wurde von unserem Institutsdiener RUPERT BÄR aufgefunden.

1. Quarz.

In den Hohlräumen von Orthoceratiten des Muschelkalkes kommen neben sehr kleinen, schlecht ausgebildeten Calcitkriställchen auch solche von farblosem Quarz als Drusenminerale vor. Bei einem etwas größeren, 3—4 mm langen Individuum ließen sich durch Schimmernmessung am Reflexionsgoniometer die Kristallformen bestimmen. Diese stellen die häufige Kombination des positiven und negativen Rhomboeders mit dem hexagonalen Prisma dar. Der Kristall ist kurz säulig nach dem Prisma.

Gemessene Winkel:	Berechnete Winkel nach $c = 1,0999$
$(10\bar{1}1) : (01\bar{1}1) = 46-46\frac{1}{2}^\circ$	$46^\circ 16'$
$(10\bar{1}1) : (10\bar{1}0) \} = 38-38\frac{1}{2}^\circ$	$38\ 13$
$(01\bar{1}1) : (01\bar{1}0) \}$	

Der Kantenwinkel der Prismenflächen wurde zu $59-61^\circ$ gemessen.

Das Mineral erweist sich härter als Glas. Die Teilchen der Pulverprobe zeigen unter dem Mikroskop unregelmäßige, nicht besonders markant hervortretende Umrisse, was auf Mangel von Spaltbarkeit und auf geringe einfache Lichtbrechung hinweist. Lebhaft irisierende Polarisationsfarben treten nur bei größeren Pulverteilchen auf, während bei kleineren nur blasse Farben oder blaugraue Töne erscheinen. Das Mineral ist also nicht stark doppelbrechend. Das feine Pulver ist bloß in Flußsäure löslich. Beim Verdampfen der Lösung bleibt keinerlei Rückstand, also besteht das Mineral aus reiner Kieselsäure.

2. Flußspat.

Im hellen großoolithischen Wettersteinkalk mit *Monotis salinaria* und Diploporen findet sich farbloser, sehr selten blaß violetter Flußspat, der in Kristallaggregaten die Höhlungen des Gesteins erfüllt oder auskleidet. Nicht selten kommen auch schön ausgebildete Hexaeder dieses Minerals mit 3—6 mm Kantenlänge vor. Ein Individuum wies die Kombination vom Hexaeder $\{100\}$ mit dem Rhombendodekaeder $\{110\}$ und dem seltenen Tetrakishexaeder $\{730\}$ auf. Diese Form ist bei GOLDSCHMIDT¹ und DANA² angegeben. Die Gestalt des Kristalls beherrscht der

¹ Index der Kristallformen. II. p. 51.

² System of Mineralogy. 6. Ed. 1892. p. 162.

Würfel, dessen Kanten durch {110} und {730} abgestumpft oder gerundet erscheinen. Da die Flächen von {110} und {730} zu schmal sind, um Reflexbilder zeigen zu können, konnte nur Schimmermessung angewandt werden. {110} ist mattglänzend, {730} ist außerordentlich schmal, aber sehr intensiv glänzend, erscheint daher als hellaufleuchtende Linie.

Gemessene Winkel:	Berechnete Winkel:
(730) : (370) = 43—44°	43° 36'
(100) : (730) = 23°	23 12
(100) : (110) = 45°	45

Die tautozonalen Flächen wurden am Goniometer der Reihe nach eingestellt, wobei im Durchschnitt folgende Winkel abzulesen waren:

$$0-23-45-67-90^{\circ}.$$

Zum Nachweis, daß das Mineral in der Tat Flußspat ist, wurden folgende Reaktionen durchgeführt: die Pulverprobe, bei deren Herstellung eine etwas größere Härte als die des Calcits zu beobachten war, zeigte u. d. M. schwache Lichtbrechung, optische Isotropie und Spaltbarkeit nach {111}, daher größtenteils quadratische und rechteckige Formen, Rhomben, Dreiecke und Sechsecke. Das feine Pulver wurde in einem Probiergläschen in konzentrierter, heißer Schwefelsäure gelöst, wobei die sich entwickelnde Flußsäure das Glas der Eprobette ätzte. Das Pulver mit Gips gemengt, gab vor dem Lötrohr eine klare Perle, die beim Erkalten trüb wurde.

Dunkelblauer Flußspat tritt in Gesellschaft von Braunspat und Calcit in kristallinen Aggregaten im Muschelkalk auf. Diese drei Mineralien bilden entweder Ausheilungen von Klüften im Gestein oder, was häufiger der Fall ist, Steinkerne von *Ptychites* (s. Taf. I Fig. 2). Dabei kann man beobachten, daß Flußspat häufig den zentralen, Braunspat und Calcit den peripheren Teil der Versteinerungsmasse bildet. Das Pulver des Fluorits verliert beim Erhitzen die blaue Pigmentfarbe und wird rein weiß, da die färbende Substanz, der Kohlenwasserstoff, entweicht. Die Tatsache, daß im hellen Wettersteinkalk farbloser Flußspat und im dunklen Muschelkalk pigmentierter Fluorit vorkommt, erscheint vielleicht dadurch erklärt, daß der Wettersteinkalk nur sehr wenig oder gar kein Bitumen, der Muschelkalk aber ziemlich reichlich organische Substanz enthält.

3. Kalkspat.

Die Höhlungen im Wettersteinkalk sind ferner von kakomorphen Calcitkriställchen (s. auch Taf. I) ausgekleidet, was ja sehr naheliegend erscheint. Bei einigen gut ausgebildeten, größeren Kristallen konnte ich Winkelmessungen vornehmen und folgende Kristallformen feststellen: säulig entwickelte Individuen (10 bis 20 mm lang) nach $\{10\bar{1}0\}$, dem Prisma I. Ordnung, das einerseits durch $-\frac{1}{2}R$ $\{01\bar{1}2\}$ abgeschlossen ist.

Gemessener Winkel:	Berechneter Winkel:
Polkante von $-\frac{1}{2}R = 45^\circ$	$45^\circ 3'$

Die Messung erfolgte mit Anlege- und Reflexionsgoniometer.

Der Winkel, welchen die Prismenflächen einschließen, wurde mit dem Anlegegoniometer zu 120° gemessen. Der Beweis, daß das Prisma I. Ordnung vorhanden ist, ergibt sich durch die Lage der Spaltungsflächen, welche die Prismenflächen rechtwinkelig zu ihrer Kante abschneiden. Auf $-\frac{1}{2}R$ ist die charakteristische Streifung parallel der kürzeren Flächendiagonale zu bemerken.

Mit einem Kristall von der eben besprochenen Kombination ist ein Individuum verwachsen, das das Skalenoëder $\{2131\}$ allein als Kristallform aufweist.

