

# ELEMENTE

EINER NEUEN

CHEMISCH-MIKROSKOPISCHEN MINERAL- UND GESTEINSANALYSE

VON

Dr. EMANUEL BOŘICKÝ,

A. O. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT ZU PRAG UND CUSTOS DES BOHM. MUSEUMS.



(ARCHIV DER NATURW. LANDESDURCHFORSCHUNG VON BÖHMEN. III. BAND. CHEM.-PETROLOGISCHE ABTHEILUNG.)



P R A G.

Commissions-Verlag von Fr. Řivnáč. — Druck von Dr. Ed. Grégr.  
1877.



## Einleitung.

Wie ein glänzendes Meteor erschien die mikroskopische Mineral- und Gesteinsforschung am Horizonte der Anorganologie! Sie überraschte durch plötzliche Gewährung des Einblicks in die innere Beschaffenheit solcher Minerale, deren substantielle Differenzen man durch mannigfache Hypothesen vergeblich zu erklären suchte, sie überraschte durch nicht geahnte Aufschlüsse über das Wesen und die Genesis mehrerer kryptomeren Gesteine, von deren Beschaffenheit man nahezu ein Jahrhundert hindurch irrige Vorstellungen hatte, sie beleuchtete manch' unrechten Weg, den man im Gebiete der Gesteinsforschung früher gewandelt; aber sie lieferte auch Beweise für Vermuthungen bezüglich genetischer Mineral- und Gesteinsverhältnisse, die man früher nicht ohne Besorgniß einer heftigen Opposition auszusprechen wagte; daher berechtigte sie zu der Hoffnung, dass man in ihr den Pfad gefunden, welcher zur sicheren Erkenntniß der in einen scheinbar undurchdringlichen Schleier gehüllten Mineralwelt führen wird.

Diese Hoffnung, die sich der meisten Mineralogen und Geologen bemächtigt haben mag, als Vogelsang's Philosophie der Geologie<sup>1)</sup>, Zirkel's klassisches Werk über die Basalte<sup>2)</sup> und Fischer's kritische, mikroskopisch-mineralogische Studien<sup>3)</sup> der bahnbrechenden Arbeit Sorby's<sup>4)</sup> folgten, schien bald in Erfüllung zu gehen; denn seit diesem Zeitpunkte trat ein reges Leben in der mikroskopischen Unter-

<sup>1)</sup> Bonn. 1867.

<sup>2)</sup> Bonn. 1870.

<sup>3)</sup> Freiburg. 1869 und 1871.

<sup>4)</sup> „On the microscopical structure of crystals, indicating the origin of minerals and rocks“ Quart. Journ. of the geol. soc. London 1858. — Zur Erkennung einzelner Gemengtheile kryptomeren Gesteine wurde das Mikroskop schon gegen Ende des 18. Jahrhunderts von Dolomieu und Flerieu de Bellevue angewandt — aber nur Gesteinspulver war Objekt der Untersuchung. Hierauf wurde von mehreren französischen Geognosten der Schlemmprocess und eine Untersuchung der durch Schlemmen getrennten Partien vorgeschlagen. Und dieses von Cordier (1815) in ausgedehnter Weise angewandte Verfahren fand in einer chemischen Behandlung des Gesteinspulvers eine wichtige Ergänzung. Allein die ersten Krystalldurchschnitte, die zum Studium des inneren Baues hergestellt wurden, scheinen die des Chistolithes gewesen zu sein, welche Gerhard (nach Fischer's Constatirung), aber nur im auffallenden Lichte, untersucht hatte. Im durchfallenden Lichte fand (nach Witham's Angabe) eine Dünnschliffuntersuchung zuerst von William Nicol statt, der eine Methode zur Herstellung von

suchung der Minerale und Gesteine ein. Mikroskop und Schleifmaschine sind als unentbehrliche Geräthe in das Arbeitslokale des Mineralogen und Geologen aufgenommen und fleissig gehandhabt worden. Zahlreiche Minerale wurden nach der neuen Untersuchungsmethode in Bezug auf ihre innere Beschaffenheit geprüft; in verschiedenen Ländern wurde die Untersuchung grösserer und kleinerer Gesteinskomplexe nach der neuen Methode in Angriff genommen oder es wurden einzelne, unter einem Namen vereinigte Gesteinsarten an den neuen Prüfstein angelegt. Und in drei Jahren wuchs das wissenschaftliche Materiale so sehr an, dass sich Zirkel schon im Jahre 1873 bewogen fand, die zerstreuten Ergebnisse der mikroskopischen Mineral- und Gesteinsforschung zu sichten und durch Herangabe eines stattlichen Lehrbuches <sup>1)</sup> seinen Fachgenossen zugänglich zu machen.

Allein das wissenschaftliche Streben, das sich in der erwähnten Richtung in so reichlicher Masse kund gab, führte bald zu der Erkenntniss, dass es in diesem Pfade noch weite Klüfte gibt, die ausgefüllt oder wenigstens überbrückt werden müssen, wenn ein sicherer Schritt vorwärts gethan werden soll. Und diesem allseitig gefühlten Bedürfnisse entsprechend, beeilte sich Rosenbusch <sup>2)</sup> dem mikroskopirenden Mineralogen und Geologen einen praktischen Wegweiser in die Hand zu geben, um ihm durch Zusammenstellung wol geordneter, derzeit möglicher Diagnosen der gesteinsbildenden Minerale ein klares Bild des bisher bekannten Terrains vor die Augen zu stellen und ihm indirekter Weise auf die unsicheren Stellen und Lücken aufmerksam zu machen.

Das nächste Resultat dieser Bestrebungen war eine über das gewöhnliche Niveau weit erhohnte Produktion in der mikroskopischen Mineral- und Gesteinsforschung, die unser Wissen nach vielen Richtungen hin, namentlich in Betreff der Mikrostruktur der Gesteine, wesentlich bereicherte, die aber zu manchen Verwirrungen Anlass gab, indem nicht selten statt positiver Resultate nur die alten Pfeiler der Wissenschaft niedgerissen und die bisherige Unzulänglichkeit unserer Hilfsmittel zu neuem Aufbaue offen oder stillschweigend konstatirt wurde oder indem auf alten Grundlagen nur Interimsbauten errichtet wurden.

Es war wol — schon im Hinblick auf die überraschende Mannigfaltigkeit, die Zirkel im Bereiche des Basaltes bekannt machte — zu erwarten, dass es auch bei anderen, bisher unter einem Namen vereinigten Gesteinen erhebliche Differenzen geben wird, dass vielleicht im Bereiche mancher Gesteinsart eine Scheidung in mehrere Arten, bei anderen Gesteinsarten eine Vereinigung zu einer Art wird eintreten müssen; allein man ahnte doch nicht die Schwierigkeiten, die sich bis heute immer noch aufwerfen, wenn es gilt, über das Mass der Aehnlichkeit, die zur Umfassung mehrerer Gesteinsgruppen mit einem gemeinschaftlichen Namen nöthig

---

Dünnschliffen angab; aber eingehende Studien der inneren Strukturverhältnisse der Minerale machte erst David Brewster, der sich besonders für die petrogenetische Bedeutung der Flüssigkeitseinschlüsse interessirte und der auch bereits die Wichtigkeit der mikroskopischen Untersuchung im polarisirten Lichte anerkannte. Brewster dürfte als der eigentliche Vorläufer Sorby's angesehen werden, wiewol auch vor Sorby an Mineralen und Gesteinen (von G. Rose, Scheerer, Jeuzsch, Knop, vom Rath und Anderen) mikroskopische Untersuchungen vorgenommen wurden.

<sup>1)</sup> Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine. Leipzig 1873.

<sup>2)</sup> Mikroskopische Physiographie der petrografisch wichtigen Mineralien. Stuttgart. 1873.

ist, über das Mass der geologischen, mineralischen, chemischen und structurellen Prinzipien, auf denen eine natürliche Systematik der Gesteine basiren soll, eine Einigung zu erzielen. Und die Ursache dieser Schwierigkeiten ist — meiner Ansicht nach — im Allgemeinen in der noch immer andauernden Klärung unseres petrologischen Wissens, im Besonderen aber in den Mängeln zu suchen, welche unseren mikroskopischen Methoden anhaften, ihre Anwendung erschweren oder unsicher machen, welche nicht selten nur eine subjektive Auffassung des Untersuchten gestatten.

Unter diesen schwierigen (weil unfertigen) Verhältnissen unternahm es von Lassaulx in einem knapp gefassten, vorzüglich dem ersten Studium der Petrologie bestimmten Lehrbuche <sup>1)</sup> die bisherigen Resultate der Gesteinsforschung nach einem Systeme zu ordnen. Blättert man aber in diesem, zur Zeit jedenfalls zweckmässigen Lehrbuche und geht die mikroskopischen Diagnosen einzelner Minerale und Gesteine durch, so wird man unwillkürlich zu der oberwähnten Ansicht geleitet, dass auf dem wol zum rechten Ziele führenden Pfade noch gar viele Arbeiten zu verrichten sind, ehe ein sicheres und bequemes Fortschreiten auf demselben ermöglicht sein wird.

Wenn wir den jetzigen Standpunkt der mikroskopischen Gesteinsforschung, wie er sich in dem letzterwähnten Lehrbuche und in denen Rosenbusch's und Zirkel's abspiegelt, ins Auge fassen, so haben wir vor Allem grosse Errungenschaften in der Kenntniss der Mikrostruktur der Gesteine, der Mikrostruktur und anderer, mit der Letzteren zusammenhängenden Eigenthümlichkeiten gesteinsbildender Minerale <sup>2)</sup> hervorzuheben; aber auch in der Anwendung jener optischen

<sup>1)</sup> Elemente der Petrographie. Bonn. 1875.

<sup>2)</sup> Um die Kenntniss der Mikrostruktur der Minerale und Gesteine hat sich unser Altmeister Zirkel unstreitig das meiste Verdienst erworben. Seine vor d. J. 1873 erschienenen Arbeiten sind in seinem Handbuche: „Die mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine excerptirt und citirt.“ Und von seinen neueren Arbeiten sind die über die Zusammensetzung des Kersantons und die Struktur der Variolithe (Ber. d. köngl. sächs. Ges. d. Wissensch. Juli 1875) und über den Phyllit v. Recht im hohen Venn (Verh. d. naturh. V. d. preuss. Rhl. XXX. (1) hervorzuheben. Auch zu Rosenbusch's oben citirtem Werke, in dem auch seine früheren Arbeiten verzeichnet sind, haben wir — ausser seinem, mir von seiner freundlichen Hand in den letzten Tagen zugekommenen, grossen Werke „Abhandlungen zur geolog. Specialkarte von Elsass-Lothringen“ — eine inhaltvolle Abhandlung „über Zusammensetzung und Struktur granitischer Gesteine“ (Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1876) hinzuzufügen, welcher zwei sehr beachtenswerthe Arbeiten von M. A. Michel Lévy (Structure microscopique des roches anciennes im Bull. soc. geol. France (3) III. 199—236. 1874 und Mémoire sur les divers modes de structure de roches éruptives. Paris (Dunod, éditeur) 1875, in dasselbe Thema eingreifend, vorangingen. Ausser Sorby's erwähnter bahnbrechender Arbeit wären noch folgende Abhandlungen desselben Autors hervorzuheben: On the microsc. struct. of Mount Sorrel Syenite etc. (Geol. and polytechn. Soc. of the West Riding of Yorkshire 1863); On the microsc. struct. of the meteorites (Proceed. Roy. Soc. London 1864). On the struct. of Rubies, Sapphires, Diamonds and some other minerals (Proceed. Roy. Soc. London 1869).

Von anderen Forschern haben zur Kenntniss der Mikrostruktur einzelner Minerale und Gesteine neuerer Zeit Beiträge geliefert: Allport (Phon. vom Wolf-Rock. Geol. Mag. N. 84; Pechstein v. Aran. Geol. Mag. 1872. IX. Brit. Dolerite. Quart. J. of the Geol. Soc. London 1874), Anger (Klast. Gest. Tschermak's Mineralog. Mitth. 1875), Artopé (Tra-

Eigenschaften, die mit der Gesetzmässigkeit einzelner Krystallsysteme innig zusammenhängen, zu mikroskopischen Gesteinsstudien sind (vornehmlich durch Zirkel's und

chlyte der Anden. Diss. Berlin. 1872), Behrens (Grünsteine. N. Jahrb. 1871; Opale. Wien. Akad. 1871), Berteles (Ein neues vulk. Gest. Diss. Würzburg 1874), Cohen (Geogn. petrogr. Skizzen a. Südafrika. N. Jahrb. 1874), Credner R. (Grünschiefer v. Hainichen in Sachsen. Schieferthone u. Thone. N. Jahrb. 1875), Dana (Trapp-Gest. des Connecticut-Thales. Proceed of the Amer. Assoc. for the Adv. of Science, Hartford Meeting 1874. N. J. 1875), Dathe (Diabase. Dissert. Serpentine u. Eklogite d. saechs. Granulitgebietes. N. Jahrb. 1876), Doelter (Trachyte des Siebenbürg. Erzgeb.; Trachyte v. Tokaj-Eperies. Tscherm.'s Min. Mitth. 1874; Melaphyre Südost-Tirols. Jahrb. d. geol. Reichsanst. Wien 1874 u. Tsch.'s Min. Mitth. 1875), Haarmann (Melaphyre. Diss. Leipzig 1872), Hebenstreit (Urgest. d. nördl. Schwarzwaldes. Dissert. Würzburg 1877), Emons (Phon. d. Veley u. Westerwaldes N. J. 1875), Fonqué (les inclusions vitreuses renf. d. l. feldspaths des laves de Santorin; une ponce de Vesuv; les nodules à oligoklas des laves de Santorin; wollastonit, fassaït, grenat des laves de Santorin; les laves des dykes de Thera. Comptes rendus de l'Acad. de Sc. Paris 1873—1876), Geinitz (Grünsteine d. saechs. Erzg. Tsch.'s Min. Mitth. 1876), Gümbel (Palaeol. Eruptgst. d. Fichtelgeb. München 1874. Geogn. Mitth. a. d. Alpen. Sitzgsb. d. k. bayr. Akad. 1877), Hull (Irische Granite. The geol. Mag. N. J. 1874; Report on the chem., min. and microsc. characteres of the lavas of Vesuvius from 1631—1868. N. J. 1876), Inostranzeff (Vesuvlaven v. Spt. 1871, Maerz u. Apr. 1872; Kalksteine u. Dolomite. Tsch.'s Min. Mitth. 1872), Kalkovsky (Felsite u. Pechsteine Sachsens. Tsch.'s Min. Mitth. 1874; Felsitporphyre b. Leipzig N. J. 1875; Salit. etc. Tsch.'s Min. Mitth. 1875. Glimmertrapp v. Melzdorf 1875; grüne Schiefer Niederschlesiens. N. J. 1876. Einige Eruptgst. d. saechs. Erzgeb. N. J. 1876), Kenngott (Obsidian, Petersburg 1869 u. 1870), Koch (Donatrachytgruppe u. Budapest N. J. 1877), v. Lasaulx (V. Gest. d. Auvergne. N. J. 1869—1872. Hemithrène d. Dep. Puy de Dôme. N. J. 1874. Eruptgst. d. Vicentinischen. Z. d. d. geol. Ges. 1873), M. Lévy (Observ. sur l'origine des roches eruptives. Variolite de la Durance. Acad.; Kersanton. Bull. de la soc. géol. de Fr. 1876), Liebe (Diabase d. Voigtlandes. N. J. 1870), Lossen (Porphyroide d. Harzes N. J. 1877), Möhl (Sababurg; Scheidlsberg b. Remagen; Bühl b. Weimar; Südwest. Ausläufer des Vogelsgeb.; Basalte der rauhen Alp.; Bas. u. Phon. Sachsens; Bas. der preuss. Oberlausitz; Hauynbas. in Hessen; Gest. Thüringens. N. J. 1871—1875); Neminar (Eruptgst. v. Banov in Mähren N. J. 1877), Niedzwiedzki (Banater Eruptgst. Tsch.'s Min. Mitth. 1873), Petersen (Grünsteine. N. J. 1872), v. Rath (Monzoni. Bonn 1875; Syenitgeb. v. Ditró, Trachytgeb. Hargitta etc. Bonn 1876. Geol. Reise u. Ungarn. Bonn 1877), Rénard u. de la Vallée Poussin (Mémoire sur les caractères min. et stratigr. de roches plutoniennes de la Belgique et de l'Ardenne Française. Acad. roy. Bruxelles 1876), Rothpelz (Devon. Porphyroide Sachsens. N. J. 1877), Rutley (On some struct. in Obsidian, Perlite, and Leucite. R. Microsc. soc. 1876. Structur d. Feldsp. N. J. 1876), Sandberger (Neph. v. Katzenbuckel. N. J. 1869; Bas. u. Dolerite. N. J. 1870; Apatit im Olivinfels. Tachylit v. Saesobühl. N. J. 1871; Kryst. Gest. Nassau's. Phys. u. med. Ges. zu Würzb. 1873; Dolerit. Sitzb. d. k. bayr. Acad. 1873), Sauer (Phon. d. canarischen Inseln. N. J. 1876), Steenstrup (Om de Nordenskiöldske Jaernmasser og om Forekomsten af gedigen Jaern i Basalt Kjöbenhavn. 1876 u. N. J. 1877), Stelzner (Labradorit u. Pegmat. Berg- u. Hüttenm. Z. XXIX.), Stren g (Feldspathstudien. N. J. 1871; Porphyrite v. Hefeld. N. J. 1875; Kryst. Gest. v. Minesota. N. J. 1877), Törnebohm (Diabas- u. Gabbrogest. Schwedens. N. J. 1877), Tschermak (Porphyrgest. Oesterreichs. Wien 1869; Meteorit v. Lodran. Pogg. Ann. 1870. Meteorstein v. Goalpara. Wien. Acad. 1870; Pyroxen u. Amphibol. Min. Mitth. 1871. Meteoriten v. Stannern, Constantinopel, Shergotty u. Gosalpur. Min. Mitth. 1872), Umlauf (Thonschiefer. Lotos. Prag 1876), Vogelsang (Flüssigkeitseinschlüsse in gewissen Min. Pogg. Ann. 1869; Krystalliten. hrsg. v. Zirkel. Bonn 1874), Voldřich (Hereyn. Gneissformation. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1875), Vrba (Gest. Grönlands. Wien. Acad. 1875. Grünsteine a. d. Adalberti-Sch. v.

Rosenbusch's Bemühungen) bedeutende Fortschritte zu verzeichnen.<sup>1)</sup> Es wurden sogar wichtige Anfänge gemacht, einzelne Spezies bestimmter Mineralgruppen bloß mit Hilfe der optischen Eigenschaften zu bestimmen. So hat Tschermak<sup>2)</sup> zuerst darauf hingewiesen, dass zur Unterscheidung einzelner Glieder der Amphibol- und Biotitgruppe die Beobachtung des Pleochroismus und der Lichtabsorption wichtige Dienste leiste und in der neuesten Zeit hat Descloizeaux durch seine äusserst werthvollen optischen Studien an Feldspäthen gezeigt, wie man aus der Bestimmung der Lage der Hauptschwingungsrichtungen im bestimmten Krystalldurchschnitte eines Feldspathes (durch Einstellung desselben auf das Maximum der Auslöschung des Lichtes zwischen gekreuzten Nicols) ein Genus der Feldspathfamilie sicherstellen kann.<sup>3)</sup>

Also durch die salonfähigen Arbeiten, durch die Anwendung der morphologischen und optischen Eigenthümlichkeiten der Substanzen zur Bestimmung der Letzteren sind unstreitig überaus wichtige Fortschritte in der modernen Petrologie geschehen; aber das chemische Laboratorium, das uns auch an den Mineral-Dünnschliffen das Konstante, Ewige, das Wesen der Substanz (durch Hervorrufung bestimmter Veränderungen) enthüllen sollte, schien — der modernen Petrologie gegenüber — seine Dienste versagen zu wollen. Es wurden zwar auch in letztgenannter Richtung beachtenswerthe Versuche unternommen und zur Unterscheidung einiger gesteinsbildenden Minerale (in kleinen Proben oder in Dünnschliffen) Methoden vorgeschlagen; allein dieselben blieben entweder auf einige wenige Minerale beschränkt oder gewannen bei ihrer Anwendung keine besondere Bedeutung.

So hat schon Zirkel bei seinen Arbeiten über die Basalte die Prüfung der Widerstandsfähigkeit der Minerale gegen Säuren durch Kochen des Gesteinspulvers in Salzsäure mehrfach zur Anwendung gebracht. Von anderen Forschern wurden Dünnschliffe selbst in Salzsäure gekocht oder mit kalter Salzsäure behandelt und zugleich mehre wichtige Nebenerscheinungen, wie das Aufbrausen, Ausscheidung gelatinöser Kieselerde, Lösung und Entfernung von trüben Sekundärgebilden, beobachtet.

Da aber für die Bestimmung der Widerstandsfähigkeit eines Minerals gegen Säuren ausser den unter völlig gleichen Modalitäten ausgeführten Vergleichsver-

---

Prübram. Oest. Z. f. Berg- u. Hüttenw. 1876), Zinckendrath (Kersanton v. Langenschwalbach. Würzburg 1875). — Zum Schlusse glaube ich auch meiner Arbeiten erwähnen zu dürfen, welche die Basalt-, Phonolith- u. Melaphyrgesteine Böhmens betreffen (Archiv d. naturwiss. Landesdurchf. v. Böhmen 1873, 1875 u. 1876).

<sup>1)</sup> Sehr beachtenswerth sind Rosenbusch's Bemerkungen in seiner Beschreibung des neuen Mikroskopes für min. u. petrogr. Untersuchungen. N. Jahrb. f. Min. 1876.

<sup>2)</sup> Sitzb. d. k. Akad. d. W. in Wien. B. LIX. 1. Abth. 1869.

<sup>3)</sup> Examen microscopique de l'orthose et des divers feldspaths tricliniques. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences LXXXII., séance du 1er mai 1876.

Mémoire sur les propriétés optiques biréfringentes caractéristiques des quatre principaux feldspaths tricliniques, et sur un procédé pour les distinguer immédiatement les uns des autres. Ann. de Chim. et Phys. IV.; 1875. — Mémoire sur l'existence, les propriétés optiques et cristallographiques, et la composition chimique du microcline, nouvelle espèce de feldspath triclinique à base de potasse, suivi de remarques sur l'examen microscopique de l'orthose et de divers feldspaths tricliniques. Ann. de Chimie et de Phys. IX.; 1876.

suchen kein bestimmter Massstab vorlag, so wurden nicht selten an demselben Materiale von verschiedenen Forschern ungleiche Resultate erzielt oder gleiche Resultate ungleichartig gedeutet.<sup>1)</sup> Und die Folge hievon war, dass man — statt die Modalitäten (spez. Gew. der anzuwendenden Salzsäure, Zeitdauer der Einwirkung) festzusetzen, unter denen die Einwirkung der Säure geschehen soll — gegen diese einzige Reaktion, die namentlich an Dünnschliffen in grösserem Umfange und mit Erfolg angewandt werden konnte, Verdacht schöpfte und ihre Anwendung auf die nöthigsten Fälle beschränkte. So wird nun diese Reaktion z. B. zur approximativ. Bestimmung einzelner Glieder der Feldspathfamilie wenig angewandt, dagegen der vielumfassende Ausdruck „Plagioklas“ bevorzugt.

Rosenbusch war bestrebt, einige in der analyt. Chemie üblichen Operationen, so die Bildung von Niederschlägen und Trennung derselben von den gelöst gebliebenen Substanzen mittelst eines Filtrirapparates (unter Luftdruck)<sup>2)</sup> einzuführen; aber seine Bemühungen scheinen wenig Erfolg gehabt zu haben. Ebenso hat man auf die Aetzfiguren, die sich bei Behandlung der Minerale mit lösenden Reagentien an verschiedenen Flächen derselben zeigen und die zu dem morphologischen Charakter des geätzten Minerals in inniger Beziehung stehen, hoffnungsvoll hingewiesen; allein — wiewol ausser Leyden's<sup>3)</sup> Versuchen am Quarze, Knopp's<sup>4)</sup> am Xanthophyllit und Sohnke's am Kochsalz<sup>5)</sup> nun von Baumhauer eine Reihe von Mineralen<sup>6)</sup> bezüglich ihrer Aetzfiguren untersucht wurde — zu ihrer Verwerthung in der Petrologie ist bisher kein entschiedener Schritt geschehen.

Sehr beachtenswerth sind wol auch jene Methoden, welche die Sonderung einzelner Minerale aus gemengten mikrokryst. Gesteinen und ihre chem. Sonderanalysen zum Zwecke haben — wie Müller's Trennung des Quarzes und einiger Silikate von einander mittelst Phosphorsäurehydrat<sup>7)</sup>, Gümbels Mehlprobe<sup>8)</sup> und Fouque's Trennungsweise der eisenhaltigen von den eisenfreien Gemeingtheilen mittelst eines starken Electromagneten und mittelst concentrirter Fluorwasser-

1) Um nur ein Beispiel anzuführen, möge aus Zirkel's Handbuche „Die mikroskopische Beschaffenheit der Min. und Gest.“ folgende, auf pag. 407 Z. 18 v. oben befindliche Stelle citirt werden: „Durch Behandeln mit Chlorwasserstoffsäure wurde der Plagioklas seiner (Senfter's) Diabase stark angegriffen und lässt nach dieser Einwirkung auch mittelst des Polarisationsapparates keine lamellare Streifung mehr erkennen. Seltsamer Weise entscheidet sich Senfter für die Oligoklasnatur der meisten Feldspathe, obschon S. 692 vom Oligoklas angeführt wird, dass er von Salzsäure selbst bei längerer Digestion so gut wie gar nicht angegriffen werde; . . .“

2) N. Jahrb. f. Min. etc. 1871. 914.

3) Sitzb. d. k. Akad. d. W. in Wien XV. 1855.

4) N. Jahrb. f. Min. 1872. 785.

5) N. Jahrb. f. Min. 1875.

6) Die Aetzfiguren an Krystallen. N. J. f. M. 1875 (190).

Am Kaliglimmer, Granat, Kobaltkies. N. J. f. M. 1875 (192).

Am Magnesiaglimmer und Epidot. N. J. f. M. 1875 (420).

Am Apatit und Gyps. N. J. f. M. 1875 (746).

Am Lithionglimmer, Turmalin, Topas, Kieselzink. N. J. f. M. 1876 (1).

Am Adular, Albit, Fluorit u. chlors. Natron. N. J. f. M. 1876 (602).

7) Journ. f. prakt. Chemie XCV. (43) und XCVIII. (14).

8) Eruptivgesteine des Fichtelgebirges. München 1874.

stoffsäure<sup>1)</sup> — aber alle diese Methoden sind ziemlich mühevoll und erfordern viel Materiale, das, in Pulverform verwendet, bei der Prüfung der Homogenität gesonderter Mineralpartien keine so scharfe mikroskopische Beobachtung zulässt, wie ein Mineraldurchschnitt im Dünnschliffe.

Als ziemlich einfach und zweckmässig glaube ich Knopp's mikrochemische Reaction<sup>2)</sup> auf die Glieder der Hauynfamilie bezeichnen zu dürfen, durch welche zum erstenmale eine dampfförmige Substanz, der Schwefeldampf, zur konstanten Veränderung bestimmter Minerale eines Dünnschliffes, nämlich zum Blaufärben der hauynähnlichen Minerale und zum Schwärzen der eisenhaltigen Minerale verwendet wird. Ebenso praktisch ist die Anwendung des molybdäns. Amon zum Nachweise der Phosphate in Dünnschliffen, namentlich zur Unterscheidung des Apatit vom Nephelin, welche Reaction durch Streng<sup>3)</sup> eingeführt wurde.