Gemessene Winkel:	Berechnete Winkel:
Spitze Polkante = $104-105^\circ$	$104^\circ 38'$
Stumpfe Polkante = $144-145^\circ$	$144^\circ 24'$

Die Messung erfolgte mit dem Anlegegoniometer.

Ferner kommen flache Rhomboeder $-\frac{1}{4}R$ $\{04\bar{4}7\}$ allein ohne Kombination mit anderen Formen vor.

Gemessener Winkel:	Winkel nach IRBY ¹ :
Polkante = $49-51^\circ$	$50^\circ 20'$

Das Rhomboeder ist negativ, da seine Polkanten in die Richtung der Spaltungsflächen gewendet sind. In der mir zur Verfügung stehenden Literatur (DANA, GOLDSCHMIDT, IRBY, ROGERS²) wird nur das positive Rhomboeder $\frac{1}{4}R$ angegeben.

Die Messung erfolgte mit dem Reflexionsgoniometer, wobei die Krümmung der Flächen die Genauigkeit der Messungen beeinträchtigte.

¹ On the Crystallography of Calcite. 1878. p. 44.

² The School of Mines Quarterly. Juli 1901. 22. No. 4. p. 429.

Die Pulverprobe zeigt u. d. M. die typischen Eigenschaften der rhomboedrischen Carbonate. Man sieht nur rhombische Formen mit diagonalen Auslöschungsrichtungen. Mathematische Rhomboide werden am rhombischen Spaltennetz sogleich als kristallographische Rhomben erkannt. Die für Calcit charakteristischen Zwillingslamellen parallel der längeren Flächendiagonale sind häufig zu beobachten. Die einfache Lichtbrechung ist nicht stark, daher treten die Umrisse der Pulvertheilchen und die Spaltfugen nicht markant hervor. Polarisationsfarben treten, mit Ausnahme bei ganz dünnen Splitterchen, welche sehr lebhaft Farben zeigen, nicht auf, da infolge der außerordentlich starken Doppelbrechung das Weiß II. Ordnung entsteht.

Das Mineral ist fast reines Calciumcarbonat, das sich schon in kalter Salzsäure unter lebhaftem Aufbrausen löst. Nur geringe Spuren von Magnesia lassen sich mit phosphorsaurem Natron nachweisen.

4. Dolomitspat.

Die Wandungen der bereits erwähnten Hohlräume im Wettersteinkalk sind ferner von kleinen Dolomitrhomboedern überkrustet und zwar sind es Grundrhomboeder, da die Spaltungsebenen mit den Flächen der Rhomboeder übereinstimmen. Die Härte ist (3—4). Die Pulverprobe zeigt u. d. M. dasselbe Verhalten wie die vom oben besprochenen Calcit, nur ist der Dolomit etwas trüber und weist keine Zwillingslamellen auf.

Den Gang und das Ergebnis einer quantitativen Analyse will ich im folgenden kurz anführen: das Pulver löste sich in kalter Salzsäure langsamer und mit weniger lebhaftem Brausen, als dies beim Calcit der Fall war. Die salzsaure Lösung gab mit Ammoniak keinen Niederschlag. Mit Schwefelammon ließ sich eine zu vernachlässigende Spur von Eisen nachweisen, indem die Lösung sich grün färbte, aber kein sichtbarer Niederschlag entstand. Mit Oxalsäure wurde das Calcium, mit Ammoniak und phosphorsaurem Natron die Magnesia gefällt. Der geglühte Rückstand von CaO wurde mit kohlensaurem Ammoniak befeuchtet, schwach geglüht und als CaCO_3 gewogen, welches Verfahren dreimal wiederholt wurde.

Das Gewicht war bei allen drei Wägungen konstant.

Gefunden:	Berechnet nach $\text{CaCO}_3 : \text{MgCO}_3 = 7 : 4$
66,41 CaCO_3	67,49 CaCO_3
33,075 MgCO_3 berechnet aus $\text{MgO} = 15,75$	32,51 MgCO_3
99,485	100,00

Dieser Dolomit enthält also beinahe doppelt soviel CaCO_3 als MgCO_3 , ist daher Mg-ärmer und Ca-reicher als der Normaldolomit mit dem Molekularverhältnisse 1 : 1 und 54,35 CaCO_3 , 45,65 MgCO_3 .

5. Braunspat.

Im dunklen Muschelkalk, der *Ptychites*-Arten, Orthoceratiten, Lamellibranchiaten und andere Versteinerungen führt (s. Taf. I), kommen putzenförmig Aggregate von kakomorphen Kristallen eines rhomboedrisch spaltenden, gelblichweißen Carbonates vor, das seiner chemischen Zusammensetzung nach in die Gruppe der Braunspate gehört. Das Mineral ist trüb, undurchsichtig und z. T. an der Oberfläche limonitisiert, was an der braunen Farbe zu erkennen ist. Die Härte und das mikroskopische Verhalten ist gleich dem der beiden im Vorhergehenden besprochenen Mineralien. Zwillinglamellierung fehlt.

Das feine Pulver des Braunspates ist weiß, wird aber, geglüht, braun, da durch das Glühen das zweiwertige Eisen zu dreiwertigem oxydiert wird. Für eine quantitative Analyse wurde das Pulver in Salzsäure gelöst, die Lösung mit einigen Tropfen Salpetersäure versetzt und mit Ammoniak das Eisen gefällt. Der Niederschlag wurde in Salzsäure gelöst und mit Ammoniak wieder gefällt, um durch die Gegenwart von Chlorammon das Mitfallen der Magnesia zu verhindern. Der Niederschlag war dunkelrotbraun, also frei von Tonerde. Nach Abfiltrieren des Eisenniederschlages wurde durch Schwefelammon mit negativem Resultat auf Mangan geprüft. Mit Oxalsäure wurde das Calcium, mit Ammoniak und phosphorsaurem Natron die Magnesia gefällt. Das Calcium wurde als Carbonat bestimmt.

Gefunden:	Berechnet:
49,00 CaCO_3	46,89 CaCO_3
36,58 MgCO_3 berechnet aus $\text{MgO} 17,42$	39,52 MgCO_3
13,91 FeCO_3 berechnet aus $\text{Fe}_2\text{O}_3 9,6$	13,59 FeCO_3
99,49	100,00

Das Molekularverhältnis ist $\text{Ca C O}_3 : \text{Mg C O}_3 : \text{Fe C O}_3 = 4 : 4 : 1$.

RAMMELSBURG¹ gibt zahlreiche Analysen von Braunspaten an, unter denen einige dem eben angegebenen Resultat der Analyse sehr nahe kommen. Als Beispiele hierfür mögen folgende Analysen von Schneeberger Vorkommnissen dienen:

Ca C O_3	51,34	52,64
Mg C O_3	35,55	36,35
Fe C O_3	13,90	12,40
Mn C O_3	1,41	0,34

Der Braunspat des Muschelkalks enthält demnach im Vergleich zum Schneeberger Braunspat etwas weniger Ca C O_3 und kein Mn C O_3 , aber mehr Mg C O_3 .

Das Vorkommen von Braunspat nebst Calcit und Fluorit als Versteinerungsmaterial von Ptychiten wurde bereits oben besprochen.

6. Anhydrit.

Den Dolomithomboederchen in den Höhlungen des Wettersteinkalkes sitzt mitunter kristallisierter, farbloser *A n h y d r i t* auf, der schon makroskopisch als solcher daran zu erkennen ist, daß drei aufeinander senkrechte, ungleich vollkommene Spaltungsflächen mit verschiedenem Glanz auftreten. $\{001\}$, welches die vollkommenste Spaltungsebene ist, zeigt Perlmutterglanz, nach $\{010\}$ ist die Spaltbarkeit weniger vollkommen, die Fläche hat Glasglanz, nach $\{100\}$ ist die Spaltbarkeit nicht sehr deutlich, die Fläche zeigt fettigen Glasglanz. Bei der Herstellung der Pulverprobe bemerkt man die Härte $3-3\frac{1}{2}$. Die Pulverteilchen sind der Spaltbarkeit nach den drei Pinakoiden zufolge rechtwinkelige Parallelepipede. Da nach $\{100\}$ die Spaltbarkeit keine vollkommene ist, so sind die Parallelepipede durch zwei rauhe, unvollkommene Ebenen abgeschlossen. U. d. M. zeigen sich die Pulverteilchen als Rechtecke, deren kürzere Seiten meist etwas zackig verlaufen. Das Spaltenetz ist ein rechteckiges; es sind zwei aufeinander senkrechte, ungleichwertige Systeme von parallelen Spaltfugen vorhanden. Dadurch lassen sich die mitunter vorkommenden mathematischen Quadrate sogleich als kristallographische Rechtecke erkennen. Die einfache Lichtbrechung ist eine mittelmäßige. Die Polari-

¹ Mineralchemie. 1875. p. 229.

sationsfarben sind lebhaft, das Mineral ist also stark doppelbrechend. Die Auslöschungsrichtungen sind durchaus parallel den Rechteckseiten. Häufig kommen Zwillingslamellen nach $\{101\}$ vor.

Die Zwillingsstreifung ist besonders sichtbar bei Pulverteilchen, welche auf $\{010\}$ liegen, da sie hier die Spaltfugen unter einem spitzen Winkel schneidet. Bei Dunkelstellung der Kristalle leuchten die Trennungslinien zwischen Zwillingsstreifen und Individuum hell auf, bei Farbenstellung erscheinen sie als dunkle Linien. Da nach $\{001\}$ die vollkommenste Spaltbarkeit herrscht, also bei der Herstellung der Pulverprobe die größten Flächen meist nach $\{001\}$

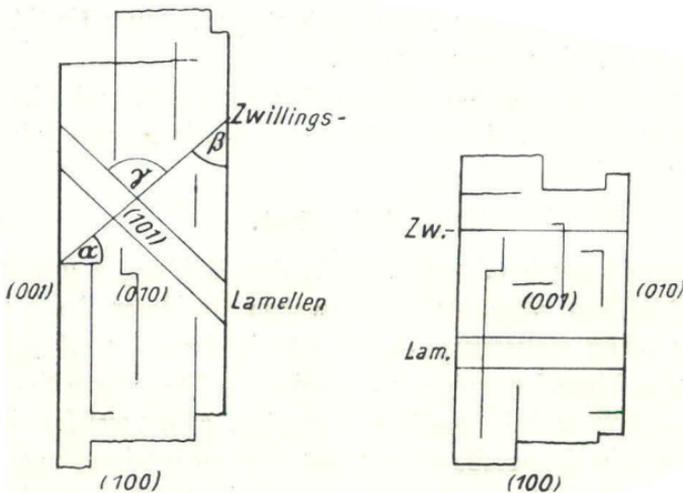


Fig. 1.

entstehen, kommen die meisten Pulverteilchen auf diese Fläche zu liegen. Die Zwillingsstreifen verlaufen in diesem Falle parallel den kürzeren Seiten, sind also von den in gleicher Richtung verlaufenden Spaltfugen meist nicht leicht zu unterscheiden, zumal überall gleichzeitig Aufhellung und Verdunkelung eintritt. Die Zwillingsstreifen stellen in der Regel breitere, gerade Linien dar, während die dazu parallelen Spaltfugen z. T. zackig verlaufen. Eine kurze Skizze (Fig. 1) soll die Erörterungen veranschaulichen.

Infolge der undeutlichen Spaltbarkeit nach $\{100\}$ konnte ich kein auf dieser Fläche liegendes Pulverteilchen beobachten. Der Neigungswinkel der Zwillingssebene zur Fläche $\{100\}$ ($= \sphericalangle \alpha$) und zur Fläche $\{001\}$ ($= \sphericalangle \beta$), ferner der Neigungswinkel der Zwillings-

lingsflächen zueinander ($= \sphericalangle \gamma$) wurde an den Pulverteilchen u. d. M. gemessen. Bei der Berechnung dieser Winkel ging ich vom Achsenverhältnisse aus, das für Anhydrit durch folgende Proportion angegeben wird:

a : b : c = 0,8932 : 1 : 1,0008 nach HESSEBERG¹.

Gemessen:	Berechnet:
$\sphericalangle \alpha = 42^{\circ}$	$41^{\circ} 45'$
$\sphericalangle \beta = 48$	48 15
$\sphericalangle \gamma = 96\frac{1}{2}$	96 30

Trotz der geringen physikalischen Härte ist Anhydrit chemisch hart oder widerstandsfähig, da er allen Säuren, selbst der Flußsäure widersteht, außer konzentrierter, heißer Schwefelsäure, worin er vollständig löslich ist. Gibt man einen Tropfen Wasser zur Lösung, so fällt das Calciumsulfat sofort als Gips wieder heraus.

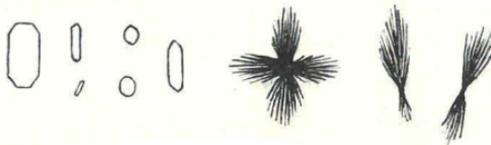


Fig. 2.