Schliesslich verdient Szabó's „Neue Methode, die Feldspathe auch in Gesteinen zu bestimmen“<sup>4)</sup>, eine besondere Beachtung, indem sie die bekannten alten Methoden, nämlich die der Bestimmung des Schmelzgrades und der Flammenreaktion für Natrium und Kalium durch strikte Beobachtung bestimmter Operationen für mohngrosse Feldspathproben vortheilhaft verwerthet, zur Ausführung jedoch die Gasflamme, mehre Geräthe und eine gehörige Praxis erfordert. Nach Szabó's Angabe verrathen seine fünf Grade der Natriumflamme: 0.3—1%, 1—2%, 2—4%, 4—8%, 8—16% Natrium und seine vier Grade der Kaliumflamme: 0.3—1%, 1—4%, 4—13% und 13—22% Kalium.

Wiewol ich mit Freuden nach Szabó's Buche griff, als mir dessen Titelblatt zu Gesichte kam, so musste ich es nach sorgfältigem Studium unbenützt bei Seite legen, da mein kleines Privatlaboratorium den Luxus einer Gasleitung nicht verträgt und an der hiesigen Universität mir weder ein Laboratorium noch irgend welche Hilfsmittel zur Verfügung stehen. Um aber dennoch zu dem gleichen Ziele, nämlich zur Bestimmung der Feldspäthe zu gelangen und in meinen künftigen Arbeiten den in der modernen Petrologie so beliebten Ausdruck Plagioklas durch genauere Bezeichnung der Feldspathgruppe eliminiren zu können, sah ich mich genöthigt, einen anderen Weg zu suchen.

Ich wandte mein Augenmerk zuerst ebenfalls der reinen Feldspaths substanz zu, aber nach einer Reihe von Versuchen, die ich schon im August vorigen Jahres begann, dehnte ich schon das Thema auf alle Minerale aus, welche Alkalien und alkalische Erden enthalten und gewann die Ueberzeugung, dass sich meine Methode nicht nur für die Bestimmung der allervinzigsten Mineralfragmente, sondern unter Umständen selbst für die Bestimmung der in Dünnschliffen kryptomerer Gesteine vorkommenden Mineraldurchschnitte anwenden lässt.

Nachdem ich eingesehen hatte, dass mit den meisten, in der analytischen Chemie üblichen Operationen, z. B. Bildung von succesiven Niederschlägen, Filtriren,

<sup>1)</sup> Nouveaux procédés d'analyse médiate des roches etc. Comptes rendus 1874. XXII. 11.

<sup>2)</sup> N. Jahrb. f. Min. etc. 1875 (74).

<sup>3)</sup> Tschermak's Min. Mitth. 1876.

<sup>4)</sup> Budapest 1876. Nach dem durch die ungarische Akademie d. W. 1873 herausgegebenen ungarischen Originale.

Dekantiren etc. bei der substanziellen Untersuchung der Minerale in Dünnschliffen nicht viel auszurichten sei, kam ich auf den Gedanken, vornehmlich gasförmige Stoffe (wie Fluorwasserstoffgas, Chlorgas) und solche liquide Substanzen, die sich ohne Rest verflüchtigen (wie Kieselfluorwasserstoffsäure), auf Minerale der Dünnschliffe einwirken zu lassen und die substanziellen Veränderungen, die sich an der Oberfläche der Dünnschliffe boten und eine mikroskopische Beobachtung zuließen, zur Bestimmung der Minerale zu verwenden.

Vor allem dachte ich an Aetzfiguren kristallographisch bestimmter Mineraldurchschnitte, hierauf an die successive Entfernung und separate Untersuchung einzelner Neubildungsprodukte durch verschiedene Lösungsmittel und Reagentien; aber die Beobachtung schöner, charakteristischer Kryställchen, die an einigen Proben zum Vorschein kamen, lehrte mich bald, dass den aus den untersuchten Mineralen gebildeten Neubildungsprodukten — insofern sie in leicht erkennbaren Krystallformen erhalten werden können und insofern sich durch dieselben die einzelnen chemischen Mineralelemente, namentlich die der Alkalien und alkalischen Erden, unterscheiden und nach ihrem Mengenverhältnisse bestimmen lassen — eine weit wichtigere Rolle beizumessen ist, da hiedurch auf dem kürzesten und (selbst für Jeden, der mit den chemischen Operationen nicht vertraut ist) bequemsten Wege Resultate zu erzielen sind, für welche die analytische Chemie viel Zeit und Uebung beansprucht.

Die erste Substanz, die ich anwandte, war das Fluorwasserstoffgas. Ich überzeugte mich, dass durch dessen Einwirkung auf alkalihaltige Silikate Kieselfluoride der Alkalien gebildet werden, die, im kochenden Wasser gelöst, durch Verdunstung der Lösung in ausgezeichneten, für Kalium und Natrium differenten Kryställchen erhalten werden können. Hiedurch sah ich die Möglichkeit verwirklicht, sämtliche kalihaltigen Silikate von den natronhaltigen, speziell die Kalifeldspäthe von den Natron- und Kalknatronfeldspäthen, und im Allgemeinen alkalihaltige Silikate von den alkalifreien mit grosser Leichtigkeit und an den allerkleinsten Proben unterscheiden zu können. Ausserdem traten auch einige Nebenerscheinungen auf, die mir als Kennzeichen der Minerale nicht unwichtig zu sein schienen. So z. B. sah ich, dass ausser den alkalihaltigen auch eine grosse Reihe alkalifreier Silikate durch Fluorwasserstoffgas verändert wird und dass alle jene Minerale, aus denen sich Fluoride bilden, durch Aufbrausen in Schwefelsäure (das im Mikroskope gut zu beobachten ist) leicht erkannt werden können; ich sah, dass in den mit HF behandelten und hierauf mit Wasser ausgekochten Phonolithdünnschliffen Möhl's Nephelingsglas sich in ziemlich scharf umrandete Nephelindurchschnitte aufgelöst hat, dass durch gleiche Behandlung ganz trübe, wiewol sehr dünne Porphyrdünnschliffe rein und hell geworden sind und nun ihre mineralische Zusammensetzung deutlich erkennen liessen u. dergl. m.

Allein das ursprüngliche Problem dieser Arbeit, die Bestimmung jener Gruppen der Feldspathfamilie, die wir unter den Namen Oligoklas, Andesin, Labradorit und Anorthit zusammenfassen, konnte lange nicht auf eine einfache Weise gelöst werden. Nachdem ich durch Versuche festgestellt, dass aus den mit HF behandelten Kalknatronfeldspäthen durch Auskochen mit Wasser sämtliche Alkalien als Kieselfluoride gelöst werden, während der grösste Theil des Calcium entweder

als Fluorid oder als Thonerde-Kalkfluorid<sup>1)</sup> in der Probe zurückbleibt, so schlug ich, um zu dem gewünschten Ziele zu gelangen, nämlich um das Mengenverhältniss des Ca und Na in den Feldspäthen approximativ zu bestimmen, mehre Wege ein, die sich mehr weniger zweckmässig erwiesen, mich aber ihrer Umständlichkeit wegen keineswegs befriedigten.<sup>2)</sup>

Naturgemäss drängte sich mir nun die Idee auf, sowol Natrium als auch Calcium der Kalk-Natronfeldspäthe in Form von Kieselfluoriden in einem Bilde vor die Augen zu führen, da die künstlichen Salze beider Elemente verschiedene, wol zu unterscheidende Krystallformen zeigten; daher ging mein Bestreben dahin, auch das Calciumfluorid in Kieselfluorid umzuwandeln. Zu dem Zwecke behandelte ich die durch HF veränderten Proben mit Kieselfluorwasserstoffsäure; allein ich fand zu meinem Leidwesen, dass die dem Natrium gehörigen Kieselfluoridkryställchen stets in einer bedeutend grösseren Menge vorhanden waren, als es das Verhältniss für die einzelnen Kalk-Natronfeldspäthe erforderte. Und aus diesem Grunde schöpfte ich den Verdacht, dass unter den angedeuteten Verhältnissen stets ein bedeutender Theil des Kieselfluorkalcium mit dem Kieselfluornatrium in denselben Formen krystallisirt.<sup>3)</sup>

Da ich die Ursache des Zusammenkrystallisirens der sonst in verschiedenen Formen auftretenden Substanzen in den unter den genannten Umständen ähnlichen Lösungsverhältnissen zu suchen glaubte, so vereinfachte ich den Versuch derart, dass ich die Probe direkt mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelte, um das sehr leicht lösliche Kieselfluorkalcium rascher als das minder lösliche Kieselfluornatrium zur Bildung und in Lösung zu bringen. Und diese Versuche hatten das gewünschte Resultat zur Folge, indem sie eine deutliche Verschiedenheit der Kieselfluoridformen des Kalium, Natrium, Calcium (event. Sr), Magnesium (event. Eisen, Mangan), zuweilen auch des Lithium und Baryum demonstirten, somit eine ziemlich leichte Unterscheidung derselben ermöglichten. Ausserdem ging mein Bestreben dahin, für die in ihren Formen ähnlichen Kieselfluoride der einzelnen genannten Elemente Controlreactionen ausfindig zu machen, um über ihre substanzielle Beschaffenheit auch in zweifelhaften Fällen volle Gewissheit zu erlangen.

Manche Vortheile bot auch die Anwendung des Chlorgases als Reaktionsmittels, und zwar: zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit gegen Säuren, zum Nachweise der Alkalien, zur Hervorrufung von charakteristischen Aetzfiguren (an einigen Mineralen), vornehmlich aber zur Constatirung, ob sich die Kieselerde aus einem Silikate des Dünnschliffes gelatinös oder pulverförmig ausscheidet. Und von den älteren Methoden erwiesen sich in manchen Fällen auch die des Probeglühens zur

<sup>1)</sup> Wenn sich Kieselfluorkalcium gebildet hätte, so wäre es als eines der am leichtesten löslichen Kieselfluoride im Wasser zuerst und am vollständigsten gelöst worden, was nicht geschah.

<sup>2)</sup> Ueber diese Methoden berichtete ich in der Sitzung der mathem.-naturwiss. Classe d. k. böhm. Gesells. d. W. am 10. November 1876 (Ueber neue mikroskopische und chemische Methoden etc.).

<sup>3)</sup> Bei Behandlung mit Schwefelsäure wuchsen aus vielen dieser, sonst nur dem Natrium eigenthümlichen Kieselfluorid-Gestalten, monokline (breite) Krystallnadeln heraus, die ich dem Formentypus nach für Gypskrystalle halten durfte.

Erkennung färbender Metalle, der approxim. Bestimmung des Schmelzgrades und die der Thonerde-Reaktion mittelst Kobaltsolution bei mikroskop. Untersuchungen der Felsarten-Dünnschliffe anwendbar.<sup>1)</sup>

Da ich die hier erläuterten, jedenfalls noch weiter entwicklungsfähigen Methoden bei jenen Studien, deren Publikation für das Archiv der naturwissenschaftlichen Landesdurchforschung von Böhmen bestimmt ist, bereits anwende, so glaube ich diese kleine Schrift als eine Einleitung zu meinen ferneren petrologischen Arbeiten ansehen und hiemit ihre Einschaltung in das Archiv der naturwissenschaftlichen Landesdurchforschung rechtfertigen zu dürfen.

Zum Schlusse erübrigt mir die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Collegen, Herrn Prof. Štolba, für die Darstellung mehrerer chemisch reiner Kieselfluoride, deren ich zu den Anfangsversuchen benöthigte, sowie für manche diessbezüglichen Rathschläge meinen wärmsten Dank auszusprechen.

---

<sup>1)</sup> Ueber alle diese Methoden habe ich bereits in der Sitzung d. k. böhm. Ges. d. W. am 9. Feber d. J. Mittheilungen gemacht.



## I. Universalmethode

### zur mikroskopisch-chemischen Bestimmung der Metalle petrologisch wichtiger Minerale mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure.

#### Prinzip der Methode.

Mit Ausnahme einiger wenigen Minerale, welche gegen chemische Agentien den grössten Widerstand leisten, wird jedes Mineral, welches Alkalien, alkalische Erden, schwere Metall-Monoxyde (oder analoge Schwefel-, Selen-, Tellur-, Arsen-, Antimon-Verbindungen) enthält, von starker Kieselfluorwasserstoffsäure mehr weniger angegriffen.

Das Resultat dieser Wechselwirkung ist die Bildung von Kieselfluoriden (aus den metallischen Elementen des Minerals und der Kieselfluorwasserstoffsäure), welche in die Kieselfluorwasserstoffsäure-Lösung übergehen und nach dem Verdunsten des Lösungsmittels in schön ausgebildeten und für die einzelnen Elemente (oder für kleine Gruppen derselben) charakteristischen Krystallformen zum Vorschein kommen.

Wird die Behandlung eines ganz kleinen Mineralstückchens mit Kieselfluorwasserstoffsäure auf der mit ausgekochtem Canadabalsam bedeckten Stelle eines Objektglases vorgenommen, so können die gebildeten Kieselfluoride je nach ihrer Kleinheit bei jeder beliebigen Vergrösserung im Mikroskope beobachtet werden.

Wenn die Kieselfluoride der einzelnen Metalle, die unter den erwähnten Verhältnissen auf dem Objektglase zur Bildung gelangen, entweder durch die Verschiedenheit des Krystallsystems, dem sie angehören, oder durch bestimmte, leicht erkennbare Formtypen oder durch charakteristische Veränderungen bei Behandlung mit neuen Agentien sich von einander unterscheiden lassen, so sind hiedurch vollkommen verlässliche Unterscheidungsmerkmale für die einzelnen Metalle selbst gegeben.

Von den bis jetzt bekannten Kieselfluoriden der in den petrologisch wichtigen Mineralen vorkommenden Metalle gehören die des Kalium, Caesium und Rubidium dem tesseralen und die des Natrium, Magnesium, Eisen und Mangan dem hexagonalen oder hemiedrisch hexagonalen Krystallsysteme an, während die des Lithium, Calcium und Strontium (nach Marignac's Angabe) monoklin sein sollen.

Der Nachweis von Caesium und Rubidium neben Kalium wird für die Bestimmung eines petrologisch wichtigen Minerals kaum je von Belang sein.

Die Kieselfluoride des Natrium, Magnesium und Calcium zeigen, unter den erwähnten Verhältnissen gebildet, so verschiedene Formen, dass man sie in den meisten Fällen auf den ersten Blick zu unterscheiden vermag. Ebenso sind die aus dem Lithion- und Lithioneisen-Glimmer dargestellten Kieselfluorlithiumkryställchen so eigenthümlich, dass man sie ziemlich leicht erkennen kann; aber fast denselben Krystallhabitus, den das Kieselfluorcalcium hat, weist auch das Kieselfluorstrontium auf und in nahezu denselben Formen, in denen Kieselfluormagnesium erscheint, treten auch Kieselfluoreisen und Kieselfluormangan auf, so dass eine Unterscheidung der Kieselfluoridformen des Calcium vom Strontium und jener des Magnesium von Eisen und Mangan kaum gelingen dürfte.

Allein hiedurch ist die Unterscheidung der letztgenannten Metalle in den Formen der Kieselfluoride nicht unmöglich gemacht; denn durch Behandlung der Letzteren mit neuen Agentien ist das gewünschte Ziel ziemlich rasch zu erreichen.

Werden z. B. Kieselfluorkalcium und Kieselfluorstrontium mit mässig verdünnter Schwefelsäure behandelt, so werden die Kryställchen des ersteren schon nach einigen Sekunden von einem dichten Barte monokliner Gypsnadeln umsäumt, während die Kieselfluorstrontiumkryställchen sehr langsam (nach mehreren Stunden) in eine körnige Masse zerfliessen oder nur hier und da sehr kurze (Coelestin?) Nadelchen wahrnehmen lassen. Ebenso können die Kieselfluoride des Magnesium, Eisen und Mangan durch Anwendung verschiedener Substanzen unterschieden werden. Empfehlenswerth ist die Anwendung des Chlorgases, durch welches das Kieselfluoreisen eine intensiv citrongelbe Färbung annimmt, während Kieselfluormagnesium und Kieselfluormangan fast farblos bleiben; doch erhält das Mangansalz einen Stich ins Röthliche, erscheint stark angeflossen und zum grossen Theile in ein Aggregat kleiner Täfelchen, Säulchen und geflossener Körnchen ungewandelt, während die Krystallgestalten des Kieselfluormagnesium wenig verändert erscheinen. Auch die Anwendung des Schwefelamoniumdampfes zur Unterscheidung der letztgenannten Kieselfluoridmetalle bietet ganz entsprechende Resultate.

Aus all' dem kann man hoffentlich zur Genüge ersehen, dass die in den petrologisch wichtigen Mineralen vorkommenden Metalle mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure leicht nachzuweisen sind. Es können aber in den meisten Fällen auch gleichzeitig die Quantitätsverhältnisse mehrerer in einem Minerale vorhandenen Metalle approximativ ermittelt werden.

Ist das Mineral durch Kieselfluorwasserstoffsäure leicht angreifbar, so kommen nach dem Verdunsten der Lösung gewöhnlich alle Metalle in ihren verschiedengeformten Kieselfluoriden zum Vorschein, und zwar (wenn sie in ihren Löslichkeitsverhältnissen nicht bedeutend differiren) so ziemlich in dem Mengenverhältnisse, in welchem sie in dem untersuchten Minerale enthalten waren. Wurde aber das betreffende Mineral durch Kieselfluorwasserstoffsäure wenig angegriffen, so hat Letztere zum grössten Theile oder ausschliesslich nur jenes Metall (resp. Metalle) herausgezogen, welches am leichtesten in Lösung übergehen konnte, während für andere Metalle desselben Minerals nur wenige Kieselfluoridkryställchen zu finden oder gar keine nachzuweisen sind.

Es sind sonach bei Vergleichung des Mengenverhältnisses gebildeter Kieselfluoride mit dem Mengenverhältnisse der in einem untersuchten Minerale enthaltenen Metalle die Lösungsverhältnisse der Kieselfluoride wol zu berücksichtigen.

Wenn von mehren Metallen, die das zu untersuchende Mineral enthält, bei der ersten Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure nur eines zum Vorschein kömmt, so ist die Behandlung desselben Probestückchens mit erneuerter Kieselfluorwasserstoffsäure zu wiederholen; was dann gewöhnlich das gewünschte Resultat, nämlich das Sichtbarwerden der übrigen Metalle in Form von Kieselfluoriden zur Folge hat. Es ist aber einleuchtend, dass in diesem, zum Glücke selteneren Falle das Mengenverhältniss der Kieselfluoride dem Mengenverhältnisse der Metalle, wie es die chemische Analyse des Minerals erfordert, nicht entspricht, sondern dass zur approximativen Bestimmung des Mengenverhältnisses einzelner Metalle in dem zu prüfenden Minerale andere, später zu erläuternde Methoden angewandt oder spezielle Versuche (mit Kieselfluorwasserstoffsäure) für einzelne Minerale als Normen festgesetzt werden müssen.

Hier dürfte auch die Bemerkung am Platze sein, dass Dünnschliffe bedeutend stärker angegriffen werden als Spaltungs- oder Bruchfragmente.

Schliesslich glaube ich noch bemerken zu müssen, dass Thonerde und — wie es scheint überhaupt sesquioxydhaltige — Minerale, die von Monoxyden frei sind, durch Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure keine Neubildungsprodukte in Krystallformen bieten.

### Ausführung der Methode.

Auf ein Objektglas thue man einige Tropfen Canadabalsam und erwärme denselben über einer Spirituslampe so weit, dass die sich bildenden Bläschen entfernt werden und der Balsam nach dem Erkalten eine feste Harzkonsistenz gewinnt. Zugleich trachte man, während der Balsam noch flüssig ist, das Objektglas so zu wenden, dass die erhärtende Balsamschichte eine möglichst ebene, dünne Scheibe darstellt.

In die Mitte der Balsamscheibe lege man das Probestückchen des Minerals oder den zu untersuchenden Dünnschliff und erwärme wiederum das Objektglas, aber nur so weit, dass die Probe fest anhält. Ist Letzere ein Dünnschliff, so soll derselbe möglichst dünn sein, weil er durch Ansatz von Kieselfluoriden von seiner Pellucidität etwas einbüsst; weiterhin soll derselbe behutsam erwärmt (um die Bildung zarter Bläschen zu verhüten) und mit einem reinen Federmesser vorsichtig angedrückt werden, damit unter demselben kein Gasbläschen verbleibe und derselbe eine vollkommen horizontale Lage erhalte.

Die Grösse der Probe ist ganz willkürlich zu nehmen. Dieselbe kann einer Erbse, aber auch dem allerwinzigsten Stückchen gleichen; doch ist es rathsam, ein gewisses Verhältniss zur Grösse des dann darauf kommenden Kieselfluorwasserstoffsäuretropfens einzuhalten.

Ich nehme gewöhnlich die Mineralprobe in der Grösse eines Stecknadelkopfes oder Hirschkorns und thue darauf den Kieselfluorwasserstoffsäuretropfen in der Grösse einer Erbse. Werden zwei oder mehre Probestückchen von der erwähnten

Grösse genommen, so wird auch der Säuretropfen in dem erwähnten Masse vergrössert. Der Dünnschliffprobe gebe ich die Grösse von 4—6<sup>mm</sup>, Sorge dann dafür, dass sich die darauf kommende Kieselfluorwasserstoffsäure über den Rand des Dünnschliffes nicht ausbreite, sondern dass der Tropfen die möglichst grösste Höhe erreiche, damit die grösste Flüssigkeitsmenge auf den kleinsten Flächenraum einwirke.

Hat man ein im Wasser lösliches Mineral zu untersuchen, dann ist es zweckmässig, ein grösseres Probekorn zu nehmen, als das obgenannte Verhältniss zu dem Säurequantum erfordert, weil neben dem Kieselfluoride des Metalls, welches in der Probe enthalten ist, auch die Krystallform der Probe (des unveränderten Minerals oder einzelner Salzbestandtheile desselben) zur Ausbildung gelangt und man eine vollständige Analyse des Minerals vor Augen hat. So z. B. wäre die Probe ein Natronsalz: Kochsalz, Chilisalpeter, Mirabilit, Borax, so erhält man aus jeder Probe kurze hexagonale Säulchen von Kieselfluornatrium, daneben aber in der ersten Probe Würfelchen von Chlornatrium, in der zweiten Rhomboeder von salpetersaurem Natron, in der dritten monokline Nadeln des Glaubersalzes und in der vierten die nach ihrer Form erkennbaren Boraxkryställchen; allein aus Polyhalit erhält man neben den Fluoriden einzelner Metalle Gypskryställchen etc.

Die verwendete Kieselfluorwasserstoffsäure muss vollkommen rein sein d. h. sie darf, auf der Balsamschichte des Objektglases eingetrocknet, keinen Rückstand von Kieselfluoridkryställchen zurücklassen. Die nach der Vorschrift der Analytiker<sup>1)</sup> dargestellte Kieselfluorwasserstoffsäure ist zu unserem Zwecke unbrauchbar; schon deshalb, weil sie in Glasgefässen dargestellt und aufbewahrt wurde, somit schon verschiedene Kieselfluoride (deren Metalle aus dem Glase stammen) enthält.

Die von mir verwendete Kieselfluorwasserstoffsäure wurde vom Assistenten Herrn Planinek durch Einleiten des aus Fluorbaryum, Schwefelsäure und reinem Quarzpulver in der Bleiretorte bereiteten Fluorkiesels in eine mit Wasser gefüllte Platinschale dargestellt und nach mässiger Verdünnung in Kautschukflaschen zum Aufbewahren dekantirt. Zum Übertragen des Kieselfluorwasserstofftropfens auf die — auf der Balsamschichte des Objektglases befindliche — Probe dient mir ein Kautschukstiel, der an jenem Ende, mit dem man eintunkt, eine löffelförmige Rinne hat.

Was die Stärke der Kieselfluorwasserstoffsäure<sup>2)</sup> anbelangt, so wäre etwa Folgendes zu berücksichtigen: Ist die Säure zu schwach, so greift sie viele Minerale gar nicht oder nur wenig an, ist sie zu stark, so werden wiederum so viele Kieselfluoride gebildet und nebenbei aus manchen Silikaten so viel Kiesel-

<sup>1)</sup> Anleitung zur qual. chem. Analyse. Fresenius, 1866. pag. 51. Und Štolba. Ueber die Bereitung der Kieselflussssäure im Kleinen. Dingler's polytechn. Jour. B. CXCVII. pag. 336 (1870).

<sup>2)</sup> Štolba (J. f. prakt. Chemie XC. 193) hat auf Grundlage zweier Versuchsreihen eine Tabelle über das spez. Gew. der wässrigen Kieselfluorwasserstoffsäure bei verschiedenem Gehalte (bis 34%) entworfen. Er findet, dass das spez. Gew. für je ein 1/2% regelmässig zunimmt. Bei 17°.5 ist für die Kieselfluorwasserstoffsäure

von	0.5%	1%	1.5%	2%	5%	10%
das spez. Gew.	1.004	1.008	1.012	1.016	1.0407	1.0834.

erde ausgeschieden, dass das Gesichtsfeld ganz trübe oder impellucid erscheint und man keine Krystallformen zu unterscheiden vermag (so z. B. an Dünnschliffen des Elaeolithes). In diesem Falle hilft man sich leicht, wenn man bei erneuertem Versuche zuerst einen oder zwei Tropfen Wasser, hierauf einen gleich grossen Kieselfluorwasserstofftropfen aufträgt.

Nach Angabe des Hrn. Assist. Plamínek ist meine Kieselfluorwasserstoffsäure circa  $3\frac{1}{2}\%$  stark. Und diese greift selbst Dünnschliffe des Albites, Orthoklases, Muscovites, Turmalins und des Pleonastes an und bewirkt die Bildung von Kieselfluoriden.

Hat man die Probe mit Kieselfluorwasserstoffsäure versehen, so bringe man das Objektglas (dasselbe stets in horizontaler Lage haltend) an eine vor Staub vollkommen geschützte Stelle einer festen horizontalen Tischplatte (und bedecke die Probe mit einem Sturzglase, unter das man ein Schälchen mit Schwefelsäure beisetzen dürfte). Ich lege das mit Probe und Säure versehene Objektglas auf den völlig ebenen und horizontalen Boden eines ziemlich geräumigen Mahagonikästchens, muss aber auf das völlige Eintrocknen des Tropfens bis 24 Stunden warten, während in freier trockener Luft nur wenige Stunden hierzu nöthig sind.

Mit Berücksichtigung aller Einzelheiten der ganzen Operation kann man dieselbe in folgenden Worten resumiren: Das auf eine mit Balsamschicht versehene Stelle des Objektglases gelegte Probestückchen wird mit einem oder zwei Tropfen Kieselfluorwasserstoffsäure bedeckt und an einer vor Staub geschützten horizontalen Stelle bis zum Eintrocknen des Tropfens intakt und in voller Ruhe liegen gelassen. Und diese ganze Vorarbeit erfordert kaum 5 Minuten Zeit.

Wenn der Kieselfluorwasserstoffsäuretropfen eingetrocknet ist, so ist das Präparat zur mikroskopischen Untersuchung geeignet.

## Mikroskopische Unterscheidungsmerkmale der Kieselfluoridformen der in petrologisch wichtigen Mineralen vorkommenden Metalle.

(Durch Kieselfluorwasserstoffsäure hervorgerufen.)

Die in petrologisch wichtigen Mineralen vorkommenden Metalle sind: Kalium (Caesium, Rubidium), Natrium, Lithium, Calcium, Strontium, Barium, Magnesium, Eisen und Mangan.

Das Kieselfluorkalium ( $K^2 Si F^6$ ) (Taf. I. Fig. 1.  $\alpha$ ,  $\iota$ ), aus Orthoklas, Mikroklin (Taf. I. Fig. 2. und Fig. 16.), Leucit (Taf. II. Fig. 2.), Muscovit (Taf. II. Fig. 5. rechts), Biotit (Taf. I. Fig. 1.  $\varepsilon$ ,  $\mu$ ,  $\nu$ ,  $\varphi$ ) und einigen anderen Mineralen <sup>1)</sup> dargestellt, erschien immer in scharfkantigen und ebenflächigen, bei

<sup>1)</sup> Kalisalpete, Sylvin, Kalialaun.