Eine mikrochemische Reaktion zum Nachweis des Calciums vollführte ich nach der von HAUSHOFER² angegebenen Methode. Der Anhydrit wurde in konzentrierter, heißer Schwefelsäure gelöst und ein Tropfen der klaren Lösung ohne Zusatz von Wasser auf einen Objektträger gebracht. In kurzer Zeit schied sich beim Erkalten Anhydrit in Büscheln und sternförmigen Aggregaten feiner Kristallnadeln mit gerader Auslöschung und in länglichen, rundlichen bis polygonalen Kristallen aus, welche genau den bei HAUSHOFER abgebildeten Ausscheidungen glichen und in Fig. 2 dargestellt sind.

Bei einer quantitativen Analyse, bei der ich auf einen eventuellen Baryum- und Strontiumgehalt prüfte, bediente ich mich zur Trennung von Ca, Ba und Sr der von CATHREIN in seiner Arbeit über Calciostrontianit³ angewandten Trennungsmethode nach ROSE.

¹ GROTH's Tabellen. 1904. p. 66. DANA's System. 1892. p. 910.

² Mikroskopische Reaktionen. 1885. p. 35.

³ Zeitschr. f. Krist. u. Min. 14. p. 368.

Das feine Pulver des Minerals wurde mit kohlen-saurem Ammoniak und etwas freiem Ammoniak übergossen und 48 Stunden unter öfterem Umrühren stehen gelassen, um eine Umsetzung des Calcium- eventuell Strontiumsulfates in Carbonat zu bewirken. Das so behandelte Mineral wurde abfiltriert, zuerst mit Ammoniumcarbonat-haltigem, zuletzt mit reinem Wasser ausgewaschen und auf dem mit einem Urglas bedeckten Filter mit stark verdünnter Salpetersäure unter lebhaftem Brausen gelöst. Ein Rückstand von Baryumsulfat war nicht vorhanden. Die salpetersaure Lösung wurde zur Trocknis eingedampft und nach Abkühlung der Rückstand mit einer Mischung von Alkohol und Äther zu gleichen Teilen übergossen, wodurch eine vollständige Lösung des Rückstandes, der also nur aus salpetersaurem Kalk bestand, eintrat. Strontiumnitrat wäre ungelöst geblieben. Die Lösung wurde mit verdünnter Schwefelsäure versetzt, der reichlich abgesetzte, flockige Niederschlag abfiltriert, mit Alkoholäther gewaschen und nach mäßigem Glühen das Kalksulfat gewogen.

Gewicht der Probe = 0,206.

Gewicht des Niederschlages = 0,203.

7. Cölestin.

In grauen, mergeligen Raiblerkalken mit *Ostrea montis Caprilis* und zahlreichen anderen Muscheln, von denen nur Steinkerne vorhanden sind, kommt weißer, bisweilen bläulicher Cölestin vor. teils in kleinen Spalten des Gesteins, teils Steinkerne von Muscheln bildend. Der Cölestin zeigt als Versteinigungsmaterial meist schuppige oder schalige Absonderung nach der Basis und lebhaften Perlmutterglanz. Die krummschalige Entwicklung des Cölestins ist wohl durch die Anשמiegung an die Form der Muscheln zustande gekommen. Ausgebildete Kristalle sind keine vorhanden. Bei der Herstellung der Pulverprobe bemerkt man geringe Härte, die mit der des Anhydrits übereinstimmt. Die Pulverteilchen legen sich meist auf (001), das die vollkommenste und daher auch größte Spaltungsebene ist. Die Umrisse der Teilchen sind durch die weniger vollkommene Spaltbarkeit nach {110} gegeben. Es entstehen also beim Pulverisieren des Minerals rhombische Täfelchen, die u. d. M. als Rhomben erscheinen und diagonal auslösen. Die einfache Lichtbrechung ist ziemlich stark, daher zeigen die Pulverteilchen dunkle Umrandung. Die Interferenzfarben sind

wie bei Quarz, also ist das Mineral nicht stark doppelbrechend. Ein geringer Teil des Pulvers liegt auf der Fläche $\{110\}$ und zeigt sich u. d. M. als Rechteck mit gerader Auslöschung.

Das spezifische Gewicht des Minerals, das mit Salzsäure vom Calcit gereinigt worden war, wurde zweimal mit dem Pyknometer bestimmt: 3,9 und 3,94.

Nach NAUMANN-ZIRKEL¹ und KLOCKMANN² beträgt das spezifische Gewicht des Cölestins 3,9 bis 4, nach DANA³ 3,95 bis 3,97.

Das feine Pulver ist in konzentrierter, heißer Schwefelsäure vollständig löslich. Ein mit der Lösung befeuchteter Platindraht bewirkt, in die Bunsenbrennerflamme gehalten, karminrote Färbung derselben, was die Gegenwart von Strontium beweist. Das Mineral ist aus der schwefelsauren Lösung durch Wasser wieder fällbar. Gibt man einen Tropfen der klaren Lösung ohne Wasserzusatz auf einen Objektträger, so scheiden sich nach einiger Zeit zahlreiche,

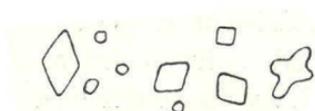


Fig. 3.

sehr kleine, rundliche Kriställchen mit ziemlicher Doppelbrechung aus. Erst nach mehreren Stunden treten größere, rhombische oder mehr oder weniger quadratische Täfelchen (Fig. 3) auf, welche ebenfalls ziemlich lebhaft polarisationsfarben und durchgehends diagonale Auslöschungsrichtungen besitzen. Konstanz der Winkel ist bei den rhombischen Kriställchen nicht vorhanden. Auch gerundete oder eingebuchtete, kristallskelettenähnliche Formen treten auf.

Diese mikrochemische Reaktion dient zum Nachweis des Strontiumsulfates⁴.

Für eine quantitative chemische Analyse versuchte ich, den Angaben der Literatur⁵ folgend, einen Aufschluß des Minerals

¹ Elemente der Mineralogie. 1901. p. 554.

² Lehrbuch der Mineralogie. 1900. p. 436.

³ The System of Mineralogy. 1892. p. 906.

⁴ HAUSHOFER, Mikroskopische Reaktionen. 1885. p. 121. — BEHRENS, Mikrochemische Analyse. 1895. p. 65.

⁵ ROSE, Handbuch der analytischen Chemie. II. 1871. p. 28. — FRESSENIUS, Anleitung zur quantitat. chem. Analyse. I. 1875. p. 231, 228. — FRIEDHEIM, Leitfaden für die quantitat. chem. Analyse. 1905. p. 369.

in kohlensauren Alkalien. Jedoch ohne Erfolg. Der Schmelzkuchen löste sich, obwohl ein vollkommen klarer Fluß entstanden war, in Wasser und auch in Salzsäure nur z. T. und es hinterblieb ein sehr beträchtlicher Rückstand, der offenbar aus SrSO_4 bestand. Ein Kontrollversuch mit einem Cölestin aus der Sammlung des Institutes hatte dasselbe Ergebnis. Der Cölestin erwies sich also, im Widerspruch zu den Angaben in der Literatur, unzersetzbar in kohlensauren Alkalien. Daher vollführte ich die Analyse des Minerals, auf dessen eventuellen Gehalt an Baryum- und Strontiumsulfat auch zu prüfen war, nach der bereits bei der Besprechung des Anhydrits angegebenen, bewährten Methode. Die mit kohlensaurem Ammoniak behandelte Probe wurde abfiltriert und mit stark verdünnter Salpetersäure bis auf einen kleinen Rückstand von unlöslichem Baryumsulfat gelöst, das gegläht und gewogen wurde. Das Filtrat wurde bis zur Trocknis eingedampft und der Rückstand mit einer Mischung von Äther und Alkohol zu gleichen Teilen übergossen. Das ungelöste Strontiumnitrat wurde filtriert, mit Ätheralkohol ausgewaschen und dann in Wasser gelöst. Nach Zusatz vom halben Volumen Alkohol zur Lösung fällte ich mit verdünnter Schwefelsäure das Strontium als Sulfat, das mit verdünntem Alkohol gewaschen und nach mäßigem Glühen gewogen wurde. Im Filtrate des Strontiumnitrates fiel mit verdünnter Schwefelsäure kein Niederschlag heraus. Der Cölestin enthält also kein Calcium.

Das Ergebnis der Analyse ist folgendes:

$$\begin{array}{r} 96,35 \text{ SrSO}_4 \\ 3,20 \text{ BaSO}_4 \\ \hline 99,55 \end{array}$$

8. Tonsilikat.

Im Muschelkalk, jedoch nicht in den Versteinerungen desselben, ist ein dichtes erdiges, mattgrünes bis bräunliches Mineral in geringen Mengen ausgeschieden. Bei der Herstellung der Pulverprobe zeigt sich eine sehr geringe Härte, welche ungefähr der des Talkes entspricht. U. d. M. zeigen die Pulverteilchen, die zur Aufhellung in Canadabalsam eingeschlossen wurden, unregelmäßige Umrisse und graue Farbe. Da die Pulverteilchen in der Mitte dunkler, gegen den Rand hin immer heller erscheinen, so deutet dies darauf hin, daß es keine Schüppchen oder Blättchen

sind, sondern daß sie allseitig unregelmäßig begrenzte Gestalt besitzen. Die Polarisationsfarben sind niederer Ordnung. Häufig weisen die Pulverteilechen einheitliche Auslöschung auf. Das Mineral stellt wahrscheinlich ein Aggregat von winzigen Kristallindividuen dar, die, der einheitlichen Auslöschung nach zu schließen, parallel zueinander angeordnet sein dürften. Durch Glühen verliert das Mineral an Gewicht, wird härter und spröde und bekommt eine helle, bräunliche Farbe. Der Gewichtsverlust entsteht durch Austritt von Wasser, was im Glühkölbchen leicht schon bei mäßigem Erhitzen nachweisbar ist. Das Mineral ist in Säuren mit Ausnahme von Flußsäure unlöslich. Flammenfärbung tritt beim Glühen des Minerals keine ein. Auch der Flußsäureaufschluß wurde mit negativem Resultat auf Flammenfärbung geprüft. Das Mineral enthält also keine Alkalien.

Der Gang der chemischen Analyse mit Flußsäureaufschluß war folgender: nach Abdampfen der Flußsäure und Schwefelsäure wurde der Rückstand mit Salzsäure aufgenommen und die Lösung mit einigen Tropfen Salpetersäure versetzt. Mit Ammoniak fiel ein voluminöser Niederschlag von schwach gelblicher, fast weißer Farbe heraus. Derselbe wurde durch Salzsäure gelöst und mit Ammoniak wieder gefällt, um das Mitfallen von Magnesia zu verhindern. Der Niederschlag, der seinem Aussehen nach zum größten Teil Aluminium, etwas Eisen und vielleicht auch Titan enthalten konnte, wurde abfiltriert. Im Filtrat trat weder durch Schwefelammon noch durch Oxalsäure eine Fällung ein, was auf Abgang von Mangan und Calcium deutet. Mit Ammoniak und phosphorsaurem Natron bildete sich ein geringer Magnesia-niederschlag. Das Filter mit dem Aluminium-, Eisen- und eventuellen Titanniederschlag wurde in Salzsäure und Wasser unter Kochen mazeriert und dann filtriert. Nachdem das Filtrat mit soviel Weinsäure versetzt war, daß mit Ammoniak keine Fällung erfolgte, wurde mit Schwefelammon das Eisen als Sulfid gefällt. Um das Mitfallen von Titansulfid zu verhindern, wurde der Niederschlag mit Salzsäure wieder gelöst, wobei das Eisen durch den sich bildenden Schwefelwasserstoff quantitativ zu zweiwertigem reduziert wird. Hierauf wurde durch Zusatz von Ammoniak wieder das Sulfid des zweiwertigen Eisens gefällt. Titan konnte als dreiwertiges nicht mehr mitfallen. Der Eisensulfidniederschlag wurde filtriert und mit verdünntem Schwefelammon gut

ausgewaschen. Dann wurde das Filter samt Niederschlag in Königswasser mazeriert, filtriert und im Filtrat das Eisen mit Ammoniak gefällt. Das aluminium- und (?) titanhaltige Filtrat wurde eingedampft und zur Zerstörung der Weinsäure geglüht. Der Rückstand, der vollkommen weiß, also eisenfrei war, wurde in Kalibisulfat aufgeschlossen, der Schmelzkuchen in Wasser gelöst und die Lösung gekocht. Dieselbe blieb beim Kochen klar, enthielt also kein oder nur sehr wenig Titan. Mit Ammoniak fiel ein reichlicher Aluminiumniederschlag aus. Diese Analyse konnte infolge kleiner Verluste nur die qualitative und ungefähre quantitative Zusammensetzung des Minerals ergeben. Für eine weitere Analyse stellte ich einen Schmelzaufschluß mit kohlen-sauren Alkalien her. Der Schmelzkuchen wurde aufgelöst in Salzsäure und Wasser. Die Lösung, in der ein flockiger Kieselsäureniederschlag ausgeschieden war, wurde eingedampft und der Rückstand bei 110° C getrocknet, um die Kieselsäure quantitativ unlöslich zu machen. Der Rückstand wurde mit H_2O und HCl wieder aufgenommen, die ausgeschiedene Kieselsäure filtriert und gewogen. Um zu erfahren, ob der Niederschlag reines SiO_2 oder z. T. auch TiO_2 sei, wurde er mit verdünnter Flußsäure über-gossen. Es trat vollständige Lösung des Niederschlages ein und bei Zusatz von Wasserstoffsperoxyd war keine Gelbfärbung der Lösung bemerkbar. Es war also reine Kieselsäure vorhanden. Im Filtrat von der Kieselsäure wurden die übrigen Bestandteile des Minerals, wie oben ausgeführt, quantitativ voneinander getrennt, zur Fällung gebracht und gewogen. Für die Bestimmung der Oxydationsstufe des Eisens bediente ich mich der Titrier-methode. Geringe Mengen der Probe wurden in Kohlensäure-atmosphäre mit Flußsäure und Schwefelsäure aufgeschlossen und die klare Lösung in ein großes Becherglas mit abgekochtem Wasser gegossen. Bei Zusatz von Kaliumpermanganat trat keine Ent-färbung des Chamäleons ein. Das Eisen ist demnach als Eisen-oxyd vorhanden. Nach dem Ergebnis der chemischen Analyse gehört das Mineral in die sogen. Tongruppe, stimmt aber mit keinem der mannigfaltigen Vertreter derselben genau überein. Qualitativ gleicht es dem Pyrophyllit, der kieselsäurereicher ist, quantitativ steht es dem Gümbeilit sehr nahe, welcher z. T. auch kieselsäureärmer ist. Es entwickelt sich so eine Reihe vom sauren Anfangsglied Pyrophyllit zum basischen Endglied Gümbeilit mit