400× Vergrößerung meist kleinen Kryställchen des tesseralen Systems, die zwischen gekreuzten Herapatiten stets dunkel blieben.

Die gewöhnlichste Form war das Hexaëder, dessen Kryställchen zuweilen zu zierlichen, armlencherähnlichen Gruppen vereinigt waren<sup>1)</sup>; recht häufig kamen auch die Combinationsgestalten  $\infty 0 \infty . 0$  oder  $\infty 0 . \infty 0 \infty$  zum Vorschein, letztere namentlich dann, wenn die Probe zuerst mit Fluorwasserstoffgas und dann mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt worden war.

Bei unvollkommener Ausbildung grösserer Krystallgestalten erschienen die Flächen treppenförmig oder verriethen einen prächtigen Schalenaufbau.

Nach Marignac<sup>2)</sup> und Štolba<sup>3)</sup> krystallisirt das Kieselfluorkalium in Octaëdern (wahrscheinlich aus reiner Wasserlösung dargestellt).

Nach Štolba's Angabe erfordert ein Theil Kieselfluorkalium 833·1 Theile 17·5° warmes und 104·8 siedendes Wasser.

In Salzsäure ist es um so löslicher, je stärker dieselbe ist; denn nach Štolba's Versuchen<sup>4)</sup> löst bei 14°T.

Salzsäure von	26·5%	14·1%	9·6%	2·7%	1·8%	
	237	340	357	376	409	Theile Kieselfluorkalium.

Bei 17°5 ist das spez. Gew. desselben 2·6655—2·6649.<sup>5)</sup>

Das Kieselfluornatrium ( $Na^2 Si F^6$ ) (Taf. I. Fig. 4.), aus Albit (Taf. II. Fig. 1.), Periklin, den Kalk-Natronfeldspäthen (Taf. I. Fig. 17—19.), Nephelin (Taf. II. Fig. 3.), Scapolith (Taf. II. Fig. 4.) und mehren anderen Mineralen<sup>6)</sup> dargestellt, erschien stets in kurzen hexagonalen Säulehen, die entweder durch die basische Fläche oder viel häufiger durch eine stumpfe Pyramide geschlossen und deren vertikale Kanten zuweilen durch die Deuteropyramide ( $\infty 12$ ) abgestumpft waren. Unvollkommen ausgebildete Kryställchen des Kieselfluornatrium hatten fassähnliche, ovale oder walzenähnliche Formen.

Zwischen gekreuzten Nicols erschienen sämtliche Gestalten des Kiesel-

<sup>1)</sup> Schöne derartige Gruppierungen wurden aus dem Wasserdekot des mit Fluorwasserstoffgas behandelten feldspathigen Gemengtheils des Syenites vom Plauenschen Grunde b. Dresden und des Amazonites v. Miask gewonnen (Taf. I. Fig. 2.).

<sup>2)</sup> Comptes rendus XLV.—650.

<sup>3)</sup> Jour. f. prakt. Chemie XC. 193.

<sup>4)</sup> Jour. f. prakt. Chemie CIII. 396.

<sup>5)</sup> Das Kieselfluorcaesium ( $Cs^2 Si F^6$ ) krystallisirt aus verdünnten Lösungen (durch freiwillige Verdunstung) in Würfeln mit abgestumpften Ecken. Bei 17°T. löst es sich in 166 Theilen Wasser, mehr in heissem Wasser. In Alkohol ist es ganz unlöslich. (C. Preis. Jour. f. prakt. Chemie CIII. 410).

Das Kieselfluorrubidium ( $Rb^2 Si F^6$ ) krystallisirt in den Combinationsgestalten  $\infty 0 \infty . 0 . \infty 0$ , löst sich bei 20°T. in 614 Theilen und bei 100°T. in 73·8 Theilen Wasser. In Säuren ist es leichter löslich; im Weingeist unlöslich. Sein sp. Gew. b. 20°T. ist = 3·3383 (Štolba. Jour. f. prakt. Chemie CII. 1.).

Das Kieselfluorthallium, durch Behandlung des kohlen-sauren Thalliumoxyduls mit Kieselfluorwasserstoffsäure und Verdampfen der Lösung dargestellt, krystallisirt in tesseralen, zu sechsseitigen Tafeln verzerrten Octaëdern, die im Wasser sehr leicht löslich sind. (Gmelin's Handb. d. anorgan. Chemie. 1875. Bd. 3. p. 193).

<sup>6)</sup> Steinsalz, Natronsalpeter, Borax, Kryolith, Phosphorsalz.

fluornatrium gelblich oder bläulich gefärbt; nur an den mit der Hauptachse senkrecht Gestellten trat volle Dunkelheit ein.

Marignac (Jahresb. über Fortschritte der Chemie etc. v. Kopp u. Will 1858 (für 1857) p. 129 fasst die Kieselfluornatriumkrystalle als holoëdrische Formen auf ( $\infty P. OP. P. \infty P2$ ) und gibt  $\infty P: P = 123^{\circ} 3'$  an.

Nach Štolba (Jahresb. über Fortsch. d. Chem. etc. 1858 [f. 1857] p. 129) erfordert ein Theil Kieselfluornatrium 153.3 Theile  $17.5^{\circ}$  warmes und 40.66 Theile siedendes Wasser zur Lösung; es bildet leicht übersättigte Lösungen.

Sein spez. Gew. = 2.7547.

Die Gegenwart einer grösseren Menge des Calciumkieselfluorides hat einen merklichen Einfluss auf die Länge der hexag. Säulchen des Kieselfluornatrium. Ich habe durch Mengen der beiden Kieselfluoride drei Proben dargestellt. In der 1. Probe waren zwei Gewichtstheile des Natriumsalzes mit einem Gewichtstheile des Calciumsalzes, in der 2. Probe gleiche Gewichtstheile beider Kieselfluoride und in der 3. Probe ein Gewichtstheil Kieselfluornatrium mit zwei Gewichtstheilen Kieselfluorkalcium gemengt. Die Kieselfluoridkrystalle des Natrium in der 2. Probe waren um die Hälfte länger als die der 1. Probe und in der 3. Probe erreichten sie die doppelte Länge. (Taf. I. Fig. 7. und 8.)

Das Kieselfluorlithium, aus dem rosenrothen Lithionglimmer von Rožnau in Mähren und aus einem lichten Lithion-Eisenglimmer von Zinnwald (Taf. II. Fig. 5. links) dargestellt, erschien bei  $400\times$  Vergrösserung in winzig kleinen, scharfkantigen, sechseckigen Pyramiden, die gewöhnlich den Anblick einer regelmässigen, stumpfen, hexagonalen Pyramide boten, zuweilen jedoch ein Flächenpaar so stark entwickelt hatten, dass die übrigen Flächen an den rhombisch oder rhomboidisch verzerrten Gestalten kaum wahrzunehmen waren.

Das aus dem Präparate des Hrn. Prof. Štolba durch Umkrystallisiren auf dem Objektglase dargestellte Kieselfluorlithium (Taf. I. Fig. 3.) zeigte kreisrunde oder am Rande gekerbte oder wellig faserige, im Inneren strahlige oder durch mehre concentrische Kränze gezielte Gestalten, die zuweilen durch Ueberlagerung unvollkommen ausgebildeter Krystallsäulchen knospen- oder blumenkohlartig erschienen und unter denen sich recht zahlreiche, dem Anscheine nach regelmässig sechs- oder zwölfseitige, zuweilen auch durch concentrische Innenkränze gezielte Täfelchen vorfanden, die zwischen gekreuzten Nicols dunkel blieben. Würde man für Letztere das hemiedrisch hexagonale System annehmen dürfen, dann liessen sich dieselben als Combinationsgestalten von  $OR. R. - R. \infty R$  und  $OR. R. - R. \infty R. \infty P2$  ansehen. Ausser diesen wurden in dem Präparate auch einige wenige kurze hexagonale Säulchen vorgefunden.

Nach Marignac (Ann. Min. [5] XV. 221)<sup>1)</sup> ist das Kieselfluorlithium ( $Li^2 Si F^6 + 2 H^2 O$ ) monoklin und erscheint in der Combinationsform  $\infty P. OP. P\infty. \frac{1}{3} P\infty. - P\infty$ . Im klinodiagonalen Hauptschnitte ist  $\infty P: \infty P = 83^{\circ} 38'$ ,  $OP: \infty P = 108^{\circ} 14'$ ,  $OP: P\infty = 96^{\circ} 36'$ ,  $OP: - P\infty = 139^{\circ} 42'$ . Die Krystalle sind ziemlich leicht spaltbar parallel  $P\infty$ , weniger deutlich parallel  $OP$ . Sie verwittern an der Luft.

<sup>1)</sup> Und Jahresber. ü. d. Fortsch. d. Chem. 1860 (pro 1859) 107.

Nach Štolba erhält man das Kieselfluorlithium durch Verdampfen einer Lösung von kohlensaurem Lithion in einem geringen Ueberschusse von Kieselfluorwasserstoffsäure. Das Salz krystallisirt bei freiwilligem Verdunsten in wasserhellen, vierseitigen, schief abgestumpften Prismen oder unregelmässig sechseitigen Tafeln, welche sich bei mittlerer Temperatur in 1·9 Theilen Wasser lösen, auch in Alkohol, aber nicht in Aether und Benzol löslich sind. Ihr spez. Gew. = 2·33.

Das Kieselfluorcalcium (Taf. I. Fig. 6.), aus den Kalknatronfeldspäthen (Taf. I. Fig. 17—19.), aus dem Anorthit (Taf. I. Fig. 20.), Wollastonit, Amphibol (Taf. II. Fig. 7.), Diallag (Taf. II. Fig. 8.), Scapolith (Taf. II. Fig. 4.), Epidot und anderen Mineralen<sup>1)</sup> dargestellt, bildet eigenthümliche, lange, spießige, dornenähuliche, ästige, am häufigsten spindelförmige, zuweilen auch rhomboidaltafelförmige Krystallgestalten, die oft in sternförmigen oder anderen Gruppen vereinigt sind und sich in den meisten Fällen auf den ersten Blick erkennen lassen. Manche der spindelförmigen Gebilde sind von sechs Seitenflächen begrenzt und durch je eine Endfläche geschlossen, so dass sie sich dem Beobachter als sehr spitze, durch die basische Fläche abgestumpfte Rhomboëder zu präsentiren scheinen. Zuweilen erscheinen sie sehr zahlreich in sechsfächigen Gestalten, die einem spitzen Rhomboëder (etwa  $-2R$  des Calcites) ähulich sind.

Ein charakteristisches Merkmal dieser mannigfachen, durch Kieselfluorwasserstoffsäure aus Dünnschliffen oder Fragmenten der Minerale hervorgebrachten Krystallgebilde (des Kieselfluorcalcium) ist der Mangel an scharf geradlinigen Kanten und ebenen Flächen und sehr oft eine eigenthümliche, graulich- oder bräunlichstaubige Beschaffenheit (wahrscheinlich durch Einschlüsse zarter Bläschen).

Das vom Herrn Prof. Štolba dargestellte Kieselfluorcalcium bildet meist vierflächige, selten sechsfächige Säulchen (Taf. I. Fig. 5.) und Nadeln, die durch eine schiefe Endfläche oder durch eine vorwaltende und mehre kleine, schiefe Flächen geschlossen sind. Diese Krystallnadeln sind oft in strahlenförmigen, kugelförmigen, warzenähulichen Gruppen vereinigt.

Nach Marignac (Comptes rendus XLVI—854 und Jour. f. prakt. Chem. LXXIV—161) krystallisirt das Kieselfluorcalcium ( $Ca Si F_6 + 2 H^2O$ ) in monoklinischen, mikroskopischen Kryställchen, die wahrscheinlich mit Kieselfluorstrontium isomorph sind.

Nach Mittheilung des Herrn Collegen Štolba und nach meinen Versuchen ist das Kieselfluorcalcium im Wasser sehr leicht löslich.

Das Kieselfluorstrontium, aus Strontianit mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure und aus dem Präparate des Hrn. Collg. Štolba durch Umkrystallisiren dargestellt (Taf. I. Fig. 9.), erscheint in scharfkantigen und ebenflächigen Säulchen und Nadeln, die von den aus dem Präparate (desselben Hrn. Collegen) dargestellten Krystallgestalten des Kieselfluorcalcium kaum zu unterscheiden sind, ausser dass sie zuweilen einen grösseren Flächenreichtum aufweisen.

Nach Marignac (Jahresb. über Fortschr. d. Chem. v. Kopp und Will 1859 (für 1858) pag. 145 u. 1860 (für 1859) pag. 107) ist das Kieselfluorstrontium

<sup>1)</sup> Calcit, Dolomit, Polyhalit, Anhydrit, Gyps, Fluorit, Albin, Titanit, Scheelit.

( $Sr Si F^6 + 2 H^2 O$ ) monoklin. Im klinodiagonalen Hauptschnitte ist  $\infty P : \infty P = 84^\circ 16'$  und  $OP : \infty P = 103^\circ 13'$ .

Das Kieselfluorbaryum, aus einem kalkhaltigen Witherit (in Form eines mikroskopischen Präparates) mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure dargestellt (Taf. I. Fig. 14.) bildet, bei  $400\times$  Vergrößerung betrachtet, äusserst zarte, kurze, zugespitzte Nadelchen, deren Form, wiewol scharfkantig und ebenflächig, ihrer Kleinheit wegen schwer zu enträthseln ist.

Nach Štolba (Jour. f. prakt. Chemie XCVI. 22) bildet das Kieselfluorbaryum mikroskopische, elliptische, kreuzförmige, strahlige und rundliche Aggregate. Aus verdünnten Lösungen durch langsames Verdampfen dargestellt, erscheint es in zarten Nadeln.

Ein Theil Kieselfluorbaryum erfordert nach Štolba 3731 Theile  $17.5^\circ$  warmes, 3313 Theile  $21^\circ$  warmes und 1175 Theile siedendes Wasser; in Säuren und in Salzen ist es leichter löslich, so in 448 Theilen  $4\frac{1}{2}$  perzentiger Salzsäure und in 272 Theilen 8perzentiger Salpetersäure. Sein spez. Gew. ist bei  $21^\circ T = 4.2741$ .

Das Kieselfluormagnesium, aus Humit, Chondroit (Taf. I. Fig. 10.), Talk, Biotit (Taf. II. Fig. 6.), Rubellan, Hypersthen, Bronzit (Taf. II. Fig. 9.) und mehren anderen Mineralen <sup>1)</sup> dargestellt, erscheint in Rhomboëdern, deren Polecke durch die basische Fläche abgestumpft zu sein pflegen oder in Combinationen von  $R. \infty P 2$ ,  $R. \infty P 2. OR$  und anderen ziemlich komplizirten rhomboëdrischen Gestalten.

Alle seine Krystallgestalten sind scharfkantig und ebenflächig.

An zwei Kryställchen des mikroskop. Präparates von der Comb.  $R. OR$ , die sich in fast vertikaler Stellung vorfanden und die zwischen gekreuzten Herapatiten dunkel blieben, konnte ich die Winkel der horizontalen Projection messen. Ich fand Winkel von  $119-121^\circ$ , also schwankend um  $120^\circ$ . Bei anderen Lagen erschienen die Kryställchen zwischen gekreuzten Herapatiten gelb, roth, blau gefärbt.

Recht häufig erscheint das Kieselfluormagnesium in Rhomboëdern, die nach einer Kante verzogen sind, sowie in zapfenförmigen, kreuzförmigen, federähnlichen und anderen nachahmenden Gestalten, die zuweilen im ganzen Präparate eine und dieselbe regelmässige Anordnung haben und deren jeder Ausläufer mit einem unvollkommen ausgebildeten Rhomboëder zu enden pflegt.

Im Wasser löst sich das Kieselfluormagnesium ziemlich leicht auf.

Das Kieselfluoreisen ( $Fe Si F^6 [+ 6 H^2 O ?]$ ), durch Auflösen des Eisens in Kieselflussssäure und Verdampfen (in einer eisernen Schale) an der Luft dargestellt, krystallisirt gewöhnlich in blassblaugrünen, regelmässig sechsseitigen Säulchen ( $\infty P 2$ ), die durch ein Rhomboëder geschlossen sind <sup>2)</sup>. In Form eines mikroskopischen Präparates (aus dem vom Hrn. Collegen Štolba erhaltenen Salze und aus Siderit) dargestellt (Taf. I. Fig. 15.), zeigt es mannigfache einfache und kombinirte, auch verzerrte Gestalten des hemiëdrisch hexagonalen Systems, die

<sup>1)</sup> Bastit, Pennin (Taf. I. Fig. 11.), Cordierit (Taf. II. Fig. 10.), Olivin (Taf. II. Fig. 11. u. 12.), Brucit, Mesitin, Magnesit (Taf. I. Fig. 12.).

<sup>2)</sup> Berzelius. Gmelin's Handb. d. anorgan. Chem. 1875. B. 3. p. 403. — Zur Darstellung des Kieselfluoreisens. Siehe: Štolba. Sitzb. d. math. naturw. Cl. d. k. böhm. Ges. d. W. v. 27. Oktbr. 1876.

farblos erscheinen und die von den Krystallformen und nachahmenden Gestalten des Kieselfluormagnesium kaum zu unterscheiden sind.

Dasselbe ist im Wasser leicht löslich.<sup>1)</sup>

Das Kieselfluormangan ( $Mn Si F^6 + 6 H^2O$ ) erscheint nach Marignac (Ann. chem. ph. [3] LX.—301 u. Jahresber. ü. Fortschr. d. Chemie 1861 [pro 1860] p. 98) in schwach röthlichweiss gefärbten Krystallen des hemiëdrisch hexagonalen Systems, in der Combinationsgestalt  $\infty P 2 . R$ . Nach demselben Forscher ist  $R : R = 128^{\circ} 20'$ .

In Form eines mikroskopischen Präparates (aus dem vom Hrn. Collegen Štolba erhaltenen Salze und aus Dialogit durch Behandlung des Letzteren mit Kieselfluorwasserstoffsäure) dargestellt, erscheint es in denselben Formen wie das Kieselfluoreisen und Kieselfluormagnesium, so dass eine Unterscheidung der drei Kieselfluoride nach Formentypen kaum gelingen dürfte.

### Unterscheidung der Kieselfluoridformen des Calcium und Strontium mittelst Schwefelsäure (und überhaupt Controlreaktion für die Gegenwart des Calcium).

Werden diese Kieselfluoride mit concentrirter, chemisch reiner Schwefelsäure, die mit einem gleichen Volumen Wasser verdünnt wurde, behandelt, so werden die Kieselfluoridkryställchen des Calcium schon nach einigen Secunden von einem dichten Barte farbloser monokliner Nadeln (Gypskryställchen) umsäumt, während an den Kryställchen des Kieselfluorstrontium nur ein sehr langsames Auflösen in Körnchen (unter denen nur spärliche, äusserst kleine und kurze Nadelchen [Coelestin?] an einigen Stellen zu bemerken sind) beobachtet wird.

Nach einigen Stunden zeigt das Präparat, welches Kieselfluorkalcium enthielt, eine Menge strahlig aggregirter, sehr langer monokliner Nadeln und Säulchen, während in dem Kieselfluorstrontium enthaltenden Präparate ausser spärlichen, unförmlichen Krystallgebilden nichts Neues wahrzunehmen ist.

Diesen Versuch führe ich auf folgende Art aus: Auf ein Uhrglas thue ich mittelst eines sehr fein ausgezogenen Glasröhrchens einige Tropfen concentrirter, chemisch reiner Schwefelsäure, auf ein zweites Uhrglas gleiche Anzahl gleich grosser Wassertropfen. Und von dem Gemisch beider Substanzen thue ich einige Tropfen auf die aus der Probe gebildeten Kieselfluoride, lege das Deckgläschen auf und bringe das Präparat auf die Tischplatte des Mikroskops. Dabei muss man wol vorsichtig verfahren, um die Tischplatte des Mikroskopes nicht zu beschmutzen. Weiterhin wird man die Bemerkung machen, dass die Balsamschicht durch die Schwefelsäure röthlich (blutroth) gefärbt wird; allein, da sie ihre Pellucidität nicht einbüsst, so ist diess für das Gelingen des Versuches kein Hinderniss.

<sup>1)</sup> Das Fluorsilicium-Eisenfluorid ( $Fe^2 Si^3 F^{18}$ ), durch Auflösen von Eisenoxydhydrat in Kieselfluorwasserstoffsäure und Abdampfen der Lösung dargestellt, bildet eine gelbliche Gallerte und nach völligem Eintrocknen eine halb durchsichtige, fleischrothe, gummiähnliche Masse, die im Wasser ohne Rückstand löslich ist. (Gmelin's Handb. d. anorg. Ch. 1875 p. 403).

Hier dürfte auch die Bemerkung gestattet sein, dass hexagonale Säulchen des reinen Kieselfluornatrium in der mit gleichem Volumen Wasser verdünnten Schwefelsäure auch nach  $1\frac{1}{2}$  Stunden keine Veränderung verriethen, ausser dass sie eine schwach röthliche Färbung annahmen. Wenn sie dagegen — offenbar unter anderen Verhältnissen, die später erwähnt werden, dargestellt — calciumhaltig waren, so lösten sie sich um so rascher auf, je mehr Calcium sie enthielten. Es schossen aus denselben monokline Gypsnadeln heraus, die sich auf Kosten der hexagonalen Säulchen ziemlich rasch vermehrten. Das hiebei in die Schwefelsäure-Lösung übergegangene Kieselfluornatrium schied sich wiederum allmählig in den kurzen hexagonalen Säulchen aus und deren Menge war etwa den dritten Tag nach dem Versuche am grössten; aber am fünften Tage nach dem Versuche waren diese durch Umkrystallisiren in der (mit gleichem Volumen Wasser verdünnten) Schwefelsäure gebildeten Kieselfluornatriumkryställchen gänzlich verschwunden.

### **Unterscheidung der Kieselfluoridformen des Magnesium, Eisen und Mangan.**

#### **a) Durch Einwirkung des Chlorgases.**

Man lege das Objektglas, auf welchem sich Kieselfluoride des Magnesium, Eisen und Mangan befinden, auf ein in dem Chlorgasapparate (das weiter unten abgebildet und beschrieben werden soll) befindliches, niedriges Gestell (z. B. auf einen verkehrt gestellten Porzellantiegel) und erwärme den Apparat mässig, damit sich aus dem Braunstein-Salzsäuregemisch kleine, aber reichliche Blasen entwickeln. Nach  $1\frac{1}{2}$ —2 Minuten langer Einwirkung des Chlorgases kann man den Vorversuch als beendet ansehen.

Man hebe das Objektglas heraus, trockne es sorgfältig ab und bringe es auf die Tischplatte des Mikroskopes. Um aber die Objektivlinse für alle möglichen Fälle gegen Beschädigung zu schützen, kann man die mit Chlorgas behandelten Kieselfluoride mit einem Deckgläschen versehen.

Bei der Beobachtung aller drei, mit Chlorgas behandelten Kieselfluoride im Mikroskope überzeugt man sich, dass das Kieselfluoreisen eine intensiv citrongelbe Färbung angenommen hat (ohne von der Schärfe seiner Krystallformen viel eingebüsst zu haben), dagegen die Kieselfluoride des Magnesium und Mangan fast farblos geblieben sind. Ersteres zeigt einen Stich ins graue, Letzteres ins Röthliche. Und während das Kieselfluormangan eine Umwandlung in kleine Kryställchen, geflossene Säulchen, Täfelchen und Körnchen erlitten hat oder zerflossen erscheint, sind die Kryställchen des Kieselfluormagnesium nur wenig an Kanten und Ecken angeflossen, somit ziemlich unversehrt geblieben.

#### **b) Durch Einwirkung des Schwefelammoniumdampfes.**

In ein Becherglas stelle man verkehrt einen Porzellantiegel, lege darauf das mit den drei Kieselfluoriden versehene Objektglas, giesse in das Becherglas etwas wenig gutes Schwefelammonium und decke das Becherglas mit einer Glastafel zu; oder noch einfacher:

Man halte die am Objektglase befindlichen Kieselfluoride an die Oeffnung einer mit gutem Schwefelammonium gefüllten Flasche an.

Bei beiden Versuchen wird man bemerken, dass das Kieselfluoreisen ziemlich rasch schwarzgrau wird, einen eigenthümlichen, metallischen Bronceschimmer erhält, während das Kieselfluormangan röthlich oder bräunlichweiss und das Kieselfluormagnesium graulichweiss erscheint. Im Mikroskope beobachtet, sind die Kieselfluoridkrystalle des Eisens ganz schwarz, an den dünnsten Stellen schwarzgelb, die des Magnesium graulichweiss und die des Mangan eigenthümlich röthlichgrau gefärbt und letztere zugleich in körnige Aggregate umgewandelt. Neben den Gestalten der letztgenannten zwei Kieselfluoride wurden kleine Kryställchen von neugebildetem Kieselfluorammonium bemerkt.

### Vollendung des Präparates zum Zwecke seiner Aufbewahrung.

Will man das mit Kieselfluoriden versehene Präparat als Nachweis des Prüfungsresultates aufbewahren, so muss man an dasselbe das Deckgläschen befestigen.

Ist das Untersuchungsobjekt ein Dünnschliff, dessen durch Kieselfluorwasserstoffsäure veränderte Oberfläche beachtenswerthe Aetzfiguren aufweist, so ist es rathsam, dasselbe nicht mit Canadabalsam, sondern mit einer dünnen Luftschichte zu bedecken; was etwa so geschehen kann, dass man das Deckgläschen direkt auflegt und durch seitwärts angebrachten, zuvor durch Erwärmen dickflüssig gemachten Canadabalsam ankittet.

Ist das Untersuchungsobjekt ein Dünnschliff, an dem keine besonderen Aetzfiguren wahrzunehmen sind, so kann es nach der üblichen Art und Weise mit Canadabalsam bedeckt und mit dem Deckgläschen versehen werden; doch ist dabei Folgendes anzurathen: Um durch Anbringen des Canadabalsams und Andrücken des Deckgläschens die Kieselfluoridkrystalle von ihren Anwachsstellen nicht fortzuschieben, nehme man eine möglichst dünne Balsam-Lösung, etwa von 1 Theile Canadabalsam und 2 Theilen Chloroform, lege das Deckgläschen behutsam auf und drücke Letzteres langsam und sanft an.

War das Untersuchungsobjekt ein Mineralkorn, das sich in dem Kieselfluorwasserstoffsäuretropfen nicht ganz gelöst hat, so nehme man den Rest desselben, wenn er durch sein Hervortreten dem regelmässigen Zudecken mit dem Deckgläschen hinderlich sein sollte, mit einer reinen Pincette weg und vollende das Präparat auf die gewöhnliche Weise.

### Bemerkungen über die Untersuchung einiger der petrologisch wichtigsten Mineralgruppen nach der erwähnten Methode.

#### Untersuchung der Feldspathgruppe.

Von den Gliedern der Feldspathgruppe werden Orthoklas (Sanidin), Mikroklin und Albit (Periklin) in Form von Spaltungsstückchen von Kieselfluorwasserstoffsäure am wenigsten angegriffen; daher erheischen sie gewöhnlich eine wieder-

holte Behandlung mit der erwähnten Säure oder vortheilhafter noch die Behandlung mit Fluorwasserstoffgas, wie später erörtert werden soll.

Werden aber dieselben Minerale in Form von Dünnschliffen mit starker Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt, so pflegt schon der erste Versuch zur Erkenntniss ihrer chemischen Natur hinreichend zu sein.

Orthoklas und Mikroklin (Taf. I. Fig. 16.), die durch ihre innere Struktur von einander leicht zu unterscheiden sind, liefern durch Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure tesserale Kryställchen ( $\infty 0 \infty . 0, \infty 0 . \infty 0 \infty$ ) des Kieselfluorkalium und daneben oft mehr weniger zahlreiche, winzig kleine, hexagonale Säulchen und Täfelchen des Kieselfluornatrium; Albit und Periklin liefern nur Kieselfluornatrium (bei etwa  $400 \times$  Vergr. zu beobachten). Kalkarmer Oligoklas, mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt, gibt (bei  $400 \times$  Vergr.) — ebenso wie Albit und Periklin — äusserst kleine, aber gewöhnlich zahlreiche Hexagontäfelchen (und sehr kurze Säulchen), die zuweilen, neben einander dicht gehäuft, winzig kleinen, kreisförmigen Gebilden ähneln; daneben pflegen aber schon einzelne spindelförmige oder andere Gebilde des Kieselfluorcalcium sporadisch bemerkbar zu sein.