unserem Mineral als Zwischenglied, wie die p. 16 stehenden Analysen von zwei Pyrophyllittypen und zwei Gümbeleitvorkommnissen neben meiner Analyse des Tonminerals zeigen. Man sieht im Pyrophyllit dieselben Elemente wie in unserem Mineral, jedoch in einem anderen Verhältnis zwischen Säure und Basen, letzteres stimmt auffallend beim Gümbeleit, bei dem aber andere Elemente wie Ti, K, Na hinzukommen, während Mg abnimmt. Da für den Gümbeleit bisher keine Formel aufgestellt wurde und auch für den Pyrophyllit nur mit Bezug auf einen Teil der Analysen eine Formel in der Literatur sich findet, so soll hier im Zusammenhang mit der Berechnung der Formel unseres Minerals auch jene des Gümbeleits und Pyrophyllits abgeleitet werden. Wie man aus den hier angeführten und aus allen bekannten Analysen der genannten Mineralien ersehen kann, handelt es sich wesentlich um wasserhältige Tonerdesilikate, in welchen die anderen Elemente Fe, Mg, K, Na, (Ti) nur untergeordnet und veränderlich erscheinen als Vertreter des Aluminium, (Si), denn mit ihrer Zunahme nimmt der Tonerdegehalt ab, während die Summe der Basen konstant bleibt. Infolgedessen berücksichtigen wir bei der Formelberechnung nur das wasserhältige Al- oder $\overset{'''}{R}$ -Silikat und betrachten $\overset{'''}{Fe}$ als direkten isomorphen Vertreter von $\overset{'''}{Al}$, ferner $\overset{1}{K}_3$, $\overset{1}{Na}_3$ äquivalent $\overset{''}{Al}$ und $\overset{''}{Mg}_3$ als äquivalent mit $\overset{''}{Al}_2$.

Eine Vergleichung aller Pyrophyllitenanalysen läßt deren Scheidung in zwei Typen erkennen. Fast alle Forscher, wie NAUMANN-ZIRKEL, BAUER, TSCHERMAK, GROTH, DANA, HINTZE, KLOCKMANN bringen nur die eine Formel eines sauren Metasilikates, welche dem sauren Typus entspricht, RAMMELSBERG allein hat auch für die basischen Pyrophyllite eine Formel in seiner Ausdrucksweise aufgestellt¹, welche in moderner Entwicklung ein saures Trisilikat ergibt als Summe eines sauren Ortho- mit zwei sauren Metasilikatmolekülen.

Das hier untersuchte Tonsilikat enthält vier saure Orthosilikatmoleküle neben einem sauren Metasilikatmolekül. Dem Gümbeleit genügt außerdem auch das reine saure Orthosilikat.

Die Vergleichung von gefundener und berechneter Zusammensetzung zeigt gute Übereinstimmung.

¹ Handbuch der Mineralchemie. II. 1875. p. 646.

Pyrophyllit		Neues Mineral	Gümbelit	
Nord-Carolina ¹	Ural ²	Innsbruck	Thüringerwald ³	Tarantaise ³
SiO ₂ . 66,25	SiO ₂ . 59,79	SiO ₂ . 52,99	SiO ₂ . 52,50	SiO ₂ . 50,00
Al ₂ O ₃ . 27,91	Al ₂ O ₃ . 29,46	Al ₂ O ₃ . 32,88	Al ₂ O ₃ . 29,50	Al ₂ O ₃ . 36,45
Fe ₂ O ₃ . 1,08	Fe ₂ O ₃ . 1,80	Fe ₂ O ₃ . 2,45	Fe ₂ O ₃ . 3,50	Fe ₂ O ₃ . 0,37
H ₂ O . 5,25	MgO . 4,00	MgO . 4,06	MgO . 1,16	MgO . 0,45
100,49	H ₂ O . 5,62	H ₂ O . 7,75	K ₂ O . 5,06	K ₂ O . 5,01
	100,67	100,13	H ₂ O . 7,75	H ₂ O . 7,96
			TiO ₂ . 1,00	100,24
			100,47	
SiO ₂ . 66,25	SiO ₂ . 59,79	SiO ₂ . 52,99	SiO ₂ } 53,50	SiO ₂ . 50,00
Al ₂ O ₃ } 28,99	Al ₂ O ₃ }	Al ₂ O ₃ }	TiO ₂ }	Al ₂ O ₃ }
Fe ₂ O ₃ }	Fe ₂ O ₃ } 35,26	Fe ₂ O ₃ } 39,39	Al ₂ O ₃ }	Fe ₂ O ₃ }
H ₂ O . 5,25	MgO }	MgO }	Fe ₂ O ₃ }	MgO }
	H ₂ O . 5,62	H ₂ O . 7,75	MgO } 39,22	K ₂ O }
			K ₂ O }	H ₂ O . 7,96
			H ₂ O . 7,75	
H Al [SiO ₃] ₂	H ₂ Al ₂ [SiO ₄] ₂ 2 H Al [SiO ₃] ₂ H ₄ Al ₄ Si ₆ O ₂₀ = H ₂ Al ₂ Si ₃ O ₁₀	4 H ₂ Al ₂ [SiO ₄] ₂ H Al [SiO ₃] ₂ H ₉ Al ₇ Si ₁₀ O ₃₈		H Al SiO ₄
SiO ₂ . 66,78	SiO ₂ . 60,12	SiO ₂ . 52,76		SiO ₂ . 50,12
Al ₂ O ₃ } 28,25	Al ₂ O ₃ }	Al ₂ O ₃ }		Al ₂ O ₃ }
u. a. }	u. a. } 33,91	u. a. } 40,17		u. a. }
H ₂ O . 4,97	H ₂ O . 5,97	H ₂ O . 7,07		H ₂ O . 7,47
100,00	100,00	100,00		100,00

Um für das neue Mineral auch eine Formel mit den einzelnen Basen zu erhalten, berechnen wir aus den gefundenen Prozentzahlen der quantitativen Analyse das Atomverhältnis der enthaltenen Elemente Si : Al : Fe : Mg : H : O = 5 : 3 $\frac{2}{3}$: $\frac{1}{6}$: $\frac{3}{5}$: 5 : 19. Daraus folgt die Zusammensetzung eines sauren Pentorthosilikates H₅ Al_{3 $\frac{2}{3}$} Fe $\frac{1}{6}$ Mg $\frac{3}{5}$ Si₅ O₁₉, wie es auch schon die früher abgeleitete Formel H₉ R₉ Si₁₀ O₃₈ = H $\frac{1}{2}$ R $\frac{1}{2}$ Si₅ O₁₉ mit wenig abweichendem Verhältnis von H : R ergab.

¹ RAMMELSBURG, Mineralchemie. II. 1875. p. 646.

² Ebenda. p. 645.

³ HINTZE, Handbuch. II. p. 832.

Die Pentorthokieselsäure leitet sich ab aus $5 \text{H}_4 \text{SiO}_4 - \text{H}_2 \text{O} = \text{H}_{18} \text{Si}_5 \text{O}_{19}$ oder aus der Summe von 4 Molekülen Ortho- und 1 Molekül Metasäure: $4 \text{H}_4 \text{SiO}_4 + \text{H}_2 \text{SiO}_3 = \text{H}_{18} \text{Si}_5 \text{O}_{19}$. Bei der Salzbildung werden nun 13 H durch $\text{R}_{13}^{\text{III}}$ substituiert, während 5 H als Säurerest im „sauren“ Pentorthosilikat erscheinen.

Die aus der Detailformel berechnete prozentische Zusammensetzung stimmt sehr gut mit der analytisch gefundenen überein.

Gefunden :	Berechnet nach $\text{H}_5 \text{Mg}_{\frac{3}{5}} \text{Fe}_{\frac{1}{6}} \text{Al}_{\frac{3}{3}} \text{Si}_5 \text{O}_{19}$
SiO_2 52,99	SiO_2 52,81
Al_2O_3 32,88	Al_2O_3 32,76
Fe_2O_3 2,45	Fe_2O_3 2,33
MgO 4,06	MgO 4,23
H_2O 7,75	H_2O 7,87
100,13	100,00

Ganz isoliert steht CLARKE'S Formel für den sauren Pyrophyllit $[\text{HO} \cdot \text{Al}] \text{Si}_2 \text{O}_5^1$ als basisches Dimetasilikat. Entwickeln wir analog die anderen basischen Silikatformeln, so ergäbe sich für den basischeren Pyrophyllit $[\text{HO} \cdot \text{Al}]_2 \text{Si}_3 \text{O}_8$ (Trimetasilikat), für den basischeren Gümbeilit $[\text{HO} \cdot \text{Al}] \text{SiO}_3$ (einfaches Metasilikat) und für den sauren Gümbeilit, sowie das neue Mineral das Metasilikat $[\text{HO} \cdot \text{Al}]_9 \text{Si}_{10} \text{O}_{29}$.

Trotz der chemischen Ähnlichkeit unseres Minerals mit Pyrophyllit und Gümbeilit unterscheidet es sich morphologisch und physikalisch wesentlich von denselben. Es fehlt ihm die Blätterigkeit und Faserigkeit, sowie die Spaltbarkeit, auch die Doppelbrechung und das Verhalten vor dem Lötrohr weichen ab. Hingegen erinnert das Auftreten als Versteinerungsmaterial von Graptolithen und Kohlenpflanzen bei Pyrophyllit und Gümbeilit an das Vorkommen unseres Minerals im Muschelkalk.

Dieses stellt vielleicht ein Produkt metasomatischer Prozesse dar, die sich im Muschelkalk vollzogen haben. Da der Muschelkalk häufig Kieselsäure und Tonerde, ferner auch den bereits besprochenen Braunspat enthält, so sind in ihm die Elemente, welche das Mineral zusammensetzen, vorhanden. Doch kommen die in die Tongruppe gehörigen Mineralien fast ausschließlich in Silikatgesteinen (kristallinen Schiefen und Eruptivgesteinen) vor,

¹ Tableau systématique des Minéraux par P. GROTH. Genève 1904. p. 139.

so daß das hier besprochene Vorkommnis eine große Seltenheit repräsentiert. Es handelt sich in diesem Falle wohl um ein neues, vielleicht mit Gümbeleit isoheteromorphes Mineral, zu dessen endgültiger Untersuchung und Bestimmung zu wenig Material vorhanden ist.

Was die Literatur über Mineralvorkommnisse in Versteinerungen betrifft, so sind in den geologischen und paläontologischen Werken nur spärliche Angaben hierüber zu finden. Auch in den mineralogischen Werken sind nur kurze Bemerkungen über diesbezügliche Vorkommnisse gegeben. ZITTEL¹ und GÜMBEL² führen eine Reihe von Mineralien als Versteinerungsmittel an, ohne jedoch etwas näher darauf einzugehen. Ausführlicher behandelt ROTH³ dieses Thema, indem er auch die Art und Weise des Vorkommens der einzelnen Mineralien in oder als Versteinerungen beschreibt. Auch in BLUM'S Pseudomorphosen des Mineralreichs sind der genaueren Beschreibung von Versteinerungs- und Vererzungsmitteln besondere Kapitel gewidmet.

Diejenigen Angaben der Literatur, welche auf die hier besprochenen Mineralien Bezug haben, will ich hier kurz zusammenfassen:

ROTH erwähnt das Vorkommen von Quarzkristallen in Ammonitenkammern. Doch sind Quarzkristalle im allgemeinen in Kalken selten. Im Marmor von Carrara findet sich auch Bergkristall. In der Regel kommt er nur in Silikatgesteinen vor.