Kalkreicher Oligoklas liefert bei gleicher Behandlung deutlichere hexagonale Säulchen und zahlreichere spindelförmige Gebilde des Kieselfluorcalcium. (Um jedoch Letztere nicht zu übersehen, ist es oft nöthig, den Tubus des Mikroskopes äusserst langsam [bis zum Trübwerden des Gesichtsfeldes, in welchem die Dünnschliffprobe am deutlichsten sichtbar war] in die Höhe zu schrauben).

An Andesindünnschliffen, die mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt wurden, findet man die schönsten hexagonalen Säulchen des Kieselfluornatrium neben charakteristisch entwickelten Gebilden des Kieselfluorcalcium.

In den kalkreichsten Andesinvarietäten scheinen die Formen beider Kieselfluoride bezüglich ihres Mengenverhältnisses einander so ziemlich das Gleichgewicht zu halten, während am Labradorit die Kieselfluoridformen des Calcium in den Vordergrund treten. Und dasselbe gilt in um so grösserem Masse für den Anorthit, je weniger Natrium derselbe enthält. Dabei dürfte die Bemerkung nicht überflüssig sein, dass die geringste Menge Natrium in Form seines Kieselfluorides um so eher zur Entwicklung gelangt, je leichter die Feldspathprobe durch Kieselfluorwasserstoffsäure zersetzbar ist.

Um einzelne Glieder der Feldspathgruppen möglichst genau bestimmen zu können, bereite man sich eine, die wichtigeren Feldspathglieder, für welche genaue, chemische Analysen vorliegen, umfassende Suite von Präparaten, welche die verschiedenen, durch Einwirkung der Kieselfluorwasserstoffsäure erzielten Mengenverhältnisse der Kieselfluoridformen des Calcium und Natrium an Feldspäthen veranschaulicht, und benütze diese Präparatensuite zur Vergleichung mit jeder neuen Probe. Man wird so in den Stand gesetzt, zu beurtheilen, mit welchem Präparate die untersuchte Feldspathprobe am meisten übereinstimmt, somit welchem Feldspathgliede dieselbe am nächsten steht. Auch die auf Taf. I. in den Fig. 17—20. dargestellten Feldspathproben bieten einige Anhaltspunkte.

### Unterscheidung des Apatit vom Nephelin.

Für die Unterscheidung dieser zwei, in Dünnschliffen einander sehr ähnlichen Minerale gab Streng vollkommen entsprechende Methoden an<sup>1)</sup>, welche sich auf die Anwendung von mit Salpetersäure versetztem, molybdänsaurem Ammon und auf die Anwendung concentrirter Salzsäure als Reagentien gründen. Auch die Kieselfluorwasserstoffsäure bringt zufriedenstellende Resultate zu Stande.

Die Durchschnitte des Nephelin werden durch die ausgeschiedene Kieselerde trüber als die des Apatits und weisen zahlreiche Kryställchen von Kieselfluornatrium, zuweilen auch von Kieselfluorkalium auf, während am Apatit Büscheln und strahlige Aggregate langer Säulehen und Nadeln des Kieselfluorcalcium und unterhalb derselben charakteristische Aetzfiguren (Taf. II. Fig. 16.) wahrzunehmen sind.

### Unterscheidung der Minerale: Enstatit, Bronzit, Hypersthen und Diallag.

Alle diese Minerale zeichnen sich in ihren Dünnschliffen durch einen ähnlichen Habitus, eine parallele, scharf geradlinige, meist dichte Riefung und einen schwachen Dichroism aus, können daher zu Verwechslungen Anlass geben; allein mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt, sind sie nach ihren Neubildungsprodukten, den Kieselfluoridkrystallen, wol zu unterscheiden.

Am Diallag treten sowol die Kieselfluoride des Calcium als auch die des Magnesium und Eisen recht zahlreich auf; an den übrigen Mineralen sind nur Kieselfluoridformen des Magnesium und Eisen zu bemerken. Und wenn diese mit Chlorgas oder mit Schwefelammoniumdampf behandelt werden, so gestatten sie, das Mengenverhältniss des Kieselfluormagnesium zum Kieselfluoreisen abzuschätzen, somit das Urtheil zu fällen, welches der drei Minerale (Enstatit, Bronzit, Hypersthen) man vor sich hat.

### Unterscheidung der Amphibol- und Biotitdünnschliffe.

Wiewol Amphibol und Biotit auf den ersten Blick von einander zu unterscheiden sind, so ist diess in Gesteinsdünnschliffen nicht immer der Fall; denn die Durchschnitte beider Minerale haben oft ähnliche Umriss, zeichnen sich gewöhnlich durch eine ähnliche Färbung, durch parallele, scharf geradlinige Riefung und stets durch starken Dichroism aus.

Allein durch Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure treten an den Amphiboldurchschnitten Kieselfluoride des Magnesium, Eisen und Calcium, am Biotit Kieselfluoride des Magnesium, Eisen und Kalium auf.

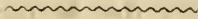
---

<sup>1)</sup> Tschermak's Mineralog. Mittheilungen. 1876.

## Unterscheidung des Lithionglimmers, des Lithion-Eisenglimmers und des gewöhnlichen Kaliglimmers oder Muscovits.

Diese drei Glimmerarten sind nach krystallographischen und optischen Merkmalen in Dünnschliffen kaum zu unterscheiden.

Wenn dieselben aber mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt werden, so treten an der Oberfläche des Lithionglimmers (z. B. von Rožnau in Mähren) winzig kleine, sechsseitige, zuweilen durch übermässige Entwicklung eines Flächenpaares verzerrte Pyramiden des Kieselfluorlithium auf, die an der zweiten Glimmerart (z. B. dem Lithion-Eisenglimmer von Zinnwald) von Kryställchen des Kieselfluoreisens begleitet werden. Am Muscovit (z. B. einem gewöhnlichen Kaliglimmer aus Grönland) bemerkt man nur vereinzelt Hexaëderkryställchen des Kieselfluorkalium. Überhaupt gehören diese Glimmerarten zu jenen Mineralen, die von Kieselfluorwasserstoffsäure am schwierigsten angegriffen werden.



## II. Anwendung des Fluorwasserstoffgases zum Nachweise von Alkali-Metallen in Silikaten, namentlich in jenen, die durch Kieselfluorwasserstoffsäure wenig angegriffen werden.

---

### Prinzip der Methode.

Wirkt Fluorwasserstoffgas auf Silikate ein, so werden deren Metalle in Silikofluoride oder in einfache oder Doppel-Fluoride umgewandelt; wovon man sich bei weiterer Behandlung der Probe mit concentrirter Schwefelsäure durch die Beobachtung des Brausens <sup>1)</sup> leicht überzeugt.

Durch Einwirkung des Fluorwasserstoffgases auf alkalihältige Silikate werden in Letzteren Kieselfluoride der Alkalien gebildet, die, mit kochendem Wasser extrahirt, durch Eindampfen der Lösung zu einem Tropfen und Übertragen des Tropfens auf ein Objektglas, auf Letzterem zur Krystallisation gebracht und unter dem Mikroskope beobachtet werden können. Ihre Formen unterscheiden sich wesentlich nicht von jenen, die durch Kieselfluorwasserstoffsäure hervorgebracht wurden.

Auf diese Art kann für die geringste Menge der Alkalien, namentlich des Kalium in Silikaten, der sicherste Nachweis geliefert werden.

Wenn die mit Fluorwasserstoffgas behandelte und hierauf mit Wasser ausgekochte Probe ausser Alkalien auch alkalische Erden enthielt, so ist gewöhnlich nur ein geringer Theil der Letzteren in das Wasser-Decoct (in Form von Kieselfluoriden) übergegangen, der grösste Theil dagegen in der Probe zurückgeblieben.

Mehre Versuche, die ich an Feldspathproben in der Absicht vornahm, um sämmtliche Alkalien des durch Fluorwasserstoffgas veränderten Probeantheiles als Kieselfluoride auszuziehen und den grössten Theil der Kalkerde als Fluorid in der Probe zurückzuhalten, führten amährend zu der Regel: Die mit Fluorwasserstoffgas behandelte Probe (von 2—6 □<sup>mm</sup> D.) auf einem mit Wasser gefüllten Platindeckel (von 45<sup>mm</sup> D.) so viele Minuten andauernd zu kochen, als die Oberfläche der Probe □<sup>mm</sup> beträgt. Und das in der Probe rückständige Calciumfluorid konnte

---

<sup>1)</sup> In Folge der Entwicklung des Fluorwasserstoffgases oder des Fluorkiesels zugleich.

hierauf in concentrirter Schwefelsäure gelöst und in Form von Gypskristallen sichtbar gemacht, somit auch sein Mengenverhältniss zu den Alkalien abgeschätzt werden.

Wenn aber die mit Fluorwasserstoffgas behandelte Probe nur Alkalien (und keine alkalische Erden) enthielt, so wurde nach vollständiger Entfernung der Kieselfluoride der Alkalien (durch entsprechendes Auskochen in Wasser) bei weiterer Behandlung der Probe mit Schwefelsäure kein Aufbrausen und überhaupt keine Entwicklung von Fluorwasserstoffgas beobachtet.

Als ich mit der Anwendung der Kieselfluorwasserstoffsäure als des geeignetsten Reagens zum Nachweise einzelner Metalle in Mineralen noch nicht vertraut war, habe ich für die Unterscheidung einzelner Glieder der Feldspathfamilie die Einwirkung des Fluorwasserstoffgases und die der Schwefelsäure verwendet; und zwar auf folgende Weise:

Nachdem ich aus dem durch Fluorwasserstoffgas veränderten Probeantheile durch Auskochen mit Wasser sämtliche Kieselfluoride ausgezogen hatte, liess ich dieselben auf einem Objektglase krystallisiren; dann zerlegte ich das in der Probe rückständige Calciumfluorid durch Schwefelsäure und liess den schwefelsauren Kalk auf einem zweiten Objektglase in Form von Gypskryställchen zum Vorschein kommen. Aus dem Mengenverhältnisse der Kieselfluorid- und Gypskrystalle war ich im Stande, auf das Mengenverhältniss des Alkalimetalls (resp. Natriums) zum Calcium einen entsprechenden Schluss zu ziehen.

Ausserdem schlug ich zuweilen noch folgenden Weg ein: Ich behandelte zwei gleich grosse, durch Fluorwasserstoffgas gleichmässig veränderte Probestückchen mit gleich grossen Schwefelsäuretropfen, und zwar: das eine Probestückchen vor, das andere nach dem (gehörigen) Auskochen mit Wasser und bestimmte in jedem der beiden Fälle  $\alpha$ ) die Dauer des Brausens oder der Gasentwicklung und  $\beta$ ) die Menge der entwickelten, von Schwefelsäure umschlossenen Gasblasen.

Aus dem Verhältnisse der erhaltenen Daten war ich im Stande, auf das Mengenverhältniss des Natrium zum Calcium in den Kalknatronfeldspäthen einen entsprechenden Schluss zu ziehen; denn bei Behandlung der durch Fluorwasserstoffgas veränderten Feldspathprobe mit Schwefelsäure vor dem Auskochen mit Wasser wurden sämtliche Fluoride zersetzt, während nach dem Auskochen mit Wasser nur das ungelöst gebliebene Calciumfluorid zum Zersetzen übrig blieb.

---

Versuche, die an Proben des Chiasolithes mit Fluorwasserstoffgas ausgeführt wurden, verriethen durch das Brausen der Probe in Schwefelsäure, dass sich auch die Thonerde in ein Fluorid umwandelt, welches wol im Wasser gelöst wird, aber nicht zur Krystallisation gelangt.

### Ausführung der Methode.

Geräthe zur Entwicklung des Fluorwasserstoffgases und zur Aufnahme der Proben. Um Fluorwasserstoffgas zu entwickeln und auf Dünnschliffe oder Proben welcher Art immer einwirken zu lassen, dazu bediene

ich mich eines Platintiegels von der Grösse der Figur 1. In den Platintiegel kömmt ein Platindrahtgestell, welches eine, nahe dem Rande ringförmig und in der Mitte kreisförmig durchlöchernte und längs der Löcher mit aufgeworfenen Rändern versehene Platinscheibe trägt. Und diese Scheibe dient zur Aufnahme der Proben.

Fig. 1. zeigt den Durchschnitt des Tiegels mit Gestell und Scheibe und Fig. 2. den Grundriss der Scheibe.

Fig. 1.

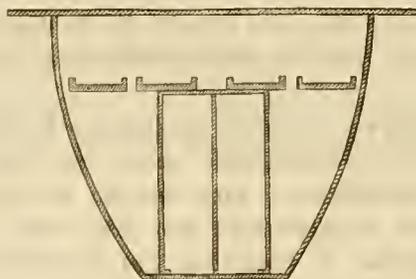
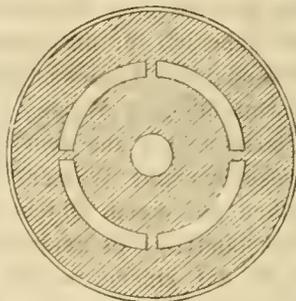


Fig. 2.



Statt der Scheibe kann auch ein schmaler Platinblechstreifen zur Aufnahme der Proben genommen werden.

Zur Bedeckung des Tiegels wende ich ein kreisförmiges Stück Platinblech an, das den Rand des Tiegels überragt und auf jener Fläche, die an den Tiegel angelegt wird, mit einem (vor jedem Versuche zu erwärmenden) Wachsüberzuge versehen ist, um eine genauere Schliessung des Tiegels zu ermöglichen. Und zu dem letztgenannten Zwecke wird noch auf das als Deckel fungirende Platinblech ein Gewicht aufgelegt.

Die zu untersuchenden Dünnschliffe oder Probestückchen werden auf die Platinscheibe (oder den schmalen Platinstreifen) so gelegt, dass zwischen denselben nur kleine Zwischenräume übrig bleiben, wodurch man es erzielt, dass je nach der Grösse der Dünnschliffe oder Probestückchen eine grössere Anzahl (10—20) Proben auf einmal der Fluorwasserstoffeinwirkung ausgesetzt werden kann.

Nur ist hiebei die Vorsicht nöthig, die Aufeinanderfolge der Proben genau zu verzeichnen, um einem etwaigen Irrthume durch Verwechslung der Proben vorzubeugen.

Behandlung der Proben mit Fluorwasserstoffgas. Auf den Boden des Platintiegels schüttet man ein halbes Gramm reines, fein gepulvertes Fluorbaryum<sup>1)</sup>, stellt das Platindrahtgestell hinein und giesst am Innenrande des Tiegels auf dessen Boden so viel concentrirter, chemisch reiner Schwefelsäure, dass von derselben das Fluorbaryum überall bedeckt wird; hierauf fasst man rasch (weil die Fluorwasserstoffentwicklung bereits begonnen hat) mit einer feinen Pinette den aufgeworfenen Rand der mit Proben versehenen Platinscheibe, legt sie auf das Platindrahtgestell, deckt den Tiegel mit dem erwähnten, mit Wachs

<sup>1)</sup> Das käufliche Fluorbaryum pflegt entweder mit Chlorbaryum oder mit schwefelsaurem Baryt gemengt zu sein.

überzogenen Platinblech zu und legt ein Gewicht darauf, damit das Platinblech überall fest anhalte.

Der ganze Apparat, mit einem Glassturze oder umgestürzten Bechergläse bedeckt, kann nun an jedem beliebigen Orte stehen gelassen werden.

Hat man statt der Platinscheibe zur Aufnahme der Proben einen Platinstreifen genommen, dann bleibt neben Letzterem so viel Raum übrig, dass man die Schwefelsäure erst nach dem Einlegen der Proben in den Tiegel eingiessen kann; wodurch ein rascheres Schliessen des Tiegels ermöglicht, somit die Belästigung durch das ausströmende Fluorwasserstoffgas verringert wird.

Um das Fluorwasserstoffgas auf die Proben möglichst lange einwirken zu lassen, pflege ich den Apparat erst den zweiten Tag zu öffnen; was unter einem Kamine geschieht.

Nach dem Verrauchen des Fluorsilicium und Entfernen des überschüssigen Fluorwasserstoffgases wird die mit Proben versehene Platinscheibe herausgenommen und die Proben werden genau besichtigt, ob keine derselben beim Aufschäumen des Fluorbaryum von Letzterem oder von Schwefelsäure befleckt wurde.

Auskochen der durch Fluorwasserstoffgas veränderten Probe mit chemisch reinem Wasser. Extraction und Krystallisation der Kieselfluoride der Alkalien. Ihre Beobachtung im Mikroskope. Von dem durch Fluorwasserstoffgas veränderten Mineraldünschliffe schneide man 3—6  $\square^{\text{mm}}$  heraus oder von einem Mineralstückchen nehme man eine Probe von der Grösse einer kleinen Erbse, lege dieselbe in den vollkommen reinen Platindeckel, fülle Letzteren mit chemisch reinem Wasser an, fasse ihn mit einer Eisenzange in die Hand und halte ihn über der Flamme einer Spirituslampe so lange, bis das Wasser mindestens so viele Minuten andauernd kocht, als die Probeoberfläche  $\square^{\text{mm}}$  beträgt. Dabei Sorge man durch entsprechende Bewegung des Deckels, dass sich auch das Probestückchen im Wasser mässig bewege.

Nach dem Auskochen der Probe hebe man Letztere mit einer völlig reinen Pincette aus dem Wasser heraus, spüle dieselbe mit Wasser ab und bewahre sie seitwärts auf einem neuen Objektglase auf.

Das Wasserdekot enge man bei nicht zu hoher Temperatur bis auf einen grossen Tropfen ein, übertrage Letzteren auf eine dünne (harte) Balsamschichte eines Objektglases und lasse denselben an einem vor Staub geschützten Orte eintrocknen.

Während des Eintrocknens scheiden sich die Kieselfluoride in schön ausgebildeten Krystallen aus, die nach völligem Trockenwerden des Präparates im Mikroskope (am besten bei  $400\times$  Vergrösserung) beobachtet werden können.

Das Kieselfluorkalium erscheint in Hexaëdern, die zuweilen prachtvolle, kreuzförmige oder armlenchterähnliche Gruppierungen bilden, oder in Combinationsgestalten des Hexaëders mit dem Octaëder oder des Rhombendodekaëders mit dem Hexaëder. Nicht selten sind diese Kryställchen des tesseralen Systems unvollkommen ausgebildet, nach einer Achse verzogen; allein ihre Verdunkelung zwischen gekreuzten Nicols lässt sie von den Kieselfluoriden aller anderen Metalle (ausgenommen die gleichgestalteten Kieselfluoride der in sehr spärlichen Mengen vorkommenden Metalle: Caesium, Rubidium, Thallium) sehr leicht unterscheiden.

Das Kieselfluornatrium erscheint in hexagonalen Säulchen, die durch die basische Fläche oder eine stumpfe Pyramide geschlossen und deren vertikale Kanten zuweilen durch schmale Flächen des Denteroprisma abgestumpft sind. Doch zu oft findet man neben diesen regelmässigen Krystallgestalten des Kieselfluornatrium auch fassähnliche, ovale, elliptische und walzenförmige Gestalten, die wol demselben Kieselfluoridmetalle angehören.

Aus allen Proben der Kalk-Natronfeldspathreihen erhielt ich neben den erwähnten Kieselfluoridformen des Natrium eine geringe Menge langer, spiessiger Nadeln oder langer, dünner, vierflächiger, durch ein schiefes Flächenpaar geschlossener Säulchen, die ich als Kieselfluoridformen des Calcium ansehen zu dürfen glaube (da den erwähnten Feldspäthen ausser dem Natrium, Calcium und Aluminium kein anderes Metall konstant innewohnt und da aus reinen Thonerdesilikaten (Chistolith, Kaolin) kein Kieselfluorid in ähnlichen Nadeln und Säulchen zum Vorschein kam). Aehnliche Säulchen und Nadeln, jedoch stets in geringer Menge, erhielt ich auch aus Anorthit und Wollastonit.

Das aus den Proben der Kalk-Natronfeldspäthe dargestellte Kieselfluornatrium erschien gewöhnlich in den unvollkommen ausgebildeten, fassähnlichen, ovalen und walzenförmigen Krystallgestalten, die, zuweilen den strahlig aggregierten Nadeln und Säulchen des Kieselfluorecalcium aufgespiess, prächtige Gruppierungen darstellten.

Behandlung der im Wasser ausgekochten Probe mit Schwefelsäure. Neben die durch Auskochen im Wasser von den Kieselfluoriden befreite Probe, die man auf ein Objektglas gelegt hat, thue man einen oder zwei Tropfen Schwefelsäure und lege über den Schwefelsäuretropfen ein Deckgläschen derart auf, dass die Probe von der Schwefelsäure eingehüllt werde. Nun beobachte man (eventuell auch im Mikroskope), ob ein Brausen oder eine Gasentwicklung Statt findet oder nicht. Fand keine Gasentwicklung Statt, so erwärme man das Objektglas mässig (etwa 10—15 Sekunden lang, die Spitze einer Spiritusflamme mit dem Rande des Objektglases berührend).

Wenn auch im letztgenannten Falle keine Gasentwicklung zu bemerken war, so sind in der mit kochendem Wasser extrahirten Probe keine Metallfluoride vorhanden.

War die Probe z. B. ein Glied der Feldspathfamilie und hat das Wasserdokt nur Kieselfluoride der Alkalimetalle ergeben, so weiss man schon, dass das Feldspathglied ein reiner Kali- oder Natronfeldspath sein muss (Orthoklas, Sanidin, Mikroklin oder Albit, Periklin, je nachdem die erhaltenen Kieselfluoridkryställchen dem Kalium oder dem Natrium angehören). Wurde an der mit Wasser ausgekochten Feldspathprobe nur eine sehr schwache Gasentwicklung bemerkt und die Probe mit Gasbläschen sehr locker bedeckt oder mit einem sehr dünnen und lockeren Blasenkranze umhüllt, so kann man annehmen, dass man ein Glied der Oligoklasreihe untersucht hat. Fand aber an der Feldspathprobe eine stärkere und länger andauernde Entwicklung und Anhäufung von Gasbläschen Statt, so hat man — je nach der aus derselben Probe gewonnenen Menge der Kieselfluoridkryställchen des Natrium — ein Glied der Andesin- oder Labradoritreihe vor sich. Den Anorthit erkennt man in den meisten Fällen bei Behandlung der Feldspath-

probe vor dem Auskochen mit Wasser, indem derselbe kein Aufbrausen zeigt, sondern nur eine träge, wiewol reichliche Entwicklung verhältnissmässig grosser Bläschen wahrnehmen lässt, während alle mit Fluorwasserstoffgas behandelten Kalk-Natronfeldspäthe in Schwefelsäure um so energischer brausen, je mehr Natron sie enthalten.

Um das Verhältniss des Natrium, welches man in Form von Kieselfluoridkryställchen sichtbar gemacht hat, zu dem in der Feldspathprobe restirenden Calciumfluoride, das man durch Behandlung mit Schwefelsäure zerlegt hat, genauer abschätzen zu können, spritze man den Schwefelsäuretropfen sammt dem Probereste von dem Objektglase in einen reinen Platindeckel ab, entferne den Proberest und lasse die Schwefelsäure (durch Erwärmen des Platindeckels) verrauchen. Den etwaigen Rückstand löse man in einem grösseren Wassertropfen auf, übertrage Letzteren auf ein reines Objektglas und lasse ihn auf demselben eintrocknen. Aus der Menge der gebildeten Gypskryställchen, die man nun auf dem Objektglase mit Hilfe des Mikroskopes beobachtet, im Verhältnisse zur Menge der Kieselfluoridkryställchen des Natrium, die man aus dem Wasserdekot gewann, kann man schon ein sicheres Urtheil fällen, welcher Reihe die Feldspathprobe angehört.

### **Bemerkungen über die Anwendung des Fluorwasserstoffgases zur Reinigung trüber Dünnschliffe, zur Hervorrufung minder deutlicher Mineralconturen, der inneren Mineralstructur und zum Nachweise farbloser Einschlüsse in farblosen Mineralen.**

Es kommt nicht selten vor, dass Gesteinsdünnschliffe, welche schon die grösstmögliche Dünne erreicht haben, wegen eines oder mehrerer trüben, durch die ganze Gesteinsmasse vertheilten Gemengtheile für die mikroskopische Untersuchung nicht geeignet erscheinen. In solchen Fällen hat der Petrolog zunächst die Aufgabe zu lösen, die trübenden Substanzen aus dem Dünnschliffe zu entfernen, ohne Letzteren zu zerbröckeln.

Bei meinen früheren Arbeiten habe ich zu dem letzterwähnten Zwecke Salzsäure angewandt und zwar derart, dass ich den trüben Dünnschliff, mittelst Canadabalsam auf ein Objektglas angekittet, in einem mit Salzsäure versehenen Schälchen je nach der Angreifbarkeit des Dünnschliffes mehre Stunden oder mehre Tage liegen liess. Da aber die Balsamschicht unterhalb des Dünnschliffes durch die Salzsäure trübe und impellucid geworden war, so trug ich auf die andere, wol gereinigte und getrocknete Hälfte desselben Objektglases neuen Balsam auf, dem ich durch Erwärmen die nöthige Consistenz gab und auf den ich den durch behutsames Erwärmen losgelösten Dünnschliff überschob. Letzteren konnte ich nun mit neuer Balsamschicht bedecken und mit dem Deckgläschen versehen, wie es bei Anfertigung von Dünnschliffpräparaten zu geschehen pflegt.

Auf diese Art erzielte ich zufriedenstellende Resultate. So z. B. gelang es mir aus den trüben, zu mikroskopischen Untersuchungen durchaus unbrauchbaren Dünnschliffen des graulich weissen Kalkaphanites (Diabasmandelsteines) von Krušná Hora bei Beraun die Kalkspathsubstanz zu entfernen und dann an dem

ziemlich pellucid gewordenen, wiewol durchlöcherten Dünnschliffe den Nachweis zu liefern, dass die ursprüngliche Substanz des Kalkaphanites mit der des grünlich-schwarzen, dichten Diabases von derselben Lokalität völlig identisch ist.

Aehnliche Dienste leistet auch das Fluorwasserstoffgas, wenn der mit demselben behandelte Dünnschliff je nach seiner mineralischen Beschaffenheit entweder mit Wasser ausgekocht oder mit Schwefelsäure behandelt wird. So wurden z. B. papierdünne und doch ganz trübe Dünnschliffe eines dichten Porphyrs durch Behandlung mit Fluorwasserstoffgas und nachheriges Auskochen mit Wasser rein und hell und liessen nun die zarten, in dem dichten Quarzkörnergemenge eingestreuten Feldspathleistecken deutlich erkennen; dagegen erheischten trübe, wiewol papierdünne Dünnschliffe eines Nephelinphonolithes ausser der Behandlung mit Fluorwasserstoffgas und Wasser noch die mit Schwefelsäure, um vollkommen rein und pellucid zu werden.

Eine interessante Erscheinung bot sich mir in einem Phonolithdünnschliffe des Wachholderberges bei Teplitz, indem dessen aus einer homogenen, polarisirenden Substanz (ohne erkennbare Umrisse) bestehende Grundmasse nach der successiven Behandlung mit Fluorwasserstoffgas, Schwefelsäure und Wasser in Rechtecke und Hexagone des Nephelins aufgelöst wurde. Und an diesen Nephelindurchschnitten kam eine ausgezeichnete Schalenstruktur zum Vorschein, von der zuvor nichts zu bemerken war. Es ist einleuchtend, dass hier Möhl's Nephelenglas in deutliche Nephelindurchschnitte aufgelöst wurde.

Bevor mir Des Cloizeaux's epochemachende Arbeiten „Mémoire sur l'existence, les propriétés optiques et cristallographiques, et la composition chimique du microcline etc.“ (Extrait des Compt. rendus etc. t. LXXXII. 17. avril 1876 und Extrait des Ann. de Chimie et de Phys., 5<sup>e</sup> série, t. IX.; 1876) durch die Freundlichkeit des berühmten Autors in die Hände gelangt waren, habe ich bereits die charakteristische Mikrostruktur des Amazonites von Miask und eines Mikroklin von Karlsbad <sup>1)</sup> (aus der system. Sammlung des böhm. Museums, mit der Etiquette: Orthoklas [weiss, durchscheinend, rissig] von Karlsbad) beobachtet und auf Grund der durch Fluorwasserstoffgas und Wasser bewirkten Veränderung vermuthet, dass in denselben substanzuell oder structurell verschiedene Lamellen vorhanden sind; aber auch in manchem Kalk-Natronfeldspathe fand ich Lamellen, die unter dem Einflusse genannter Reagentien eine substanzuelle Verschiedenheit verriethen.

<sup>1)</sup> Die Mikrostruktur des Karlsbader Mikroklin stimmt mit jener ziemlich überein, welche Des Cloizeaux in seinem obgenannten Werke pag. 8. Fig. 12. als die eines Mikroklin von Australien (?) andeutet.

### III. Anwendung des Chlorgases

zum Nachweise der Widerstandsfähigkeit der Minerale gegen Säuren, der gelatinösen Beschaffenheit der aus manchen Silikaten der Dünn-  
schliffe ausgeschiedenen Kieselerde und zum Nachweise der Alkalien,  
alkalischer Erden und des Eisenoxydul.

#### Entwicklung des Chlorgases und Behandlung der Proben mit demselben.

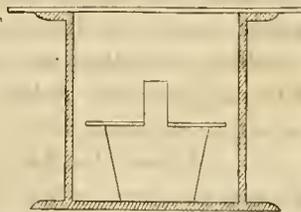
Zur Entwicklung des Chlorgases wende ich ein Glasgefäß (etwa von der in Fig. 3. dargestellten Form) an, auf dessen Boden fein gepulverter Brauustein in Form eines kohärenten, zollbreiten Randkranzes gleichmässig aufgestreut und mit Salzsäure breiartig vermengt wird. Zur Aufnahme der Mineral- und Dünn-  
schliffproben dienen zwei Glasstreifen, die auf der oberen Fläche eines Glasstöpsels zu beiden Seiten des Griffes so angekittet sind, wie es Fig. 3. andeutet, und die mittelst des Stöpselgriffes in die Mitte des Gefäßes gesenkt und nach beendeter Operation wiederum bequem herausgehoben werden können.

Sollen aber mikroskopische Kieselfluoridkry-  
stälchen, die sich auf einem Objektglase befinden, der Einwirkung des Chlorgases ausgesetzt werden, dann kann z. B. ein niedriger, umgestürzter Porzellantiegel dem Objektglase als Ge-  
stell dienen.

Wenn das mit Proben versehene Gestell in das Glasgefäß gebracht und Letzteres mit einer Glastafel, die am Rande mit Unschlitt überzogen ist, möglichst genau verschlossen wurde, so stelle man das Glasgefäß auf das über einer Spiritus-  
flamme befindliche Drahtnetz und erwärme es nur so weit, dass eine rasche Gas-  
entwicklung etwa fünf Minuten andauere.

Man hat bei Erwärmen vorzugsweise dafür zu sorgen, dass sich keine grossen Blasen entwickeln, damit bei Platzen derselben kein Spritzen (durch welches die Proben verunreinigt werden könnten) entstände.

Fig. 3.



Nach etwa 5 Minuten andauernder Entwicklung des Chlorgases wird das Gefäss von der Flamme weggenommen und bei gehörigem Verschlusse etwa 24 Stunden hindurch auf dem Arbeitstische stehen gelassen; doch kann während der Zeit — je nach der Beschaffenheit der zu untersuchenden Minerale — das (zur Entwicklung eines neuen Chlorgasquantums dienende) Erwärmen zwei bis dreimal wiederholt werden.

Nach etwa vierundzwanzigstündiger Einwirkung des Chlorgases wird das Gestell (der Glasstöpsel) mit den Proben herausgenommen, jede Probe auf ein separates Objektglas (mit der angegriffenen Fläche aufwärts) gelegt und der mikroskopischen Untersuchung unterworfen.

Ist die Gegenwart von (zerfliesslichen) Chloriden der alkalischen Erden (des Calcium und Magnesium) als Neubildungsprodukten zu vermuthen, so ist es zweckmässig, das mit der Probe versehene Objektglas in einem Exsiccator bis zum vollständigen Trockenwerden der Probe aufzubewahren, hierauf gleich in Canadabalsam einzuschliessen und mit dem Deckgläschen zu versehen; denn hiedurch gelingt es oft, die erwähnten Chloride in charakteristischen Kryställchen darzustellen.

Werden mikroskopische Kieselfluoridkryställchen (auf einem Objektglase) der Einwirkung des Chlorgases ausgesetzt, so genügt schon eine 3—5 Minuten andauernde Einwirkung desselben, um an den Kieselfluoridkryställchen charakteristische Veränderungen hervorzurufen; worauf das Objektglas herauszunehmen, wol zu reinigen und die veränderten Kryställchen im Mikroskope zu besichtigen sind.

### **Prüfung der Widerstandsfähigkeit eines Minerals gegen Säuren.**

Zur Prüfung der Widerstandsfähigkeit einzelner Minerale eines gemengten Gesteins gegen Säuren wurde gewöhnlich die in Pulverform verwendete Probe mit Salzsäure mehrmals aufgekocht, geschüttelt und längere Zeit stehen gelassen. Hierauf wurde durch die Beobachtung der veränderten Probe im Mikroskope und Vergleichung derselben mit frischem Probe-Materiale zu konstatiren versucht, welche Minerale gänzlich, welche zum Theile der Zersetzung unterlegen und welche unzersetzt geblieben sind.

Wiewol die Wiedererkennung der halb zersetzten Minerale an ihren winzig kleinen Fragmenten im Mikroskope zu oft mit Schwierigkeiten verbunden war, so führte doch diese Methode in vielen Fällen zu dem gewünschten Ziele, wenn die Stärke der Säure, die Dauer ihrer Einwirkung und die Temperatur, bei welcher die Einwirkung erfolgte, im Verhältnisse zu der an bestimmten Mineralen der Probe erzielten Wirkung eine gehörige Berücksichtigung fanden. Besonders wichtig war die Erfüllung letztgenannter Bedingungen, wenn die Probe in Form eines Dünnschliffes angewandt wurde, da man in diesem Falle nicht eine vollständige Zersetzung irgend eines Minerals, sondern bloß eine deutliche Veränderung an dessen (Dünnschliff-) Oberfläche (vornehmlich am Rande und an den Klüftchen) zu bewirken bestrebt war.

Bei Untersuchung der Widerstandsfähigkeit der in den krystallinisch gemengten Gesteinen vorkommenden Minerale gegen Säuren war es vortheilhafter,

die an ein Objektglas mittelst Canadabalsam angebrachte Dünnschliffprobe in ein mit ebenem Boden versehenes Schälchen, in welches man je nach Bedarf Salzsäure oder Königswasser gethan hatte, zu legen, darin mehre Tage bei völliger Ruhe liegen zu lassen und dann nach Entfernung der Säure aus der Probe durch behutsames Eintauchen in chemisch reines Wasser (bei horizontaler Lage des Objektglases) und nach sorgfältigem Abtrocknen (des Objektglases) der mikroskopischen Untersuchung zu unterwerfen; denn nach diesem Verfahren war es möglich nicht nur die Zersetzbarkeit vieler Minerale durch Veränderung ihrer Oberfläche zu beobachten, sondern auch die Beschaffenheit und Menge der an Silikaten ausgeschiedenen Kieselerde wahrzunehmen.

Wenn die unterhalb der Probe befindliche Balsamschichte durch die Einwirkung der Säure trübe und impellucid geworden war, so konnte die Probe durch behutsames Erwärmen gelöst und auf eine neue, auf dasselbe Objektglas aufgetragene Balsamschichte übergeschoben werden.

Statt aller dieser Methoden, welche die Bestimmung der Widerstandsfähigkeit einzelner Minerale eines Dünnschliffes zum Zwecke haben, glaube ich eine neue als die zweckmässigste vorschlagen zu dürfen, nämlich jene, welche sich auf die Einwirkung des Chlorgases auf Mineral- und Gesteinsdünnschliffe gründet.

Nach dieser Methode werden die Dünnschliffproben auf die Glasstreifen des Gestells (des Glasstöpsels) in Fig. 3. pag. 35 möglichst nahe dem Rande so neben einander gelegt, dass sie sich nicht berühren, und auf die oben (pag. 35 u. 36) beschriebene Weise einer etwa vierundzwanzigstündigen Einwirkung des Chlorgases ausgesetzt. Nach Herausnahme des Gestells wird jede Probe auf ein reines Objektglas (mit der angegriffenen Oberfläche aufwärts gewendet) übertragen und mikroskopisch untersucht.

Wenn die Dünnschliffprobe an ihrer Oberfläche mit Chlorwassertropfen behaftet ist — was bei Mineralen zu geschehen pflegt, welche viel gelatinöser Kieselerde ausscheiden — so kann die Probe in einem Exsiccator getrocknet werden.

Bei der hierauf vorzunehmenden mikroskopischen Untersuchung, für welche Vorversuche an bestimmten Mineralen als Massstab zu Grunde zu legen sind, ist zur Bestimmung der Zersetzbarkeit eines Mineraldünnschliffes durch das Chlorgas (unter den oben angedeuteten Verhältnissen) zu berücksichtigen: *a*) die Beschaffenheit und Menge der aus Silikaten ausgeschiedenen Kieselerde, *b*) die Menge der an der Oberfläche des Minerals gebildeten Chloride und *c*) die Beschaffenheit und Stärke der durch Chlorgas bewirkten Aetzfiguren.

Als allgemeine Regel kann hierauf angenommen werden: Je mehr Kieselerde sich aus einem Silikate ausgeschieden hat, je mehr Chloride sich gebildet haben und je stärker die Aetzfiguren ausgeprägt erscheinen, desto grösser ist — unter gleichen Verhältnissen — die Zersetzbarkeit des Minerals.

### Nachweis der gelatinösen Beschaffenheit der an der Oberfläche eines Silikates ausgeschiedenen Kieselerde.

Hat man die durch Chlorgas ausgeschiedene, gelatinöse Kieselerde an einigen Mineralen, z. B. an Nephelin, Eläolith, Olivin, im Mikroskope einmal beobachtet und von der pulverförmigen Kieselerde einiger anderen Minerale unterschieden, so ist man dann in den meisten Fällen im Stande zu erkennen, ob die aus irgend einem anderen Minerale ausgeschiedene Kieselerde eine gelatinöse oder pulverförmige Beschaffenheit hat.

Um aber in jedem Falle über die Beschaffenheit der ausgeschiedenen Kieselerde volle Gewissheit zu erlangen, dazu empfiehlt sich die zuerst von Behrens vorgeschlagene Methode, welche auf der Imbibitionsfähigkeit gelatinöser Substanzen gegen Farbstoffe beruht.

Dieser Eigenthümlichkeit gelatinöser Substanzen bediene ich mich auf folgende Art: Den mit Chlorgas behandelten Dünnschliff, der auf ein reines Objektglas übertragen wurde, bedecke ich mit einem Tropfen Fuchsinlösung und nach einiger Zeit lege ich das Objektglas mit dem darauf befindlichen Dünnschliff in eine mit chemisch reinem Wasser gefüllte Porzellanschale.

Findet sich an der Oberfläche des Dünnschliffes keine gelatinöse Substanz vor, so verschwindet die Färbung des Dünnschliffes nach sehr kurzer Zeit, da der erwähnte Farbstoff im Wasser sehr leicht löslich ist; ist aber an der Dünnschliff-Oberfläche gelatinöse Kieselerde vorhanden, so wird jedes kleinste Theilchen derselben durch die rothe Fuchsinfärbung, die sich aus gelatinösen Substanzen durch Wasser nicht entfernen lässt, sogleich verrathen.

Bei diesem Verfahren ist aber wol zu beachten, dass der Dünnschliff schon vor der Behandlung mit Chlorgas vollkommen rein gewesen sei und dass kein Theilchen der ausgeschiedenen Kieselerde beim Einlegen des Objektglases ins Wasser von der Oberfläche des Dünnschliffes weggespült werde. Während letztere Bedingung durch ein vorsichtiges Verfahren bei der erwähnten Operation leicht zu erfüllen ist, erfordert die erstgenannte Bedingung gewöhnlich eine gehörige Reinigung des Dünnschliffes mit Alkohol oder besser noch mit Chloroform, da die geringste Spur von Canadabalsam, der in den Rissen des Dünnschliffes haften bleibt, dieselbe Wirkung hervorbringen kann, wie gelatinöse Kieselerde.

Diese Methode eignet sich vorzugsweise zur Unterscheidung des Nephelin von Apatit und von monoklinen Feldspathleistchen und ebenso zur Unterscheidung des Hauyn und Nosean vom Leucit.

Als sehr zweckmässig erwies sich die Anwendung dieser Methode an Dünnschliffen verschiedener Felsarten, namentlich an den Dünnschliffen des Basaltes vom Schlanberge und des Nephelinphonolithes vom Wachholderberge bei Teplitz. Die Dünnschliffe des ersten Gesteins zeigten bei 400 $\times$  Vergrösserung intensiv rothe Olivin-, Nephelin- und Hauynflecke in gleichmässiger Vertheilung zwischen den Augitaggregaten und den zahlreichen, farblos gebliebenen Apatitdurchschnitten, während an den Phonolithdünnschliffen die Menge der farblos gebliebenen Sanidintäfelchen zwischen den röthlichen Nephelindurchschnitten leicht überblickt und abgeschätzt werden konnte.

## Darstellung und Beobachtung der durch Einwirkung des Chlorgases gebildeten Chloride.

Durch Einwirkung des Chlorgases auf Silikate, welche Alkalien und alkalische Erden enthalten und welche durch genanntes Reagens eine Zersetzung erleiden, werden Metalle der Alkalien oder alkalischen Erden in dem veränderten Antheile des Silikates in Chloride übergeführt, welche an der Oberfläche der Spaltblättchen oder der Dünnschliffe in mehr weniger vollkommenen Krystallformen zur Ausbildung gelangen können.

Am leichtesten krystallisirt das Chlornatrium heraus, dessen würfelförmige Kryställchen und treppenförmige Krystallgebilde an jenen Silikaten, welche pulverförmige Kieselerde ausscheiden (wie z. B. Andesin, Labradorit) am besten wahrzunehmen sind; aber weit zahlreicher treten sie an jenen natronhaltigen Silikaten auf, aus denen sich gelatinöse Kieselerde ausgeschieden hat (z. B. am Eläolith), liegen jedoch in der Kieselgelatine eingebettet und sind durch dieselbe mehr weniger verdeckt.

Um im letztgenannten Falle die Chlornatriumkryställchen wahrzunehmen, ist es zweckmässig, die Probe mit einer Lösung des Canadabalsam in Chloroform zu bedecken und mit dem Deckgläschen zu versehen; denn hiedurch wird die Kieselgelatine stark durchscheinend und gestattet, die farblosen Chlornatriumwürfelchen in Augenschein zu nehmen. Ausserdem scheint das Chloroform auch zur Krystallisation der in der Kieselgelatine übrig gebliebenen Chlornatriumlösung beizutragen.

Weniger leicht krystallisirt das mit dem Chlornatrium isomorphe Chloralkalium. Und am schwierigsten sind die an der Luft zerfliesslichen, rhomboëdrischen Säulchen ( $\infty R.R. - R.O.R$ ) und Täfelchen des Chlorcalcium ( $Ca Cl^2 + 6H^2O$ ) und Chlormagnesium ( $Mg Cl^2 + 6H^2O$ ) an den mit Chlorgas behandelten Mineraldünnschliffen darzustellen.

Die Gestalten letztgenannter zwei Substanzen, die nur unter dem Exsiccator deutliche Krystallformen anzunehmen pflegen, sind gewöhnlich rundlich, elliptisch oder walzenförmig, wenn sie überhaupt zur Ausbildung gelangt sind.

Aus eisenhaltigen Silikaten, welche durch Einwirkung des Chlorgases Zersetzung erleiden, scheiden sich ebenfalls Chloride des Eisens aus. Da sie aber zu den an der Luft zerfliesslichsten Substanzen gehören, so kommen sie offenbar nicht in Krystallgestalten zum Vorschein, sondern treten als ein den Mineraldurchschnitt, dem sie entstammen, oder angrenzende Theile des Dünnschliffes gleichmässig imprägnirendes, halb flüssiges Pigment auf. So mag vom gebildeten Eisenchlorüre, zum Theile Eisenchloride die intensiv gelbgrüne oder grüngelbe Färbung herrühren, die an farblosen oder schwach gelblich gefärbten Olivindurchschnitten oder anderen eisenoxydulhaltigen Mineralen erscheint, wenn sie der Einwirkung des Chlorgases ausgesetzt worden sind.

### Zweckmässige Anwendung der Streng'schen Methode zur Nachweisung des Apatits in Dünnschliffen, und zwar nach der Behandlung der Letzteren mit Chlorgas.

Um den Apatit in einem Gesteinsdünnschliffe nachzuweisen, hat Streng<sup>1)</sup> den praktischen Vorschlag gemacht, den auf einem Objektglase befindlichen Dünnschliff zuerst mit Salzsäure (zur Lösung des Apatits) und hierauf mit dem (durch Salpetersäure bis zur Wiederauflösung des weissen Niederschlages versetzten) molybdänsauren Ammon zu behandeln, mit dem Deckgläschen zu versehen und im Mikroskope zu untersuchen. Aus der Menge der (bei 400× Vergr.) winzig kleinen, aber scharf ausgebildeten citrongelben Krystälchen (die ich gewöhnlich in Rhombendodekaëdern, seltener in Octaëdern des tesseralen System beobachtet habe) kann unter gleichen Verhältnissen auf die Menge des im Dünnschliffe vorhandenen Phosphates (Apatits) geschlossen werden.

Da der Apatit, sowie jedes andere Phosphat, durch das Chlorgas mehr weniger angegriffen wird, so kann zum Nachweise der Phosphorsäure der mit Chlorgas behandelte Dünnschliff, an welchem man bereits die Zersetzbarkeit der Minerale mikroskopisch untersucht hatte, mit einem oder mehreren Tropfen der durch Salpetersäure entsprechend versetzten, concentrirten Lösung des molybdänsauren Ammon<sup>2)</sup> behandelt und zum Zwecke mikroskopischer Untersuchung mit dem Deckgläschen versehen, eventuell auch durch am Rande des Deckgläschens angebrachten Canadabalsam eingeschlossen werden.

Das Resultat ist im Allgemeinen dasselbe, wie im ersten Absatze angedeutet wurde; im Besonderen ist aber zu bemerken, dass, wenn sich im Dünnschliffe neben reichlichem Apatit Silikate vorfinden, welche gelatinöse Kieselerde ausgeschieden haben, diese mit der citrongelben Substanz der phosphormolybdänsauren Ammonverbindung gerade so imprägnirt wird, wie mit der rothen Fuchsinlösung. Daraus kann man ersehen, dass diese Reaction unter den erwähnten Verhältnissen einen doppelten Zweck erreicht, nämlich: *a)* den Nachweis des Vorhandenseins eines Phosphates im Dünnschliffe und *b)* den Nachweis der gelatinösen Beschaffenheit der aus einem Silikate ausgeschiedenen Kieselerde.

<sup>1)</sup> Tschermak's Mineralog. Mittheilungen. 1876.

<sup>2)</sup> Das überschüssige molybdänsaure Ammon krystallisirt auf dem Objektglase in farblosen Nadeln heraus.



#### IV. Ueber die Darstellung und Beobachtung der Aetzfiguren, über ihre Bedeutung zur Bestimmung der Minerale in Dünnschliffen.

---

In der Einleitung (pag. 8) wurden alle jene Arbeiten namhaft gemacht, welche die Darstellung von Aetzfiguren an verschiedenen Flächen mehrerer Minerale und ihre krystallographische Deutung zum Gegenstande haben; zugleich wurde aber die Bemerkung fallen gelassen, dass bisher kein entschiedener Schritt geschah, um die Aetzfiguren zur Bestimmung einzelner Minerale in Dünnschliffen zu verwerthen.

Ich bin leider auch nicht in der Lage, eine grosse Reihe günstiger Resultate zu verzeichnen; denn vollkommen charakteristische und nach den vorerwähnten Methoden leicht darstellbare Aetzfiguren, welche den Aufbau des Krystalls aus Subindividuen prächtig demonstrieren, habe ich bisher nur an Dünnschliffen weniger Minerale beobachtet. Allein die Dünnschliffe der meisten Minerale, mit Kieselfluorwasserstoffsäure oder Fluorwasserstoffgas oder Chlorgas behandelt, zeigen an ihrer Oberfläche durch Aetzung hervorgebrachte Veränderungen, welche — wiewol durch Worte schwierig bestimmbar — sich dem Beobachter nicht als zufällige, sondern als mit der inneren Struktur des Minerals innig zusammenhängende Erscheinungen präsentiren, somit in vielen Fällen einer Beachtung werth erscheinen dürften.

Da die Beschaffenheit der Aetzfiguren — mit welchem Ausdrücke ich alle, durch ein chemisches Agens bewirkten, halbwegs charakteristischen Vertiefungen und Erhabenheiten an Mineraldurchschnitten andeuten zu dürfen glaube — von der krystallographischen Lage der Mineraldurchschnitte abhängt, so treten naturgemäss an verschiedenen Durchschnitten desselben Minerals verschiedene Aetzfiguren auf; aber sie ergänzen sich derart, dass sie zuweilen als ein nicht unwichtiges Merkmal zur Bestimmung des Minerals beitragen können.

Bei der Darstellung der Aetzfiguren an Mineraldurchschnitten ist zu berücksichtigen, dass an Letzteren durch Einwirkung des chemischen Agens Neubildungsprodukte auftreten oder Substanzen sich ausscheiden (z. B. Kieselerde), welche die Aetzfiguren mehr weniger oder gänzlich verdecken und daher zu entfernen sind, wenn die Aetzfiguren deutlich wahrgenommen werden sollen.

Sind die Neubildungsprodukte Kieselfluoride oder Chloride, so gelingt ihre Entfernung von der Oberfläche des Dünnschliffes durch dessen wiederholtes Auskochen mit Wasser, was etwa auf einem Platindeckel bequem ausgeführt werden kann. Und durch die mechanische Wirkung des kochenden Wassers auf den Dünnschliff pflegt auch die etwa ausgeschiedene Kieselerde von der Dünnschliffoberfläche weggespült zu werden. Sind die Neubildungsprodukte Fluoride der alkalischen Erden, die im Wasser fast unlöslich sind, so können sie durch Schwefelsäure zerlegt und hierauf mit Wasser ausgezogen werden. Im letzteren Falle ist jedoch darauf Rücksicht zu nehmen, dass die Einwirkung der Schwefelsäure an der Oberfläche vieler Mineraldurchschnitte eine weitere Aetzung zur Folge hat.

Um die von Neubildungsprodukten befreite und wol gereinigte Oberfläche eines geätzten Mineraldurchschnittes im Mikroskope gehörig beobachten zu können, darf man selbe nicht mit Canadabalsam bedecken, sondern, wenn der Dünnschliff in Form eines mikroskopischen Präparates aufbewahrt werden soll, ein Deckgläschen direkt auflegen und dessen Ränder mittelst eines (durch Erwärmen auf einem Objektglase) dickflüssig gemachten Canadabalsams oder mittelst einer anderen entsprechenden Substanz mit dem Objektglase verkitten.

## 1. Aetzfiguren an Dünnschliffen des Apatits <sup>1)</sup>, dargestellt

### a) durch Einwirkung des Chlorgases.

Durch vierundzwanzigstündige Einwirkung des Chlorgases auf Dünnschliffe des Apatits von Schlaackenwald, welche parallel der basischen Fläche geschliffen waren, wurde die Dünnschliffoberfläche (bei  $400\times$  Vergrößerung beobachtet) in ein Aggregat von dicht an einander gereihten und in einandergreifenden, dem Anseheine nach hexagonalen Krystälchen (Subindividuen, Krystallmolekeln) ( $P$  oder  $P.OP$  oder  $OP.P$ ) umgewandelt, welche zum grössten Theile gegen die basische Fläche senkrecht gestellt waren oder nur eine geringe Neigung gegen dieselbe verriethen.

In den Schalenzenonen waren Krystälchen von verschiedenen Grössendimensionen sichtbar und zumeist durch die vorwaltenden basischen Flächen ausgezeichnet; aber die Grenzlinien der Schalenzenonen waren durch dicht und dem Krystallumrisse parallel geradlinig aneinandergereihte, nahezu gleich grosse und fast sämtlich in Pyramidenspitzen auslaufende Krystälchen scharf markirt, so dass eine prächtigere Illustration des inneren Krystallbanes durch ein anderes chemisches Agens kaum erwartet werden konnte (siehe: Taf. II. Fig. 19. und 20.).

Oberhalb der Krystälchen lagerte zuweilen ein Gewirr von kurz nadelförmigen Gebilden, deren horizontale Projektionsbilder gegen einander zum grössten Theile eine Neigung von  $60^\circ$  oder  $120^\circ$  verriethen und die ich als Kantenreste verschwundener Krystälchen der oberen Lage ansehen zu dürfen glaubte. Und diese Krystallnadelchen kamen am deutlichsten zum Vorschein, wenn der Dünnschliff mit Canadabalsam bedeckt und mit dem Deckgläschen versehen wurde <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Bořický. Sitzungsber. d. k. böhm. Ges. d. Wissensch. v. 9. Feber 1877.

<sup>2)</sup> An vielen wurden fest anhaltende Luftbläschen bemerkt.

(siehe: Taf. II. Fig. 18.); dagegen waren aber die darunter befindlichen Kryställchen (die Subindividuen oder Krystallmolekeln) unter dem Canadabalsam kaum wahrzunehmen.

An den zu den Prismenflächen ( $\infty P$ ) fast parallelen Dünnschliffen desselben Apatitkrystals, die einige Sekunden lang in Königswasser aufgekocht wurden, traten an einzelnen Stellen die rhombischen Seitenecken, zumeist eine prächtige Schalenstruktur aufweisend, deutlich hervor, während der übrige Theil des Dünnschliffes regelmässige oder langgezogene und seitlich abgestumpfte, parallel und dicht aneinander oder schief hinter einander gereihte Rhombenfiguren aufwies (siehe: Taf. II. Fig. 17.).

Auf einem Platindeckel mehrere Minuten im Wasser gekocht, wurden die erwähnten Aetzfiguren der Apatitdünnschliffe nicht beschädigt, sondern die winzig kleinen Kryställchen traten noch schöner und reiner hervor; nur die winzig kleinen Nadelchen (die vermuthlichen Kantenreste der oberen Lage) waren spärlicher vorhanden.

An natürlichen Flächen der Apatitkrystalle wurden — wahrscheinlich der grösseren Widerstandsfähigkeit wegen — obgenannte Aetzfiguren nicht erzielt. Es traten an den Prismenflächen scharfe, kürzere und längere, parallele Furchen, dreieckige und trapezoidale Formen auf. Und nur an sehr wenigen Stellen waren vereinzelte, hervortretende, rhombische Ecken (Seitenecken der winzig kleinen Krystallpyramiden) wahrzunehmen.