Flußspat tritt nach ROTH manchmal als Versteinerungsmittel von Pflanzenresten, sehr selten in Wohnkammern von schwäbischen Liasammoniten, nach BLUM⁴ auch als Versteinerungsmittel von Entrochiten auf. Er ist ein charakteristisches Mineral auf Erzgängen; sonst findet er sich vorwiegend in Eruptivgesteinen und kristallinen Schiefeln. Nur wenige Fundstätten für Fluorit in Kalkstein oder Dolomit sind in der Literatur⁵ angegeben. Interessant ist das Vorkommen von Flußspat auf Anhydrit im Haller Salzbergwerke, das vielleicht in genetischer Beziehung steht zu dem Vorkommen im benachbarten Muschelkalk und Wettersteinkalk.

¹ Paläontologie. 1876—1880. I. p. 5.

² Grundzüge der Geologie. 1888. p. 399, 400.

³ Chemische Geologie. 1879. p. 605—615.

⁴ Pseudomorphosen des Mineralreichs. Nachtrag I. 1847. p. 178.

⁵ NAUMANN-ZIRKEL, Elemente der Mineralogie. 1901. p. 507.

Calcit tritt in Versteinerungen oder als Versteinerungsmittel am häufigsten von allen Mineralien auf.

Aufgewachsene Dolomitkristalle kommen in Kalkgesteinen sehr selten vor, so im Marmor von Carrara. Man findet sie in der Regel bloß in Höhlungen des Dolomitgesteins und auf Erzgängen, eingewachsene Kristalle in den Chlorit- und Talkschiefern der Alpen und im Gips von Hall.

Braunspat findet sich, wie Dolomit, hauptsächlich auf Erzgängen und in kristallinen Schiefern, ferner auch in Klüften und Hohlräumen von Kalk und Dolomit. ROTH führt an, daß Braunspat in Ammonitenkammern gefunden wurde. Ebenso QUENSTEDT¹ und BAUER².

Da Anhydrit in oder in nächster Nähe von Salzlagern vorkommt, scheint die Annahme berechtigt, daß der Anhydrit im Wettersteinkalk bei Innsbruck, ähnlich wie das Flußspatvorkommnis, mit dem Salzlager bei Hall in genetischem Zusammenhange steht.

ROTH und BAUER³ geben an, daß Cölestin nicht selten in Ammonitenkammern und in Hohlräumen anderer Petrefakten (Zweischaler) vorkommt. BLUM⁴ beschreibt das Vorkommen von bläulichem Cölestin als Versteinerungsmittel von *Ampullaria* bei St. Cassian und erwähnt, daß das Mineral auch in Ammonitenkammern, im Innern von Echiniden und als Ausfüllung des inneren Raumes zweischaliger Konchylien gefunden wurde. Cölestin ist überhaupt nicht selten in Kalken und Mergeln.

Die Hauptergebnisse der dargestellten Untersuchungen will ich in einzelnen Punkten noch kurz zusammenfassen.

1. Quarzkriställchen (+ R. — R. ∞ R) finden sich in Orthoceratiten des Muschelkalkes.

2. Farbloser Flußspat tritt in körnigen Aggregaten und in wohl ausgebildeten Hexaedern in Höhlungen des großoolithischen Wettersteinkalkes auf. An einem Kristall wurde die Kombination vom Hexaeder {100} mit dem Rhombendodekaeder {110} und dem seltenen Tetrakishexaeder {730} festgestellt. Dunkelblauer Flußspat kommt neben Braunspat und Calcit in kristallinen Aggre-

¹ Handbuch der Mineralogie. 1877. p. 509.

² Lehrbuch der Mineralogie. 1904. p. 593.

³ Lehrbuch der Mineralogie. 1904. p. 842.

⁴ Pseudomorphosen des Mineralreichs. Nachtrag I. 1847. p. 177, 178.

gaten im Muschelkalk vor, entweder als Ausheilung von Klüften oder als Steinkern von Ptychiten.

3. In Höhlungen des Wettersteinkalkes sind mitunter größere Calcitkristalle aufgewachsen, an welchen folgende Kristallformen festgestellt wurden: ∞R , $-\frac{1}{2} R$, $R3$ und das neue $-\frac{4}{7} R$.

4. Dolomit, der in kleinen Grundrhomboedern die Hohlräume im Wettersteinkalk auskleidet, enthält beinahe doppelt soviel $CaCO_3$ als $MgCO_3$ im Verhältnis 7 : 4.

5. Braunspat kommt in kristallinen Aggregaten im Muschelkalk vor, teils in nestförmigen Ausscheidungen, teils neben Calcit und Fluorit als Steinkern von Ptychiten. Er enthält ebensoviel $MgCO_3$ als $CaCO_3$ und 13—14% $FeCO_3$ im Verhältnis 4 : 4 : 1.

6. In den Höhlungen des Wettersteinkalkes sitzt den erwähnten Dolomitrhomboedern bisweilen kristallisierter Anhydrit auf, der u. d. M. Zwillingslamellierung nach (101) zeigt. Aus der Auflösung des Pulvers in konzentrierter heißer Schwefelsäure schieden sich beim Erkalten Kristalle aus, deren Gestalt und Gruppierung sie als Calciumsulfat erkennen ließ. Eine quantitative chemische Analyse ergab reines $CaSO_4$.

7. Cölestin findet sich in mergeligen Raibler Schichten, und zwar häufig Steinkerne von Muscheln bildend. Die quantitative chemische Analyse ergab Strontiumsulfat und geringe Mengen von Baryumsulfat (etwas über 3%).

8. Ein Tonsilikat ist als erdiges, dichtes, mattgrünes bis bräunliches Mineral in geringen Mengen im Muschelkalk ausgeschieden, jedoch nicht innerhalb von Versteinerungen. Es hat geringe Härte und schwache Doppelbrechung. Die quantitative chemische Analyse ergab ein titan- und alkalifreies saures Penta-

silikat $H_5 Mg_2 \overset{m}{Fe}_3 Al_{3\frac{2}{3}} Si_5 O_{19}$.

Der chemischen Zusammensetzung nach liegt es zwischen Pyrophyllit und Gümbelit, von denen es sich aber durch seine strukturellen und physikalischen Eigenschaften unterscheidet. Für den Pyrophyllit läßt sich außer der bekannten sauren Formel $HAl(SiO_3)_2$ auch eine basischere $H_2Al_2Si_3O_{10}$ aufstellen, für den Gümbelit paßt neben der Formel unseres neuen Tonsilikates auch $HAlSiO_4$.

Erklärung zu Tafel I.

- Fig. 1. Ammonit mit Calcit (hell) und Braunspat (dunkler) in den Kammern.
- „ 2. Steinkern von *Ptychites* aus Calcit (weiß) o, limonitisiertem Braunspat (dunkel) x und Fluorit +.
- „ 3. *Orthoceras* mit Calcitkristallen in den Kammern. In der untersten Kammer auch limonitisierter Braunspat (dunkel).



1.



2.



3.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Kimmel & Co., Stuttgart.

Druck von Carl Grüniger, Stuttgart.