#### b) Durch Einwirkung der Kieselfluorwasserstoffsäure.

Die durch Einwirkung der Kieselfluorwasserstoffsäure auf den parallel der basischen Fläche dargestellten Apatitdünnschliffen erzeugten Aetzfiguren, welche erst nach Entfernung des massenhaft gebildeten Calciumkieselfluorides (durch Auskochen mit Wasser) deutlich zum Vorschein kamen, zeigten (bei  $400\times$  Vergrösserung beobachtet) keine wesentlichen Unterschiede von den Aetzfiguren, die, mittelst des Chlorgases dargestellt, in den vorhergehenden Absätzen beschrieben wurden; doch war an mehreren Stellen die Eigenthümlichkeit zu bemerken, dass die subindividuellen Combinationsgestalten der vorwaltenden basischen Fläche mit der Pyramide aus regelmässigen Krystallschalen oder aus treppenförmig übereinander gelagerten, nach oben immer kleineren hexagonalen Täfelchen ( $OP.P$ ) aufgebaut erschienen. (Fig. 16. auf Taf. II. zeigt das an der basischen Fläche eines Apatitkrystals durch Kieselfluorwasserstoffsäure dargestellte Calciumkieselfluorid und die Aetzfiguren.)

## 2. Aetzfiguren an Olivindünnschliffen, dargestellt

#### a) durch Kieselfluorwasserstoffsäure.

Die durch Einwirkung der Kieselfluorwasserstoffsäure an Dünnschliffen des Olivin von Kozákov (bei Turnau) entstandenen und durch Auskochen mit Wasser von den Kieselfluoriden des Eisens und der Magnesia befreiten und hiedurch blos-

gelegten Aetzfiguren sind (bei  $400\times$  Vergrößerung beobachtet) sehr regelmässige, dicht neben einander gedrängte und zu einander vollkommen parallele Krystallgestalten von pyramidalem oder tafelförmigem Habitus, welche letztere, wenn sie weniger vollkommen ausgebildet oder weniger deutlich sichtbar sind, concordant übereinander liegenden oder in einander greifenden Rhombenfiguren ähneln.

An den subindividuellen Kryställchen vom pyramidalen Habitus scheint mit der vorwaltenden rhombischen Pyramide ein Pinakoid oder ein Doma derselben Zone kombinirt zu sein, während an den tafelförmigen Kryställchen neben dem vorwaltenden Pinakoide eine Pyramide, ein Prisma und ein mit dem Pinakoide nicht in eine Zone fallendes Doma vorkommen dürfte.

Bei  $400\times$  Vergrößerung erreichen diese subindividuellen Kryställchen an einigen Olivindünnschliffen die Grösse eines Gerstenkornes, an anderen Dünnschliffen erscheinen sie nur wie mit zwei spitzeren und zwei stumpferen Ecken versehene und an dem ganzen Dünnschliffe regelmässig geordnete Stecknadelköpfe. (Siehe: Taf. II. Fig. 11. und 12., an denen neben den Aetzfiguren auch die Kieselfluoride gezeichnet sind).

#### b) Durch Chlorgas.

Die durch das Chlorgas an den Olivindurchschnitten von Kozákov bewirkten Aetzfiguren waren zum grössten Theile kurze, nicht geradlinig begrenzte, zumeist vollkommen parallele Furchen, unter denen kurze, zugespitzte Säulchen oder spitze Rhombenfiguren nur an wenigen Stellen zu finden waren.

### 3. Aetzfiguren an Dichroitdünnschliffen, dargestellt durch Einwirkung der Kieselfluorwasserstoffsäure.

Die an den Dichroitdünnschliffen (von Bodenmais und von Orrijaerfvi in Finnland) beobachteten Aetzfiguren waren zum grössten Theile kurz rektanguläre, entweder durchwegs parallele oder unter einem nahezu rechten Winkel zu einander liegende Vertiefungen, zwischen denen sich kürzere und längere, mehr weniger regelmässig gelagerte Furchen vorfanden. Nur an wenigen Objektstellen waren Letztere vorherrschend; dagegen fanden sich unter den regelmässigen Vertiefungen auch solche vereinzelt vor, welche mit der in Nannmann's Elemente der Mineralogie (1871, pag. 404) abgebildeten Krystallgestalt des Dichroit viele Aehnlichkeit verriethen. (Siehe: Taf. II. Fig. 10., in der neben den Kieselfluoriden zumeist unregelmässige Aetzfiguren gezeichnet sind.)

### 4. Aetzfiguren an Chiastolithdünnschliffen, dargestellt durch die Einwirkung der Kieselfluorwasserstoffsäure.

In Dünnschliffen eines Chiastolithkrystalls (von unbekanntem Fundorte), welche parallel der basischen Fläche dargestellt waren, erschien die kohlige Substanz in mehr weniger dicht gedrängten Partikelchen nicht nur im Centraltheile

(längs der krystallographischen Achse), an den vertikalen Seitenkanten und längs der Diagonalen des Krystalldünnschliffes, sondern auch an anderen Stellen derselben, und zwar in federfabneähnlichen Verzweigungen, welche von den Diagonalen aus parallel den Randkanten des Krystalquerschnitts verliefen. Und die Chistolithsubstanz schien ziemlich homogen zu sein, ohne ausser den minder vollkommenen Spaltungsklüftchen und den wenigen kleinen, fast völlig farblosen Stellen irgend eine besondere Mikrostruktur aufzuweisen.

Allein nach Behandlung des Dünnschliffes mit Kieselfluorwasserstoffsäure traten die minder vollkommenen Spaltungsklüftchen als breite längsfasrige Adern auf, welche mit sehr breiten, der Quere nach wellig faserigen Randzonen versehen waren und kleine, meist unregelmässig rhombisch begrenzte, farblose Felder einschliessen, so dass der bedeutend grösste Theil des Dünnschliffes durch eine stark hervortretende, faserige oder wellig faserige Struktur ausgezeichnet war.

An mehren Randstellen des Dünnschliffes traten statt der Fasern durcheinander gelagerte Gruppen langer schmaler Leisten auf, die — ebenso wie die Fasern und Fasern — aus der Chistolithsubstanz entstanden, das Bild einer Paramorphose veranschaulichten.

Die farblosen, meist minder deutlich rhombisch begrenzten Felder, welche als die Uiberbleibsel der unveränderten Chistolithsubstanz anzusehen sind, waren von spärlichen, aber ziemlich vollkommenen Spaltungsklüftchen durchsetzt, die sich nahezu unter einem rechten Winkel (gefunden  $90^{\circ} 30'$  und  $91^{\circ}$ ) kreuzten, folglich nahezu den Spaltungsrichtungen des Chistoliths ( $91^{\circ} 4'$ ) entsprachen. (Siehe: Taf. II. Fig. 13.)

## 5. Aetzfiguren an Hypersthen-, Broncit-, Diallag-, Augit- und Amphibol-Dünnschliffen oder Spaltungsfragmenten, dargestellt durch Kieselfluorwasserstoffsäure.

Während die Spaltungsblättchen des Hypersthens von der Insel Sky und des Broncits von Graubat in Steiermark, mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt, eine Zusammensetzung aus zarten parallelen Fasern oder sehr schmalen Bändchen verriethen (siehe: Taf. II. Fig. 9., Broncit von Graubat, mit  $H^2 Si F^6$  behandelt), zeigten die Dünnschliffe des Diallags aus dem Gabbro von Wolpersdorf gewöhnlich zwei unter einem schiefen Winkel sich schneidende Systeme von minder dichten, aber scharf geradlinigen Spaltungsklüftchen, zwischen denen mannigfach gekrümmte und mannigfach gelagerte, furchenähnliche Aetzfiguren dicht gedrängt erschienen (siehe: Taf. II. Fig. 8.). Und diese Diallagdünnschliffe schlossen kleine Broncitpartien ein, deren Mikrostruktur sich mit der des Broncit von Graubat übereinstimmend erwies.

An den Augit-<sup>1)</sup> und Amphibol-<sup>2)</sup> Dünnschliffen, welche parallel einer Pinakoidfläche dargestellt wurden, waren nur längere und kürzere Furchen wahrzunehmen, welche fast sämmtlich eine Richtung befolgten.

<sup>1)</sup> Von Wartha a. d. Eger und von Kaaden.

<sup>2)</sup> Aus den Peperinbasalten von Lukov bei Milleschau (siehe: Taf. II. Fig. 7.).

## 6. Aetzfiguren am Lithioneisenglimmer von Zinnwald, dargestellt durch die Einwirkung des Fluorwasserstoffgases und nachheriges Auskochen mit Wasser.

Nach der Behandlung mit Fluorwasserstoffgas und Wasser traten in den schwach gelblich oder röthlichweiss gefärbten, zarten Spaltungsblättchen dieses Glimmers unregelmässig vertheilte, rostgelbe Flecke auf, welche nicht selten rhombische oder sechseckige, nicht kohärente Umrisse verriethen. Und an vielen der von den rostgelben Flecken freien Stellen erschienen äusserst zarte, mehr weniger dicht gedrängte (vertiefte) Rhombenfiguren, welche zum grössten Theile den Rhombenkanten parallel angeordnet waren (siehe: Taf. II. Fig. 14.).

Ich habe mehre der spitzen und stumpfen Winkel dieser Rhombenfiguren gemessen, erhielt aber sehr differente Resultate; und zwar: für die spitzen Winkel  $49^{\circ} 30'$ ,  $50^{\circ}$ ,  $56^{\circ} 30'$ ,  $59^{\circ}$  und  $60^{\circ}$  und für die stumpfen  $130^{\circ} 30'$ — $120^{\circ}$ .

## 7. Aetzfiguren an Dünnschliffen des Scapolithes von Malsjö in Wermland.

An diesen der Hauptachse ziemlich parallel dargestellten und mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelten Scapolithdünnschliffen glichen die Aetzfiguren, welche zwischen den stark hervortretenden, der Hauptachse parallelen Riefen beobachtet wurden, länglichen, mannigfach gekrümmten, mannigfach gelagerten und zuweilen zu einem geschlängelten Netzgewebe vereinigten Furchen. Auch das Chlorgas bewirkte durchwegs unregelmässige, zackig rundliche und längliche Vertiefungen und liess die der Hauptachse parallelen Spaltungsriefen stark hervortreten.

## 8. Aetzfiguren an Dünnschliffen des Elaeolithes von Laurwig in Norwegen, durch Chlorgas dargestellt (und bei $400\times$ Vergrösserung beobachtet).

Nach Entfernung der massenhaft ausgeschiedenen Kieselgelatine und der in derselben eingebetteten Chlornatriumkryställchen (zumeist Octaëder) trat an den Elaeolithdünnschliffen ausser spärlichen, aber breiten, rektangulären Spaltungsklüften eine parallel geradlinige Riefung hervor. Und in den bandförmigen Theilen zwischen den Riefen kamen länglich rektanguläre, zuweilen an einem Ende zugespitzte oder deutlich mehrseitig und mehr weniger regelmässig säulenförmige, den Riefen parallele Vertiefungen und Erhabenheiten zum Vorschein, unter denen an einigen wenigen Stellen ziemlich regelmässige hexagonale Säulchen beobachtet wurden. An einem derartigen Säulchen fand sich ausser der basischen Fläche auch eine Deuteropyramide vor (siehe: Taf. II. Fig. 15.).

## 9. Aetzfiguren an Dünnschliffen des Leucites von Vesuv (bei $400\times$ Vergrösserung beobachtet).

An den Leucitdünnschliffen kamen nach der Behandlung mit Chlorgas äusserst winzige und dicht gedrängte, polygonale oder rundliche Vertiefungen und

nach Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure ein sehr dichtes, zartes, polygonales Netzgewebe zum Vorschein (siehe: Taf. II. Fig. 2.).

## 10. Aetzfiguren an Dünnschliffen oder Spaltungsfragmenten der Feldspäthe

(bei 400  $\times$  Vergrößerung beobachtet).

Nach der Behandlung mit Fluorwasserstoffgas und dann mit siedendem Wasser zeigten die vollkommensten Spaltungsflächen des Sanidin aus dem Phonolithe vom Tannberge (am Tollsteine, ehem. Hrsch. Rumburg) entweder länglich polygonale, zuweilen sechsseitige (von gewöhnlichem Umrisse der Klinopinakoidflächen) oder furchenähnliche, sehr schmale und dichte, parallele Vertiefung; die des Adular von St. Gotthard und des Rhyakolith von Vesuv zeigten meist Gruppen von parallelen, spiessigen (thurmspitzähnlichen) und keilförmigen Vertiefungen, seltener aus der geätzten Fläche schief hervortretende Reihen von kurzen parallelen Säulchen oder Kegeln.

Nach analoger Behandlung des Mikroklin von Miask (Amazonit) trat an einigen Spaltungsflächen (die wahrscheinlich der basischen Fläche parallel waren) die charakteristische Mikrostruktur in der schönsten Darstellungsweise auf, da substanzuell und strukturell verschiedene Bänder oder Partien verschiedenartig verändert wurden. Besonders schön trat aber die Mikrostruktur des Mikroklin an einigen Spaltflächen des auf Seite 34 erwähnten, weissen, rissigen Feldspathes des böhm. Museums auf, der mit der Etiquette „Orthoklas von Karlsbad“ versehen war. An anderen Spaltungsflächen desselben Mikroklin (die wahrscheinlich den Klinopinakoidflächen parallel waren) erschienen dagegen dicht gedrängte, parallele, spindelförmige, schmal und lang walzenförmige Vertiefungen, welche Letztere stellenweise durch allmähliche Abnahme der Längendimension in schuppige, dachziegelartig angeordnete Aetzfiguren übergangen.

An den vollkommensten Spaltungsflächen des Albit von Dauphiné traten nach der vorgenannten Behandlung mit Fluorwasserstoffgas und Wasser Gruppen von parallelen, dicht gedrängten, schmal spindelförmigen Vertiefungen oder von scharfkantigen, subindividuellen Krystalsäulchen oder Krystalltäfelchen auf, während die Aetzfiguren an Spaltflächen des Oligoklas von Ytterby zackig rhomboidische und an Spaltflächen des Anorthit von Vesuv polygonale, facettenähnliche oder rundliche oder netzförmige Vertiefungen waren.

Durch Einwirkung der Kieselfluorwasserstoffsäure wurde die gitterförmige Oberfläche der Amazonitdünnschliffe meist in Form zarter netzförmiger Vertiefungen angeätzt; an den vollkommensten Spaltungsflächen des Albit von Dauphiné traten eigenthümliche, scharfkantige, keilförmige Aetzfiguren auf, welche gegen die Spaltungsfläche unter einem sehr schiefen Winkel geneigt waren und sich oft durch eine regelmässige Anordnung in parallelen Reihen auszeichneten (siehe: Taf. II. Fig. 1.) und an den Kalk-Natronfeldspäthen kamen entweder schmale, mannigfach geformte und gelagerte Furchen oder linsenförmige, halbmondförmige, ovale und

fast rechteckige Vertiefungen zum Vorschein. Die furchenähnlichen Vertiefungen waren um so spärlicher, je weniger Natron der Feldspath enthielt. An den Anorthitdünnschliffen des Corsit (von Corsica) waren nur kürzere und längere, vierseitige (fast rechteckige) oder rundliche Vertiefungen zu bemerken. —

---

Zum Schlusse glaube ich noch die Bemerkung hinzufügen zu dürfen, dass die Strukturverhältnisse sowohl einfacher oder verzwilligter Silikat-Krystalle als auch mannigfacher Krystallaggregate und krystallinischer Gebilde in den mit Fluorwasserstoffgas oder Kieselfluorwasserstoffsäure und Wasser zweckentsprechend behandelten Dünnschliffen bedeutend deutlicher und schöner zum Vorschein kommen, als sie sich unverändert präsentiren.



## V. Bemerkungen

### über die Anwendung einiger älteren Methoden zur Bestimmung der Minerale in Dünnschliffen, und zwar:

1. Ueber die Anwendung des Probe-Glühens zur Unterscheidung der eisen- (und mangan-) hältigen von den eisen- (und mangan-) freien Mineralen, zum Nachweise des Dichroismus an Ersteren, wenn sie farblose Dünnschliffe liefern, und zur approximativen Bestimmung des Schmelzgrades der Minerale in Dünnschliffen.

Mit wenigen Ausnahmen können alle, die krystall. gemengten Felsarten konstituierenden Minerale in zwei grosse Gruppen, nämlich in die der eisen- (und mangan-) freien und die der eisen- (und mangan-) hältigen Minerale geschieden werden.

In die erste Gruppe gehören vornehmlich die feldspathigen Minerale, die lichten Glimmerarten, dann Wollastonit, Apatit, Calcit, Dolomit und einige reinen Thonerdesilikate (Chiastolith, Andalusit, Disthen etc.).

In die zweite Gruppe gehören vorzugsweise Minerale der Amphibol-, Augit-, Broncit-Reihe, dann Biotit (Rubellan), Chlorit, Olivin, Granat, Spinell, Magnetit, Chromit und Titaneisen. Und an die Grenzscheide beider Gruppen könnte Mejonit (Skapolith), Cordierit und Titanit gestellt werden, welche Minerale zuweilen mehr, zuweilen aber sehr wenig Eisen enthalten.

Wenn Minerale der ersten Gruppe in Dünnschliffen vorkommen, so präsentieren sie sich in farblosen oder, wenn sie mit einem Pigmente imprägnirt sind, in gefärbten Durchschnitten. Die farblosen Mineraldurchschnitte bleiben auch nach dem stärksten Glühen farblos oder werden weiss und weniger pellucid, während die durch ein Pigment gefärbten gewöhnlich auch nach dem Glühen gefärbt erscheinen. Allein diese Färbung zeichnet sich nicht durch eine homogene Beschaffenheit aus, pflegt nicht im ganzen Mineraldurchschnitte gleichmässig ausgebreitet zu sein, sondern ist gewöhnlich fleckenweise oder absatzmässig vertheilt.

Minerale der zweiten Gruppe, in Dünnschliffen vorkommend, liefern meist homogen farbige, nur in den Krystalschalen zuweilen verschieden nuancirte Durchschnitte; doch kommen unter diesen Mineralen auch solche vor, die in Dünnschliffen farblos oder so schwach farbig erscheinen (so z. B. mancher Olivin,

Dichroit, Epidot, Augit, Diallag, Enstatit), dass man sie mit Mineralen der ersten Gruppe verwechseln könnte. Allein, da alle Minerale dieser Gruppe mehr weniger eisen- (oder mangan-) hältig sind, so kann ihren Dünnschliffen durch starkes Glühen mit der Oxydationsflamme eine gelbliche, röthliche oder bräunliche, homogene Färbung ertheilt werden, wodurch sie von Mineralen der ersten Gruppe leicht zu unterscheiden sind.

Die Art und Intensität der Färbung, die an Dünnschliffen derselben, aber von verschiedenen Lokalitäten stammenden Mineralspecies durch Glühen (von gleicher Dauer und Stärke) zum Vorschein kömmt, gestattet zuweilen die relativen Mengen des Eisen- (Mangan-) Gehaltes abzuschätzen.

Mit dem Auftreten einer homogenen, intensiven Färbung erlangen die Dünnschliffe mancher Minerale der zweiten Gruppe die Eigenthümlichkeit, einen mehr weniger starken Dichroismus, eine mehr weniger starke Lichtabsorption zu zeigen, welche Eigenschaften an denselben Mineraldurchschnitten vor dem Glühen (so lange sie noch farblos oder schwach gefärbt waren) entweder gar nicht oder in einem weit schwächeren Grade bemerkt werden konnten.

Die Ausführung des Versuches kann auf folgende Weise geschehen: Auf einen schmalen Platinstreifen, den man in die Ritze eines hölzernen Haltstieles einschiebt, legt man die Dünnschliffprobe in der Grösse von circa  $1\frac{1}{2}$ —3  $\square^{\text{mm}}$  und leitet auf dieselbe mittelst des Löthrohrs eine starke Oxydationsflamme in der Dauer von  $1\frac{1}{2}$ —3 Minuten, so dass die Probe während der erwähnten Zeit in starker Rothgluth erhalten wird; doch ist es zweckmässig, schon nach  $1\frac{1}{2}$  Minuten das Glühen zu unterbrechen, die Probe mikroskopisch zu untersuchen und, falls sie eine Färbung angenommen hat, auch die dichroskopische Prüfung an derselben vorzunehmen, weil durch länger andauerndes Glühen manche Minerale entweder so dunkel (brännlich, graubraun) gefärbt werden, dass sie ihre Pellucidität zum grössten Theile einbüssen und sich zur dichroskopischen Untersuchung nicht mehr eignen, oder bereits zum Schmelzen gelangen.

Hat man für einige als Stufen einer Schmelzskala entsprechend gewählte Minerale die Dauer der Rothgluth, die ihre gleichgrossen Dünnschlifffragmente unter den oberwähnten Modalitäten zum Schmelzen benöthigen, bestimmt, so kann man durch Vergleichung der Gluthdauer den Schmelzgrad jedes anderen Mineralen im Dünnschliffe approximativ bestimmen; nur hat man zu berücksichtigen, dass der Contact eines schwer schmelzbaren mit einem leicht schmelzbaren Minerale die Schmelzung des erstgenannten Minerals im hohen Grade fördert. Und diess dürfte vorzugsweise an solchen Dünnschliffen häufig zu beobachten sein, die ein leicht schmelzbares Glasement in reichlicherem Masse enthalten.

Versuche in Betreff der durch Glühen erfolgten Farbenänderung, der hiedurch ermöglichten Beobachtung des Dichroismus und in Betreff der Schmelzbarkeit habe ich bisher an folgenden Mineraldünnschliffen vorgenommen:

a) An den farblosen Olivindurchschnitten des Nephelinpikrites von Dëvín bei Wartenberg, die durch etwa zwei Minuten andauerndes Glühen homogen dunkel gelb wurden und dann einen ebenso starken Dichroismus zeigten, wie die gelbbraunen Amphiboldurchschnitte mancher Basalte.

b) An den fast farblosen, sehr schwach gelblich gefärbten Olivindurchschnitten von Kozákov bei Turnau. Dieselben wurden durch Glühen im reflektirten Lichte graugelb, stellenweise graubraun, im transmittirten Lichte graugelb oder graubraun (stellenweise dunkler) und weniger pellucid. Dichroismus (dunkel graugelb oder graubraun und licht grauweiss, mit einem Stich ins Bläuliche) und Lichtabsorption konnten ganz deutlich wahrgenommen werden.

c) An schwach bläulichweiss gefärbten, fast farblosen Durchschnitten des blauen Dichroit von Orrijaerfvi in Finnland. Dieselben nahmen durch starkes Glühen nur eine äusserst schwache gelbliche Färbung an; allein, während vor dem Glühen nur ein schwacher Dichroismus zu bemerken war, trat derselbe nach dem Glühen ziemlich stark auf, indem der Wechsel grüngelber, zeisiggrüner und violettbläulicher Farbetöne sehr schön wahrgenommen wurde.

d) An schwach bläulichen Durchschnitten des blauen Dichroit von Bodenmais in Baiern. Dieselben wurden durch Glühen im reflektirten Lichte dunkelgraulich blau, im durchfallenden Lichte dunkel-grau-braun-violett und wenig pellucid, stellenweise impellucid. Der Dichroismus erwies sich ziemlich stark, und zwar: graugrüngelb und schwach smalteblau. Ausserdem ist hervorzuheben, dass eine vollkommene Spaltbarkeit zum Vorschein kam.

e) An den fast farblosen Dünnschliffen des Skapolithes von Malsjö im Wermland, die durch Glühen eine im reflektirten Lichte aschgraue, mit einem Stich ins Violette versehene, im transmittirten Lichte graublaue, stellenweise einen Stich ins Bräunliche verrathende Färbung annahmen und kaum durchscheinend wurden. Dichroismus war an denselben — wie vor so auch nach dem Glühen — kaum bemerkbar.

f) An den graulichweissen, fast farblosen Durchschnitten des graugrünen Epidots von Schwarzenstein im Zillerthale (Tirol). Dieselben, nach etwa  $1\frac{1}{2}$  Minuten andauerndem Glühen graugelb geworden, aber noch ziemlich pellucid geblieben, zeichneten sich durch einen starken Dichroismus aus (Wechsel der Farbetöne: schwach blaugrün, smaragdgrün und schwach violettbraun), der vor dem Glühen bedeutend schwächer zu bemerken war.

Nach etwa  $2\frac{1}{2}$  Minuten andauerndem Glühen wurden die Epidot-Dünnschliffe graugelbbraun, sehr wenig pellucid und nach etwa 3 Minuten andauerndem Glühen wurden sie dunkel graubraun, impellucid und durch Krümmungen verzerrt.

g) An den bräunlichgrauen, mit einem Stich ins Violette versehenen Dünnschliffen des (schwarzen) Augits von der Wartha a. d. Eger (einem Pinakoid parallel geschnitten). Durch etwa 2 Minuten andauerndes Glühen trat an denselben die bräunliche Nuance stärker hervor und ein ganz deutlicher Dichroismus (grüngelb und violettgrau) und deutliche Unterschiede in der Absorption des Lichtes wurden bemerkbar, die, jedoch in weit geringerem Grade, auch schon vor dem Glühen nachzuweisen waren.

h) An den fast farblosen, sehr schwach gelblich gefärbten Dünnschliffen des Broncit von Grauthal, die durch Glühen deutlicher gelb, an Rissen schwach graubraun gefärbt wurden und einen ganz deutlichen Dichroismus (grauweiss und licht bräunlich-grüngelb), vornehmlich an den dunkleren Stellen, zu erkennen gaben.

Die Dünnschliffprobe eines Glimmergesteins von Libsitz, welches wesentlich aus Biotit, Amphibol, einem tetragonalen, mejonitähnlichen Minerale, Magnetit, Apatit und stellenweise aus reichlichem, braunen Glascemente besteht, wurde durch etwa 3 Minuten andauernde, starke Rothgluth zu einem grünlichen, blasigen, dicht gedrängte, farblose, rundliche Körperchen einschliessenden Glase umgewandelt, in welchem nur Biotit- und Amphibolfragmente deutlich zu erkennen waren.

## 2. Ueber die Anwendung der Kobaltsolution zur Nachweisung der Thonerde und der Magnesia in eisen- (mangan-) freien Mineraldurchschnitten.

Die bekannte Reaction auf Thonerde und Magnesia durch Glühen der mit Kobaltsolution behandelten Probe auf Kohle kann auch bei Untersuchung der farblosen, eisenfreien Minerale in Dünnschliffen angewandt und zum Bestimmen der Minerale verwerthet werden; doch ist zu bemerken: *a*) dass die Dünnschliffprobe mit Kobaltsolution mehrmals befeuchtet und immer sehr stark geglüht werden muss, wenn ein halbwegs günstiges Resultat erzielt werden soll und *b*) dass die durch Glühen mit Kobaltsolution dunkel oder gar impellucid gewordene Dünnschliffprobe durch Auskochen mit Wasser oder mit stark verdünnter Salpetersäure ihre Pellucidität wiederum erlangen kann.

Die durch Glühen mit Kobaltsolution an thonerdehaltigen Mineralen bewirkte blaue Färbung tritt im reflektirten Lichte bedeutend stärker als im durchfallenden Lichte auf, weil sich die Wirkung des erwähnten Reagens gewöhnlich nur auf einzelne Partien der Dünnschliffoberfläche des untersuchten Minerals erstreckt. Und je rauher die Oberfläche ist, desto deutlicher ist die erzielte Wirkung. Daher dürfte es zweckmässig erscheinen, den Mineraldünnschliff vor dem Glühen mit Kobaltsolution (je nach der Widerstandsfähigkeit des Minerals gegen Säuren) entweder der Einwirkung des Fluorwasserstoffgases oder der des Chlorgases auszusetzen.

Ich habe nur an Dünnschliffen zweier Minerale Versuche vorgenommen; nämlich an Dünnschliffen des Quarzandesites von Sebesvarallya in Ungarn<sup>1)</sup>, die, mit Kobaltsolution geglüht und hierauf mit Wasser ausgekocht, die bläulich markirten Andesindurchschnitte deutlich erkennen liessen, und an Dünnschliffen des Amazonites von Miask, die zuvor mit Fluorwasserstoffgas und Wasser behandelt worden waren. Letztgenannte Dünnschliffe, mit Kobaltsolution geglüht und hierauf mit verdünnter Salpetersäure ausgekocht, erschienen an vielen Stellen bläulich durchscheinend, doch war die blaue Färbung im reflektirten Lichte bedeutend stärker wahrzunehmen.

<sup>1)</sup> Durch Güte des Herrn Prof. G. von Rath erhalten.

## VI. Analytischer Gang

zur Bestimmung der in den krystallinisch gemengten Felsarten vorkommenden Minerale <sup>1)</sup> auf dem neuen, chemisch-mikroskopischen Wege.

### A) Die Probe ist ein Bruchstück, Spaltungs- oder Dünnschlifffragment einer homogenen Mineralsubstanz.

Ist die Probe ein Bruchstück oder Spaltungsfragment einer homogenen Mineralsubstanz, so nehme man dieselbe in der Grösse eines Hirsekorns, zerkleinere sie in mehre Partikelchen, lege diese in die Mitte der auf ein Objektglas aufgetragenen und durch Erwärmen harzartig gemachten (Canada-) Balsamschichte, bedecke die Probepartikelchen mit einem erbsen- bis bohnengrossen Tropfen einer circa dreiprozentigen Kieselfluorwasserstoffsäure, beobachte dabei, ob ein Aufbrausen <sup>2)</sup> erfolgt oder nicht, und lasse das Untersuchungsobjekt an einer vor Staub vollkommen geschützten Stelle eintrocknen (was an nicht zu feuchter Luft binnen 6—12 Stunden zu geschehen pflegt); darauf unterwerfe man die ganze eingetrocknete Partie des Untersuchungsobjektes und die Oberfläche etwaiger ebener Spaltungsfragmente einer genauen mikroskopischen Untersuchung bei 200—600  $\times$  Vergrösserung.

Es ist einleuchtend, dass man auch mit dem kleinsten Probestäubchen ein genügendes Resultat erzielen kann; wobei jedoch der Kieselfluorwasserstofftropfen entsprechend zu verkleinern ist.

Ist die Probe ein Dünnschlifffragment, das circa 2—4  $\square$  mm umfasst, so erwärme man mässig das Objektglas und drücke die Dünnschliffprobe mit der Klinge eines Federmessers behutsam an, damit sie fest anhafte und damit

<sup>1)</sup> Da nicht alle in den kryst. gemengten Felsarten vorkommenden Minerale zur Untersuchung gelangten, so beschränkt sich dieser analytische Gang nur auf jene Minerale, von denen einzelne Varietäten wirklich untersucht wurden oder welche ihrer Beschaffenheit und den entwickelten Regeln gemäss das Reactionsresultat mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen liessen.

<sup>2)</sup> Entwicklung eines farblosen, geruchlosen Gases.

zwischen ihr und dem Objektglase kein Bläschen verbleibe; hierauf verfähre man gerade so, wie in den vorhergehenden Absätzen angedeutet wurde.

Auch hier mag die Bemerkung erlaubt sein, dass das kleinste Partikelchen eines homogenen (etwa aus einem Dünnschliffe herausgeschnittenen) Mineraldurchschnittes, mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt, vollkommen verlässliche Resultate geben muss.

Anmerkung. Die mit \* versehenen Minerale wurden mit Kieselfluorwasserstoffsäure untersucht.

A) Die Probe ist in den zartesten Splitterchen oder in den dünnsten Durchschnitten (mehr weniger) pellucid.

Bei der Behandlung der Probe mit Kieselfluorwasserstoffsäure wurde

A') ein andauerndes Brausen bemerkt.

Die gebildeten Kieselfluoride

a) gehören fast ausschliesslich dem Calcium an. (Taf. I. Fig. 6.)

Die Spaltungsrisse der Probe verrathen

α) ein rhomboëdrisches Mineral . . . . \*Calcit

β) ein rhombisches Mineral . . . . . Aragonit

b) gehören fast ausschliesslich dem Magnesium an. (Taf. I. Fig. 12.)

(Die Spaltungsrisse der Probe verrathen ein

rhomboëdrisches Mineral) . . . . . \*Magnesit

c) gehören zu grossen Theilen sowol dem Calcium als dem Magnesium an

sium an

(Die Spaltungsrisse der Probe verrathen ein

rhomboëdrisches Mineral) . . . . . \*Dolomit.

B') kein Brausen bemerkt.

Die gebildeten Kieselfluoridkryställchen

d) gehören zum grössten Theile dem Lithium, in geringer Menge zuweilen dem Kalium oder auch dem Natrium an.

Schuppige, farblose oder licht gefärbte (von Rožnau pfirsichblüthrothe) Partikelchen; zumeist dicht, parallel geriefte Durchschnitte . . . . . \*Lithionglimmer

e) gehören zum grössten Theile dem Lithium und Eisen <sup>1)</sup> (Taf. II. Fig. 5., linke Hälfte), in geringer Menge zuweilen dem Kalium an.

Schuppige, licht gefärbte Partikeln, Blättchen; zumeist dicht, parallel geriefte Durchschnitte . . . \*Lithion-Eisenglimmer.

f) gehören zum grössten Theile dem Kalium (Taf. I. Fig. 1. u. 2.), oft zum geringeren Theile dem Natrium (Taf. I. Fig. 4.) und zuweilen in kleinen Mengen auch dem Calcium an.

α) Die Mineralprobe besteht aus biegsamen Blättchen oder Schüppchen; die meisten Mineraldurchschnitte zeigen eine dichte, parallel geradlinige oder wellige Riefung; die gebildeten Kieselfluoridkryställchen

<sup>1)</sup> Die Eisenfluoridkryställchen werden durch Einwirkung des Chlorgases dunkel gelb gefärbt.

sind klein und spärlich vertheilt (Taf. II. Fig. 5., rechte Hälfte) . . . . . \*Kaliglimmer

β) Die Mineralprobe ist sehr vollkommen spaltbar; die meisten Durchschnitte zeichnen sich durch eine Kreuzbandstruktur oder Gitterstruktur aus; die Kieselfluoridkryställchen sind grösser und meist längs der gitterförmigen Riefen recht zahlreich angehäuft. Neben dem Kieselfluorkalium tritt oft etwas Kieselfluornatrium auf (Taf. I. Fig. 16.) . . . . . \*Mikroklin

γ) Die Mineralprobe ist sehr vollkommen spaltbar; die meist länglichen (leistenförmigen) Durchschnitte zeigen keine Riefung, wenn sie völlig homogen sind; bestehen aber zuweilen aus zwei Längshälften, die im polaris. Lichte verschiedenfärbig erscheinen. Die mit Einschlüssen geriefter Leisten versehenen Durchschnitte liefern neben dem Kieselfluorkalium mehr weniger Kieselfluornatrium, zuweilen auch wenig Kieselfluorecalcium . . . \*Orthoklas

δ) Vollkommen spaltbare Fragmente oder Durchschnitte von glasigem Aussehen und rissiger Beschaffenheit; liefern neben dem Kieselfluorkalium stets ziemlich viel Kieselfluornatrium . . . . . \*Sanidin

ε) Die Mineralfragmente zeigen keine vollkommene Spaltbarkeit; die stets rundlichen (polygonalen) Durchschnitte sind rein oder durch schöne, kranzförmig gelagerte Einschlüsse ausgezeichnet (Taf. II. Fig. 2.) . . . \*Leucit

g) gehören fast ausschliesslich dem Natrium an.

Mit Chlorgas behandelt, wird das Mineral

α) nicht angegriffen.

Vollkommen spaltbare Fragmente, deren Oberfläche nach Behandlung mit Kieselflusssäure oft eigenthümliche Aetzfiguren zeigt (Taf. II. Fig. 1.); meist parallel geradlinig geriefte und im polaris. Lichte lamellar buntfärbige Durchschnitte . . . . . \*Albit (Periklin)

β) stark angegriffen und scheidet gelatinöse Kieselerde aus, die durch Fuchsinfärbung leicht erkannt werden kann.

αα) Körner; quadratische, rechteckige, hexagonale und trigonale, gewöhnlich durch eine besondere Mikrostruktur ausgezeichnete Durchschnitte, die durch Einwirkung des Schwefeldampfes (nach Knopp) blau werden . . . . . Mancher Nosean  
" Sodalith

(Von Nosean und Sodalith dürfte leicht zu erkennen sein . . . . . Analcim)

ββ) Fragmente kurzer hexagonaler Säulchen; rechteckige und hexagonale, oft durch den Umrissen konkordant gelagerte Mikrolitheneinschlüsse charakte-

risirte Durchschnitte, die (nach Knopp) durch Schwefel-  
dampf nicht blau werden . . . . . Mancher \*Nephelin  
(Elaeolith)

Rectangulär zerklüftete, parallel stäng-  
lige oder faserige (Taf. II. Fig. 3.) Durchschnitte, die nach  
Behandlung mit Chlorgas eigenthümliche Aetzfiguren zeigen  
(Taf. II. Fig. 15.) . . . . . \*Elaeolith

*h*) gehören zum grössten Theile dem Natrium, zum geringen Theile  
dem Kalium an

Physik. Eigenschaften der Fragm. u. Durch-  
schnitte dieselben wie sub *g*)  $\beta$ )  $\beta\beta$ ) . . . . . \*Nephelin (Elaeolith)

*i*) gehören zum grössten Theile dem Natrium an; aber neben den-  
selben kommen vereinzelte Calciumkieselfluoridkryställchen sporadisch vor.

Die durch Chlorgas ausgeschiedene Kieselerde ist

$\alpha$ ) gelatinös. Die Probe wird stark angegriffen.

Physik. Eigensch. wie sub *g*)  $\beta$ )  $\alpha\alpha$ ) . . . . . Nosean, Sodalith

$\beta$ ) nicht gelatinös. Die Probe wird sehr wenig angegriffen.

Vollkommen spaltbare, zuweilen dicht und  
zart parallel geriefte Fragmente; der Mehrzahl nach leisten-  
förmige, zumeist parallel geriefte und im polaris. Lichte  
lamellar buntfärbige Durchschnitte (Taf. I. Fig. 17.) . . . . . \*Oligoklas

*k*) gehören zum grösseren Theile dem Natrium, zum geringeren, aber  
nicht bedeutend differirenden Theile dem Calcium an.

Die durch Chlorgas ausgeschiedene Kieselerde ist

$\alpha$ ) nicht gelatinös.

Farblose oder licht gefärbte, vollkommen  
spaltbare, zuweilen dicht und zart parallel geriefte Frag-  
mente; der Mehrzahl nach leistenförmige, zumeist parallel  
geriefte und im polaris. Lichte lamellar buntfärbige Durch-  
schnitte . . . . . \*Andesin

$\beta$ ) gelatinös. Die Probe wird sehr stark angegriffen.\*

Meist blaue Körner; quadrat., rectang.,  
hexag. u. trigonale, gewöhnlich durch ein schwärzlichblaues  
oder röthliches, dichtes Gitterwerk ausgezeichnete Durch-  
schnitte . . . . . Hauyn

*l*) gehören dem Calcium und dem Natrium an; dem Anscheine nach  
fast zu gleichen Theilen oder zum grösseren Theile dem Calcium und zum gering-  
eren, nicht bedeutend differirenden Theile dem Natrium.

Die durch Chlorgas ausgeschiedene Kieselerde ist

$\alpha$ ) nicht gelatinös.

Farblose oder licht gefärbte, vollkommen  
spaltbare, oft zart und dicht parallel geriefte Fragmente;  
grösstentheils leistenförmige, parallel, zart und dicht geriefte  
und im polarisirten Lichte lamellar buntfärbige Durch-  
schnitte (Taf. I. Fig. 19.) . . . . . \*Labradorit

$\beta$ ) gelatinös.

Physik. Eigenschaften wie sub *k*)  $\beta$ ) . . . Mancher Hauyn  
*m*) gehören zum grössten Theile dem Calcium, zum bedeutend geringeren Theile dem Natrium, zuweilen auch in kleinen Mengen dem Magnesium und Eisen an.

Die durch Chlorgas ausgeschiedene Kieselerde ist

$\alpha$ ) nicht gelatinös. Die Probe wird stark angegriffen.

Farblose oder licht gefärbte, vollkommen spaltbare Fragmente; grösstentheils leistenförmige, parallel geriefte und im polarisirten Lichte lamellar buntfärbige Durchschnitte (Taf. I. Fig. 20.) . . . . . Mancher \*Anorthit

$\beta$ ) gelatinös. Die Probe wird stark angegriffen.

Die meist tetragonalen und rechteckigen Durchschnitte sind farblos, gelblich oder bräunlich; die farblosen werden durch Glühen wenigstens am Rande und an den Klüften gelblich gefärbt . . . . . \*Melilith

*n*) gehören fast ausschliesslich dem Calcium (in ganz geringen Mengen zuweilen dem Natrium, Magnesium, Eisen und Mangan) an.

Durch Einwirkung des Chlorgases wird die Probe

$\alpha$ ) kaum oder sehr wenig angegriffen.

$\alpha\alpha$ ) Schwärzliche, halbmetallisch glänzende, meist graulichweiss durchscheinende, scharfkantige Körner, welche Titanreaktion, geben oder graulichweisse (gelbliche oder bräunliche) mit dunklen Ecken versehene Durchschnitte tesseraler Kryställchen . . . . . Perowskit

$\beta\beta$ ) Röthliche, bräunliche, schwarzbraune bis schwarze Körner, die keine Titanreaktion geben; röthliche oder bräunliche Durchschnitte tesseraler Kryställchen . . . . . Mancher Granat

$\beta$ ) ziemlich stark angegriffen, jedoch ohne Ausscheidung gelatinöser Kieselerde.

$\alpha\alpha$ ) Tetragonale Säulchen oder stänglige Partien; graulichweisse, rechteckige und tetragonale oder parallel stänglige oder faserige Durchschnitte, die nach Behandlung mit Chlorgas eigenthümliche Aetzfiguren zeigen (Taf. II. Fig. 4.) . . . . . \*Skapolith

$\beta\beta$ ) Hexagonale Säulchen; farblose oder mit Reihen von Staubkörnern versehene, rechteckige und hexagonale Durchschnitte, die nach Behandlung mit Chlorgas oder mit Kieselfluorwasserstoffsäure ausgezeichnete Krystall-Subindividuen (Aetzfiguren) zeigen (Taf. II. Fig. 16—20.) . . . . . \*Apatit

$\gamma\gamma$ ) gelbliche, grünliche oder bräunliche, kurze, monokline Täfelchen oder Säulchen, welche Titanreaktion geben; schwach gelblich-, grünlich- oder bräun-

- lichgrau gefärbte (meist spindelförmige) Durchschnitte  
monokliner Kryställchen . . . . . \*Titauit
- $\delta\delta$ ) Farblose oder licht gefärbte, voll-  
kommen spaltbare, oft parallel geriefte Fragmente; meist  
parallel geradlinig geriefte und im polarisirten Lichte  
lamellar buntfärbige Leistchen . . . . . Mancher \*Anorthit
- $\gamma$ ) ziemlich stark angegriffen mit Ausscheidung gelatinöser  
Kieselerde.
- $\alpha\alpha$ ) Tetragonale Säulchen oder stänglige  
Fragmente; graulichweisse oder schwach gelbliche oder  
grünliche, tetragonale und rechteckige Durchschnitte oder  
parallel faserige oder faserige Partien . . . . . \*Mejonit
- Hierher dürfte gehören auch mancher Melilith
- $\beta\beta$ ) Fragmente farbloser oder weisser  
monokliner Kryställchen oder stänglicher oder faseriger  
Aggregate . . . . . \*Wollastonit
- $\sigma$ ) gehören fast ausschliesslich dem Magnesium an (die Kieselfluoride  
werden durch Chlorgas nicht oder nur in sehr geringer Menge oranggelb gefärbt).
- $\alpha$ ) Wenig vollkommen spaltbare, sehr harte  
Körner; meist rechteckige oder unregelmässige, rundliche  
Durchschnitte, die, gegläht, einen ausgezeichneten Dichrois-  
mus zeigen (Taf. II. Fig. 10.) . . . . . \*Dichroit
- $\beta$ ) Biegsame, sehr milde und geschmeidige,  
weisse oder schwach gefärbte Blättchen, Schüppchen und  
schuppige Aggregate; meist faserige Durchschnitte . . . \*Talk
- $\gamma$ ) Vollkommen spaltbare, harte, schwach  
grünlich oder gelblich gefärbte Körner und parallel gerad-  
linig geriefte Durchschnitte . . . . . Mancher Enstatit
- $\rho$ ) gehören dem Magnesium, Eisen und Kalium an.
- Kurze, nach der basischen Fläche ausge-  
zeichnet spaltbare, dunkel gefärbte Säulchen und hexa-  
gonale Blättchen (Taf. II. Fig. 6.) . . . . . Mancher \*Biotit
- $q$ ) gehören dem Magnesium und Eisen, zuweilen auch zum ganz gerin-  
gen Theile dem Calcium an (die dem Eisen gehörigen Kieselfluoridkryställchen werden  
durch Chlorgas oranggelb, durch Schwefelammoniumdampf schwärzlich gefärbt).
- Die durch Chlorgas ausgeschiedene Kieselerde ist
- $\alpha$ ) gelatinös.
- Farblose, gelbliche, grünliche, bräun-  
liche, nach dem Glühen stets deutlich dichroitische, reine  
oder mit nicht geradlinigen Spaltungsklüftchen versehene  
Durchschnitte, die nach der Behandlung mit Kieselfluor-  
wasserstoffsäure oft ausgezeichnete Krystall-Subindividuen  
(Aetzfiguren) zeigen (Taf. II. Fig. 11. und 12.) . . . . \*Olivin
- $\beta$ ) nicht gelatinös; zuweilen wird die Probe gar nicht angegriffen.
- $\alpha\alpha$ ) Harte Körner, die keine oder nur eine unvollkom-

mene Spaltbarkeit verrathen; Durchschnitte tesseraler Kryställchen, an denen keine oder nur unvollkommene Spaltungsrisse wahrzunehmen sind.

Δ Blutrotle oder dunkel braune Körner; dunkelrothe und bräunliche Durchschnitte . . . \*Pyrop und mancher Granat

ΔΔ Dunkelgrüne, schwärzlichbraune und schwärzliche Körner; grünliche, grauliche oder bräunliche Durchschnitte . . . \*Pleonast (Picotit)

ββ) Grünliche, sehr vollkommen spaltbare, hexagonale Täfelchen, milde, biegsame Schüppchen oder blättrige oder schuppige Aggregate; grünliche, parallel geriefte oder faserige Durchschnitte oder zart-schuppige Flitterchen . . . \*Chlorit

γγ) Sehr vollkommen oder vollkommen spaltbare, ziemlich harte, grünliche, schwärzlich grüne oder grünlich schwarze Körner; grau-lichweisse, licht oder dunkel grüne, zumeist sehr dicht parallel geradlinig geriefte oder stänglige oder faserige Durchschnitte.

Die Kieselfluoridkryställchen werden durch das Chlorgas orang-gelb gefärbt

Δ nur zum geringen Theile . . Enstatit

ΔΔ zum grösseren Theile (Taf. II.

Fig. 9.) . . . \*Broncit

ΔΔΔ zum grössten Theile . . . \*Hypersthen

r) gehören dem Calcium, Magnesium und Eisen oder Calcium und Eisen an.

Zarte Spaltungsfragmente oder Durchschnitte zeigen

αα) entweder vor oder nach dem Glühen einen sehr starken Dichroismus.

Die aus geglühten Proben durch Chlorgas ausgeschiedene Kieselerde ist

Δ gelatinös.

Sehr vollkommen spaltbare, harte, gewöhnlich graugrüne, monokline Krystalle oder stänglige oder körnige Aggregate; grau-lich oder grünlich weisse, geradlinig parallel, aber sehr locker und zart geriefte Durchschnitte . . . \*Epidot

ΔΔ nicht gelatinös.

Schwarze oder schwärzlich grüne, monokline, kurz oder lang säulenförmige Krystalle; grünliche, grauliche, gelbliche oder bräunliche Durchschnitte, an denen ziemlich vollkommene Spaltungsrisse vorzukommen pflegen (Taf. II. Fig. 7.)

An regelmässigen Querschnitten schneiden sich dieselben unter Winkeln von  $124^{\circ} 30'$  . . \*Amphibol

- $\beta\beta$ ) keinen oder nur einen schwachen Dichroismus.
- $\Delta$  Grünlichschwarze, schwarze oder schwarzbraune, monokline, kurz säulenförmige Krystalle; grünliche, gelbliche, bräunliche oder grauliche Durchschnitte, deren Spaltungsrisse oft ziemlich geradlinig sind. An regelmässigen Querschnitten schneiden sich dieselben unter Winkeln von  $87^{\circ} 6'$  . . . . . \*Augit (Pyroxen)
- $\Delta\Delta$  Dicktafelförmige, dunkelgraue, bräunliche oder schwärzliche, nach einer Richtung vollkommen spaltbare und an den vollkommensten Spaltungsflächen gestreifte oder gefaserte Körner; nach einer oder nach zwei Richtungen parallel und scharf geradlinig, aber locker geriefte Durchschnitte (Taf. II. Fig. 8.) . . . . . \*Diallag
- s) fehlen gänzlich oder sind nur äusserst spärlich vorhanden
- $\alpha$ ) Schwach gefärbte oder farblose Durchschnitte, die, durch Fluorwasserstoffgas verändert, in Schwefelsäure aufbrausen . . . . . Reine Thonerdesilikate, wie \*Chiastolith (Taf. II. Fig. 13.), Disthen, Andalusit etc. die sich zuweilen durch Aetzfiguren unterscheiden lassen dürften.
- $\beta$ ) Dunkelrothe Hexagone, unregelmässige, am Rande gewöhnlich zerfetzte Partien und Flitterchen (in Dünnschliffen) . . . . . Haematit
- $\gamma$ ) Braune oder gelbbraune, meist erdige Partien (in Dünnschliffen) . . . . . Limonit
- B) Die Probe ist in den zartesten Splitterchen oder in den dünnsten Durchschnitten
- A) Schwarz, impellucid.
- $\alpha$ ) Wird durch Glühen zerstört (zuweilen mit Hinterlassung eines röthlichen Rückstandes). Dieselbe ist
- $\alpha\alpha$ ) Amorph . . . . . Anthracit, Kohle
- $\beta\beta$ ) Schuppig . . . . . Graphit
- $\beta$ ) Wird durch Glühen nicht verändert oder nur am Rande bräunlich oder röthlich gefärbt . . . . . Magnetit
- B') Schwärzlichbraun, schwach durchscheinend.
- $\alpha$ ) Verräth durch Spaltungsrisse eine rhomboëdrische Spaltbarkeit und, mit einem Tropfen Schwefelsäure erwärmt, färbt Letztere am Rande blau (nach Sandberger) . . . . . Titaneisen
- b) Ist tesseral und gibt Chromreaktion . . . . . Chromit

## B) Die Probe ist ein Fragment oder eine Dünnschliffpartie einer krystall. gemengten Felsart.

Ist die Probe eine krystall. gemengte Felsart, aus welcher jedes der einzelnen, zu untersuchenden Minerale in Form des allerwinzigsten, aber vollkommen homogenen Partikelchen mit Hilfe einer starken Loupe herausgelöst werden kann, oder ist dieselbe ein Dünnschliff, aus dessen Durchschnitten sich das kleinste, homogene Theilchen eines jeden Mineralen herausschneiden lässt, so ist in beiden Fällen die separate Untersuchung jedes einzelnen Mineralen zum Nachweise seiner substanzuellen Beschaffenheit als der sicherste Weg anzuempfehlen; nur ist die Erfüllung sämtlicher Bedingungen eines untrüglichen Resultates, namentlich die Reinheit der angewandten Kieselfluorwasserstoffsäure, des Canadabalsams und der Schutz gegen Staubtheilchen, um so sorgfältiger zu beachten, je kleiner das Probepartikelchen ist.

Besteht die in Form eines Dünnschliffes zur Untersuchung vorliegende Gesteinsprobe nur aus solchen Mineralen, deren jedes andere Metalle (oder ein anderes Metall) enthält, so ist gewöhnlich eine Scheidung und separate Untersuchung der einzelnen Minerale nicht nöthig, sondern die gemeinsame Behandlung derselben mit Kieselfluorwasserstoffsäure pflegt zu vollkommen entsprechenden Resultaten zu führen; z. B. Wird eine Basaltvarietät, die aus Augit oder Amphibol, Magnetit und Nephelin oder aus Augit und Amphibol, Magnetit und Glassubstanz (Magma) besteht, mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt, so liefert sie ausser den (aus dem augitischen Gemengtheile stammenden) Kieselfluoriden des Calcium, Magnesium und Eisen im ersten Falle stets Kieselfluoridkryställchen des Natrium, in geringerer Menge zuweilen auch des Kalium, während im letzteren Falle das mehr weniger reichliche Vorkommen oder etwa das gänzliche Fehlen der Kieselfluoride der Alkalien (und die Widerstandsfähigkeit gegen das Chlorgas) die chemische Beschaffenheit der Glassubstanz (Magma) zur Genüge charakterisirt. Wird eine Porphyrvarietät, die ausser Quarz und dem monoklinen Feldspathe nur noch einen triklinen Feldspath enthält, mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt, so kann aus dem Mengenverhältnisse der Kieselfluoridkryställchen des Calcium und Natrium auf die chemische Beschaffenheit des triklinen Feldspathes ein ziemlich sicherer Schluss gezogen werden.

Derartige Fälle, in denen eine gemeinsame Behandlung mehrerer Minerale mit Kieselfluorwasserstoffsäure die chemische Natur derselben erkennen lässt, kommen dem mikroskopirenden Petrologen bei Untersuchung der Gesteinsdünnschliffe nicht selten vor; aber weit häufiger liegt es in der Hand des Forschers, solche Fälle vorzubereiten.

In den Dünnschliffen der meisten Gesteine kommen stellenweise Partien vor, die zum Nachweise der chemischen Zusammensetzung ihrer Mineralgemengtheile die gemeinsame Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure gestatten. Und solche Partien — mögen sie noch so klein sein — können aus dem Dünnschliffe herausgeschnitten und zur Untersuchung verwendet werden.

Wurde die Dünnschliffprobe eines krystall. gemengten Gesteins, in dessen Mineralen ein und dasselbe oder mehrere gleiche Metallelemente vorkommen, mit

Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt, so bietet die Gesamtheit der gebildeten Kieselfluoridkryställchen in allen Fällen das Analogon einer partiellen chemischen Bauschanalyse dar.

Allein in den meisten Fällen wird durch die Behandlung der Probe mit Kieselfluorwasserstoffsäure mehr erzielt, als eine Bauschanalyse dem Petrologen zu bieten vermag, indem bei gewissen Vorsichtsmassregeln — namentlich wenn der Kieselflussäuretropfen sich nur äusserst wenig über den Rand des Dünnschliffes ausgebreitet hat und wenn derselbe bei horizontaler Lage des Objektglases und bei völliger Ruhe eingetrocknet ist — die aus verschiedenen Mineralen gebildeten Kieselfluoridkryställchen sich nicht regellos vermischen, sondern zum grössten Theile an der Oberfläche jener Minerale zur Ausbildung gelangen, denen ihre Metalle entstammen. In solchen Fällen hat man daher gesonderte Bilder partieller chemischen Analysen der einzelnen Mineralgemengtheile vor sich.



## VII. Bemerkungen

### über die Bedeutung der erläuterten Methoden für die bestimmende Mineralogie und für die analytische Chemie.

Auf Grund der vielen analytischen Versuche, die ich nach den erläuterten Methoden an vielen und mannigfachen (circa 100 Mineralspecies entnommenen) Proben vornahm, glaube ich die Hoffnung aussprechen zu dürfen, dass meine Elemente einer neuen chemisch-mikroskopischen Mineral- und Gesteinsanalyse nicht nur der Petrologie, sondern im Allgemeinen der bestimmenden Mineralogie, zum Theile auch der analytischen Chemie manche, nicht unwichtige Vortheile bieten werden und dass sie werth sind, weiter und mehrseitig (durch Anwendung anderer flüchtigen Agentien<sup>1)</sup>) entwickelt und vervollkommenet zu werden.

Abgesehen von dem grossen Zeitaufwande und den vielen Erfordernissen — dem geeigneten Arbeitslokale, den nöthigen Geräthschaften und zahlreichen Reagentien — welche die auf gewöhnliche Weise an den Mineralen vorzunehmenden, chemisch-analytischen Versuche stellen, kommt der Mineralog — wie auch der Petrolog — zuweilen in die Lage, über ein oder wenige kleine Probekörner zu verfügen und nach einem oder mehren misslungenen Versuchen oder negativen Prüfungsergebnissen seine Untersuchung wegen Mangel an Materiale einstellen zu müssen. Und in einem solchen Falle kann ihm auch der beste Chemiker nicht helfen, ausser dass die Anwendung des Spectroskopes irgend ein Resultat zu erzielen gestattet.

Unsere Universalmethode dagegen (und zuweilen auch jene Methode, welche sich auf die Anwendung des Fluorwasserstoffgases gründet), an das kleinste Probestückchen angewandt, bietet eine sichere Analysis der — freien oder in Monoxyden, ihren mannigfachen Salzen, in Hyperoxyden und den analogen Schwefel-, Selen-, Tellur-, Arsen- und Antimon-Verbindungen vorkommenden — metallischen Elemente; was mit Beihilfe der physikalischen Eigenschaften für die Bestimmung der Mineralprobe ausreichend zu sein pflegt. Hiezu bedarf unsere Methode keines

---

<sup>1)</sup> Vor allem dürften mit den der Kieselfluorwasserstoffsäure analogen Säuren, nämlich mit der Borfluor- und Titanfluorwasserstoffsäure angestellte Versuche günstige Resultate versprechen.

eigenen Arbeitslokales, keiner zahlreichen Geräthschaften und Reagentien, sondern — ausser dem Canadabalsam, dem Objektglase und einer Spirituslampe — nur eines mit etwa dreiperzentiger, vollkommen reiner Kieselfluorwasserstoffsäure gefüllten Kautschukfläschchens und eines in einem Kautschukröhrchen aufzubewahrenden Kautschukstiels. Und der gesammte, zu einer Mineraluntersuchung nöthige Zeitaufwand mag — ohne Berücksichtigung der zum Eintrocknen des Säuretropfens erforderlichen Zeit — in den meisten Fällen 5—10 Minuten betragen.

Wiewol ich bereits mehr als 100 Mineralspecies mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure untersucht habe, so halte ich diess nur für einen kleinen Bruchtheil von der noch zu leistenden Vorarbeit, um einen praktischen und vollkommen verlässlichen Schlüssel zur Bestimmung sämtlicher Minerale nach den erwähnten Methoden entwerfen zu können; hoffe jedoch, das vorgesteckte Ziel in wenigen Monaten erreicht zu haben. Hier beschränke ich mich nur auf einige vorläufige Bemerkungen, welche die Grundlagen des projektirten Schlüssels zum Bestimmen der Mineralsubstanzen andeuten und für viele Fälle ausreichende Rathschläge enthalten dürften.

a) Die bisher bekannten Kieselfluoride sind — ausser den in petrologisch wichtigen Mineralen vorkommenden und auf Seite 17—22 namhaft gemachten — noch folgende:

Das Kieselfluorammonium (Taf. I. Fig. 1.  $\sigma$ ,  $\tau$ ) ( $[NH^4]^+ {}^2SiF_6^-$ ) soll dimorph sein (Marignac. Ann. chem. phys. [3] LX—301 und Jahresb. über Fortschr. d. Chem. 1860 [pro 1859] pag. 107 und 1861 [pro 1860] pag. 98).

Aus reinen Lösungen krystallisirt es nach Marignac in tesserale Combinationen des Octaëders mit dem Hexaëder; aus Lösungen dagegen, die reich sind an Fluorwasserstoffgas oder Fluorammonium, in den Combinationen des hexagonalen Systems:  $\infty P . P . 0P$ ,  $\infty P . P . 2P . 0P$ . Nach Marignac's Angabe ist  $P : P = 139^\circ 36'$ ,  $2P : 2P = 127^\circ 25'$ ,  $0P : P = 136^\circ 20'$ ,  $0P : 2P = 117^\circ 39'$ . Durch Umkrystallisiren werden die hexagonalen Kryställchen tesserale.

Aus mit überschüssigem Fluorammonium versetzten Lösungen soll das Kieselfluorammonium auch in doppeltbrechenden, quadratischen Combinationen ( $\infty P . 0P$ , selten  $\infty P \infty$ ), welche manchmal würfelförmig erscheinen, krystallisiren (Jahresb. über Fortschr. d. Chemie 1860 [pro 1859] pag. 107).

Ich erhielt das Kieselfluorammonium (bei überschüssiger Kieselfluorwasserstoffsäure) stets in grossen, scharfkantigen, tesserale Formen ( $\infty 0 \infty . 0$ ), die von denen des Kieselfluorkalium nicht zu unterscheiden waren, ausser dass man die an unvollkommen ausgebildeten Krystallen des Kieselfluorammonium beobachtete, ungewöhnlich schöne Schalenstruktur und die treppenförmige Beschaffenheit der Flächen als besondere Merkmale aufstellen dürfte.

Da die Ammoniaksalze durch ihre Flüchtigkeit beim Glühen von den Kalisalzen leicht zu unterscheiden und zu trennen sind, so ist die Isomorphie ihrer Kieselfluoride bei Untersuchung der Mineralsubstanzen nicht störend. Hat man z. B. eine Ackerkrumme auf Kali zu prüfen, so glüht man die Probe aus, bevor man dieselbe mit Kieselfluorwasserstoffsäure oder mit Fluorwasserstoffgas behandelt.

Das Kieselfluorsilber ( $Ag^2 Si F^6 + 4H^2O$ ) krystallisirt in ziemlich flachen Pyramiden des tetragonalen Systems, die an der Luft zerfliesslich sind (Marignac. Comptes rendus XLVI—854 und Jahresb. über d. Fortschr. d. Chemie v. Kopp u. Will 1859 [für 1858] pag. 145 und 1860 [f. 1859] pag. 107).

Das Siliciumquecksilberfluorür ( $Hg^2 Si F^6 + 2H^2O$ ), durch Auflösen des kohlen-sauren Quecksilberoxydes in Kieselfluss-säure und Abdampfen der Lösung dargestellt, erscheint in wasserhellen prismatischen Krystallen.

Das Siliciumquecksilberfluorid ( $Hg Si F^6 + 6H^2O$ ) krystallisirt in wasserhellen, treppenförmig geordneten, an der Luft zerfliesslichen Rhomboëdern und entsteht, wenn die Lösung des Quecksilberoxydes in Kieselfluss-säure so weit concentrirt wird, dass sich Krystalle der oben angedeuteten Verbindung auszuscheiden beginnen und dann wenn dieselbe bei  $15^\circ$  nicht übersteigender Temperatur sich selbst überlassen bleibt. (Gmelin's Handb. d. Chemie pag. 865).

Das Kieselfluorblei:  $Pb Si F^6 + 4H^2O$  krystallisirt nach Marignac (Ann. Min. [5] XV. 221 u. Jahresb. über Fortschr. d. Chemie 1860 pag. 107) in Formen des monoklinen Systems, und zwar in den Combinationen:  $OP. \infty P$ ,  $OP. \infty P. \infty P2. \infty P\infty$ . —  $P. P. 2P\infty$ . Im klinodiagonalen Hauptschnitte ist  $\infty P: \infty P = 64^\circ 46'$ ,  $\infty P2: \infty P2 = 103^\circ 30'$ ,  $P: P = 100^\circ 2'$ , —  $P: -P = 101^\circ 23'$ ,  $OP: \infty P\infty = 91^\circ 30'$ ,  $OP: P = 130^\circ 29'$ ,  $OP: -P = 131^\circ 24'$  und  $OP: 2P\infty = 128^\circ 6'$ . Die Krystalle sind parallel  $OP$  leicht und parallel  $\infty P\infty$  weniger leicht spaltbar.

Das Kieselfluorblei  $Pb Si F^6 + 2H^2O$  ist nach Marignac (wie oben) ebenfalls monoklin und erscheint gewöhnlich in der Form  $\infty P. OP$ , selten mit  $\infty P\infty$  oder  $P\infty$ . Im klinodiagonalen Hauptschnitte ist  $\infty P: \infty P = 71^\circ 48'$ ,  $OP: \infty P\infty = 103^\circ 44'$ ,  $OP: \infty P = 98^\circ$ ,  $OP: P\infty = 127^\circ 55'$ .

Die (für  $400\times$  Vergrößerung) grossen, schönen, scharfkantigen und ebenflächigen Kryställchen des Kieselfluorbleies, die ich aus dem Bleiglanze von Pöfbram mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure erhielt, hatten die Formen:  $\infty P. OP$ ,  $\infty P. OP. \infty P\infty$ ,  $\infty P. \infty P\infty. mP. mP\infty$ . Die Säulchen und Nadeln waren radial aggregirt und verriethen grosse Aehnlichkeit mit den Aggregatformen der Kieselfluoride des Calcium und Strontium.

Mit mässig verdünnter Schwefelsäure behandelt, wurden sie in wenigen Sekunden in ein Gewirr zarter Nadelchen (Anglesit?) umgewandelt und durch Schwefelwasserstoffgas wurden sie bald graulich gefärbt.

Das Kieselfluorkupfer ( $Cu Si F^6 + 6H^2O$ ) krystallisirt nach Marignac (Ann. Min. [5] XV—221) in Formen des hemiëdrisch hexagonalen Systems, gewöhnlich in der Combinationsgestalt  $\infty P2. R$ ;  $R: R = 125^\circ 30'$ . Wenn das Kieselfluorkupfer bei  $50^\circ T$  krystallisirt, so erscheint es als  $Cu Si F^6 + 4H^2O$  in Formen des monoklinen Systems.

Die aus Chalkosin, Bornit und Tetraëdrit mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure dargestellten, spärlichen, fast farblosen, im reflektirten Lichte bläulichgrünlichen oder grünlichbläulichen Kryställchen des Kieselfluorkupfers waren gewöhnlich unvollkommen ausgebildet und stets an Kanten und Ecken geflossen. Nach Einwirkung des Chlorgases erschienen sie auch im durchfallenden Lichte bläulichgrün.

Das Kieselfluornickel ( $NiSiF_6 + 6H^2O$ ), durch Auflösen des  $NiCO_3$  in  $H^2SiF_6$  dargestellt, krystallisirt nach Marignac (Ann. Min. [5] XV—262; Jahresb. über Fortschr. der Chemie v. Kopp u. Will 1860 pag. 103 und Gmelin's Handb. d. Ch. p. 571) in Formen des hemiëdrisch hexagonalen Systems und zwar in grünlichen Rhomboëdern und hexagonalen Säulchen; ist im Wasser leicht löslich.  $R:R = 127^\circ 34'$ ,  $-2R:-2R = 97^\circ 10'$ ,  $R:\infty R = 116^\circ 13'$ ,  $\infty R:-2R = 131^\circ 23'$ ,  $OR:R = 149^\circ 14'$ ,  $OR:-2R = 130^\circ 0'$ . Sp. Gew. = 2·109 (Topsoë).

Die aus Ullmanit und kohlensaurem Nickeloxydul dargestellten Kryställchen des Kieselfluornickels waren bei 400× Vergrösserung ziemlich gross, entweder säulenförmig, nadelförmig oder einem mit der basischen Fläche kombinierten Rhomboëder ähnlich; ausserdem scharfkantig, ebenflächig, im durchfallenden Lichte fast farblos, im reflektirten Lichte graugrün und gewöhnlich von einer dunkelgrauen, körnigen, im reflektirten Lichte grünlichgelben und zartkörnigen Substanz umhüllt.

Durch Einwirkung des Chlorgases erhielten sie eine mehr weniger grüne, stellenweise fast smaragdgrüne Färbung. Und mit mässig verdünnter Schwefelsäure behandelt, wurden sie in wenigen Sekunden in ein dichtes Netzwerk zarter, langer, graulicher Nadeln umgewandelt. Im reflektirten Lichte erschien letztgenanntes Netzwerk licht graublaugrün.

Das Kieselfluorkobalt ( $CoSiF_6 + 6H^2O$ ), durch Auflösen des kohlen-sauren Kobaltoxydul in Kieselflussssäure dargestellt, erscheint (nach Berzelius) in blassrothen Rhomboëdern und sechseitigen Säulchen, die im Wasser leicht löslich sind. Nach Grailich (Kryst.-opt. Unters. Wien u. Olmütz 1858. 75) ist  $R:R$  (Polk.) =  $126^\circ 59'$ ,  $R:\infty P_2 = 116^\circ 30'$ . Die Krystalle sind undeutlich spaltbar parallel  $\infty P_2$ . Das spez. Gew. = 2·067 (Tepsoë) (Gmelin's Handbuch der Chemie pag. 516).

Aus Kobaltin mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure dargestellt, erschien das Kieselfluorkobalt in (für 400× Vergrösserung) grossen, scharfkantigen und ebenflächigen Krystallen, welche mit den Kieselfluoridkrystallen des Nickels und Eisens isomorph zu sein schienen. Während die kleinen Krystalle fast farblos waren, verriethen die grösseren eine deutliche, rein bläuliche oder schwach violette Färbung.

Durch Einwirkung des Chlorgases wurden die Kieselfluoridkrystalle des Kobalts zum Theile schwach violettbraun gefärbt, zum Theile in eine violettrothe Flüssigkeit aufgelöst. Mit mässig verdünnter Schwefelsäure behandelt, verloren sie allmählig ihre bläuliche Färbung, wurden schwach rosenroth gefärbt und vom Rande aus in zarte Körnchen aufgelöst.

Das Kieselfluorcadmium ( $CdSiF_6 + 6H^2O$ ) krystallisirt nach Marignac (Compt. rend. XLVI—854 u. Jahresber. ü. Fortschr. d. Chemie 1859 [145] und 1860 [107]) in lang säulenförmigen, wasserhellen Gestalten des hemiëdrisch hexagonalen Systems, die im Wasser sehr leicht löslich sind.

Das Kieselfluorzink ( $ZnSiF_6 + 6H^2O$ ) krystallisirt nach Marignac (Ann. Min. [5] XV—221 und Jahresber. über Fortschr. der Chemie v. Kopp und Will 1860 pag. 108) in hemiëdrisch hexagonalen Formen, gewöhnlich in der Combi-

nationsgestalt  $\infty P2.R$  oder  $\infty P2.R.0R$  und ist parallel  $\infty P2$  deutlich spaltbar.  $R:R = 127^\circ 16'$ . Spez. Gew. = 2.104. Im Wasser leicht löslich.

Mit mässig verdünnter Schwefelsäure behandelt, wurden die von mir aus der Zinkblende mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure dargestellten Kryställchen des Kieselfluorzinkes sehr langsam verändert.

Das Kieselfluorzinn erscheint in langen Säulchen, die im Wasser sehr leicht löslich sind und beim Abdampfen in Oxyd und Kieselerde zerfallen. (Gmelin's Handbuch der Chemie pag. 153.)

Das Kieselfluormolybdän, aus Molybdänit mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure dargestellt, erschien in (für  $400\times$  Vergrösserung) grossen, scharfkantigen, ebenflächigen, farblosen Krystallen, welche mit den Combinationsgestalten von  $R.0R$  und  $R.\infty P2$  die meiste Aehnlichkeit verriethen. Und zarte Blättchen des Molybdänglanzes wurden nach der Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure schön graulichblau durchscheinend.

Das Fluorsilicium-Platinfluorid ähnelt einem gelbbraunen Gummi (Gmelin's Handb. d. Chem. pag. 1186).

---

Aus dem Vorgehenden ist ersichtlich, dass die Kieselfluoride des Kupfers, des Kobalts, des Zinkes, des Nickels und des Mangans isomorph sind (denn die Polkanten ihrer Grundrhomboëder weisen die Werthe auf:  $125^\circ 30'$ ,  $126^\circ 59'$ ,  $127^\circ 16'$ ,  $127^\circ 34'$  und  $128^\circ 20'$ ) und in sehr ähnlichen, mit Ausnahme des Kupferkieselfluorides sämmtlich scharfkantigen und ebenflächigen Combinationsgestalten (zumeist  $\infty P2.R$  und  $R.0R$ ) zum Vorschein kommen. Und da diesen Kieselfluoriden noch die des Eisens, des Cadmium, der Magnesia und möglicherweise mehrer anderen Metalle anzuschliessen sind, so ist wol ziemlich gross die Reihe jener Metalle, welche in solchen Kieselfluoridkrystallen auftreten, die nach Formentypen kaum zu unterscheiden sein werden.

Allein, wie es gelang, die isomorphen Kieselfluoride des Calcium und Strontium und die des Eisens, Mangans und der Magnesia auf eine sehr einfache Weise von einander zu unterscheiden, so wird es hoffentlich auch gelingen, für sämmtliche Kieselfluoridmetalle der hemiëdrisch hexagonalen Krystallreihe einfache und zweckmässige Reaktionen ausfindig zu machen.

Von den wenigen und rasch ausgeführten Beobachtungen und Versuchen, die ich in letztgenannter Hinsicht vornahm, erlaube ich mir Folgende zu erwähnen:  $\alpha$ ) Alle genannten, hemiëdrisch hexagonalen Kieselfluoridmetalle waren im durchfallenden Lichte fast farblos, wenn sie in kleinen Mengen zum Vorschein kamen; erschienen sie dagegen in grösserer Menge oder in grösseren Krystallen (aus den durch Kieselflussssäure leichter zerlegbaren Mineralen) ausgeschieden, so trat an den Kieselfluoridkrystallen des Kobalts eine deutliche, schwach violettblaue oder violettrothe, an denen des Nickels eine graue, mit einem Stich ins Bräunliche versehene und an denen des Kupfers eine graue, mit einem starken Stich ins Bläulichgrüne versehene Färbung auf, während an den Kieselfluoridkrystallen der übrigen Metalle ausser graulichen Nuancen keine Färbung wahrzunehmen war. —

$\beta$ ) Im reflektirten Lichte erschienen von den Krystallen der sub  $\alpha$ ) erwähnten Kiesel-fluoridmetalle die des Kupfers bläulichgrün, die des Nickels grünlichgrau, die des Kobalts bläulichgrau. —  $\gamma$ ) Durch Einwirkung des Chlorgases wurden die Kiesel-fluoridkrystalle des Kupfers blaugrün, die des Nickels smaragdgrün oder dunkel-graugrün, die des Kobalts violettbraun und die des Eisens oranggelb, bei Gegen-wart von Kobalt und Nickel citrongelb oder grüngelb gefärbt. Die Kieselfluorid-krystalle des Mangans erhielten einen Stich ins Rosenrothe, während die des Zinkes und der Magnesia farblos blieben oder graulichweiss wurden. —  $\delta$ ) Durch Schwefelsäure wurden die Kieselfluoride der meisten Metalle allmählig aufgelöst, wobei das Kobaltkieselfluorid eine violettrothe Flüssigkeit gab. — Schliesslich wurde Schwefelwasserstoff- und Schwefelammoniumgas angewandt; aber die Re-sultate waren nicht entscheidend genug, so dass eine Wiederholung der Versuche nöthig erschien.

Da das Kieselfluorblei in monoklinen und das Kieselfluorsilber in tetra-gonalen Krystallformen erscheint, so ist die Unterscheidung der Kieselfluoride beider Metalle unter einander und von den hemiëdrisch hexagonalen Kieselfluoriden der obgenannten Metalle nach Formentypen möglich. Ausserdem verräth sich das Bleikieselfluorid dadurch, dass es, mit mässig verdünnter Schwefelsäure behandelt, binnen wenigen Sekunden in ein Gewirr zarter Nadelchen (Anglesit?) umgewan-delt wird.

$b$ ) Durch die Behandlung der Minerale mit Kieselfluorwasserstoffsäure und durch die Beobachtung und eventuell weitere Untersuchung der gebildeten Kiesel-fluoridkrystalle wird man zur Kenntniss der electropositiven Elemente der Mine-rale geleitet; daher scheint für die bestimmende Mineralogie (im Allgemeinen) eine — der für die petrologisch wichtigen Minerale angedeuteten Eintheilung analoge — Gliederung des Mineralreiches in Hauptgruppen nach den electro-positiven Bestandtheilen empfehlenswerth zu sein.

$c$ ) Es gibt nur wenige Minerale, welche — wie Baryt, Coelestin, Quarz — durch dreiperzentige Kieselfluorwasserstoffsäure gar nicht angegriffen werden; da-gegen werden durch dieselbe solche Minerale zerlegt, von denen man es kaum erwartet hätte; wie z. B. Turmalin, Spinell in Dünnschliffen, Sphalerit, Pyrit in Fragmenten.

$d$ ) Die Sesquioxyde des Aluminium, des Eisens und, wie es scheint, auch anderer Metalle werden wol durch die Kieselflussäure in Kieselfluoride umgewan-delt; aber diese scheinen insgesamt in Krystallen nicht darstellbar zu sein. Diess dürfte dem Mineralogen, wie dem Chemiker, die Möglichkeit bieten, die kleinste Menge eines Oxydulsalzes, z. B. des Eisenoxydul, welches sich in luft-beständige Kieselfluoridkrystalle leicht umwandelt, in einem (in Säuren löslichen oder unlöslichen) (Eisen-) Oxydsalze nachzuweisen.

$e$ ) Die Menge der unter gleichen Verhältnissen gebildeten Kieselfluorid-krystalle und der aus Silikaten ausgeschiedenen Kieselerde liefert ein vortreffliches Mittel, die Widerstandsfähigkeit des geprüften Mineralen gegen Kieselfluorwasser-stoffsäure zu beurtheilen und für die Mineralbestimmung zu verwerthen.

Die sub  $a$ ) und  $e$ ) erwähnten Reactionen im Verein mit den

physikalischen Eigenschaften des Probestückchens dürften in den meisten Fällen zur Bestimmung des Minerals genügen.

*f)* Ist die Probe ein im Wasser lösliches einfaches Salz, so können nach dessen Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure und nach dem Eintrocknen der Probe neben den Kieselfluoridkryställchen des electropositiven Bestandtheils auch die Krystallformen des ursprünglichen oder nur durch die Menge des etwa aufgenommenen Krystallwassers veränderten Salzes zum Vorschein kommen. So z. B. hat man grössere Körnchen von Kochsalz, Chilisalpeter, Glaubersalz, Borax etc. mit Kieselfluorwasserstoffsäure (jede Probe separat) behandelt, so erhält man neben den, in jeder der genannten Proben auftretenden, hexagonalen Kieselfluoridsäulchen des Natrium in der ersten Probe Würfelchen des Chlornatrium, in der zweiten Rhomboëder des salpetersauren Natron, in der dritten monokline Nadeln des Glaubersalzes, in der vierten Probe die durch ihren Formentypus erkennbaren Boraxkryställchen etc. Hat man Kieserit mit Kieselfluorwasserstoffsäure behandelt, so erhält man neben den Kieselfluoridkryställchen des Magnesium auch Epsomitnadeln.

*g)* Ist die Probe ein im Wasser lösliches, zusammengesetztes Salz, so treten neben den Kieselfluoridkryställchen der einzelnen Metalle auch die einfachen Salze der Mineralprobe in ihren ursprünglichen oder nur durch Aufnahme von Krystallwasser veränderten Krystallformen auf. So habe ich z. B. nach der Behandlung des Polyhalit mit Kieselfluorwasserstoffsäure neben den Kieselfluoridkrystallen des Kalium, Magnesium und Calcium — strahlige Aggregate schöner Gypskryställchen auf den ersten Blick wahrgenommen.

*h)* Ist die Mineralprobe ein Carbonat, so ist bei dessen Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure in den meisten Fällen ein mehr weniger starkes Aufbrausen zu bemerken, wodurch sich der electronegative Bestandtheil, nämlich das farb- und geruchlose Kohlensäuregas, zur Genüge verräth.

Ein mehr weniger starkes Aufbrausen bei der Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure wurde an Potasche, Soda, Calcit, Magnesit, Dolomit, Dialogit, Vitherit, Strontianit, Cerussit und Azurit beobachtet; dagegen konnte an Siderit, Mesitin und Smithsonit keine Gasentwicklung bemerkt werden, wiewol nach dem Eintrocknen des Kieselflusssäuretropfens auch aus den letztgenannten Carbonaten die Bildung von (minder zahlreichen) Kieselfluoridkrystallen erfolgte.

In den sub *f)*, *g)* und *h)* erläuterten Fällen bietet unsere Methode eine vollständige chemische Analyse der Mineralsubstanz dar.

*i)* Sämmtliche Minerale aus den Klassen der Glanze, Kiese und Blenden (und von den Metallen gediegen Silber), die ich bisher mit Kieselflusssäure untersucht habe, wurden mehr weniger stark angegriffen und gaben eine ihrer Angreifbarkeit entsprechende Menge von Kieselfluoridkrystallen. Die schönsten und grössten Krystalle wurden aus den eisen-, kobalt-, nickel- und bleihaltigen Mineralen, die spärlichsten aus den kupferhaltigen Mineralen (Chalkosin, Bornit, Tetraëdrit) gewonnen. Eine Ausnahme bildeten auch die Pyritfragmente, welche nur kleine und minder zahlreiche Kieselfluoridkryställchen des Eisens gaben.

*k)* Ist Probematerial in hinreichender Menge vorhanden und will man zur

Vervollständigung der Mineralanalyse auch die electronegativen Bestandtheile nachweisen, so kann diess mit den gewöhnlichen Reagentien entweder auf einem Uhrgläschen (zum Nachweise des *Cl*, *Br*, *J*,  $SO^3$ ,  $P^2O^5$ ,  $B^2O^3$ ), oder im Glasröhrchen (zum Nachweise des *F*, *S*, *Se*, *Te*), oder auf Kohle (zum Nachweise des  $N^2O^5$ ,  $As^2O^5$ ,  $Sb^2O^5$ , *As*, *Sb*), oder in der Phosphorsalzperle (zum Nachweise der  $SiO^2$ ,  $TiO^2$ ,  $MoO^3$ ,  $WO^3$ ) geschehen.

l) Handelt es sich darum, in einem Silikate (z. B. Amphibol, Wollastonit) nur Alkalien (wenn sie auch in den allerkleinsten Mengen vorkommen) nachzuweisen oder ihre Abwesenheit zu konstatiren, dann behandle man die Silikatprobe (in kleinen Körnchen) mit Fluorwasserstoffgas, extrahire die Kieselfluoride der Alkalien durch mässiges Kochen derselben im Wasser auf einem Platindeckel und übertrage das bei mässiger Temperatur zu einem Tropfen eingeeengte Decoct auf die Harzschichte (aus dem Canadabalsam) eines Objektglases.

Dabei ist jedoch zu bemerken, dass in manchen Fällen auch Kieselfluoride anderer Metalle, welche in der Probe enthalten sind, zum Vorschein kommen können. So habe ich aus kieselsäurereicheren und kalkhaltigen Silikaten (z. B. Oligoklas) stets kleinere Mengen des Calciumkieselfluorides erhalten; dagegen waren bei analoger Behandlung des Anorthit und Wollastonit keine Nadeln des Calciumkieselfluorides zu finden. Und die träge Entwicklung grosser Gasblasen bei Behandlung des durch *HF* veränderten Anorthit und Wollastonit war ein Beweis, dass sich in letzteren Mineralen nur ein einfaches Calciumfluorid gebildet hat. Allein durch Behandlung der Chondroit-, Olivin- und Rhodonitproben mit Fluorwasserstoffgas und hierauf mit einem kalten Wassertropfen wurden lang säulenförmige Kieselfluoridkrystalle des Magnesium (des Eisens) und des Mangans zum Vorschein gebracht.



# I N H A L T.

	Seite		Seite
Einleitung . . . . .	3	<i>Untersuchung der Feldspathgruppe . . . . .</i>	24
<b>I. Universalmethode zur chemisch-mikroskopischen Bestimmung der Metalle petrologisch wichtiger Minerale mittelst Kieselfluorwasserstoffsäure . . . . .</b>	<b>13</b>	<i>Unterscheidung des Apatit vom Nephelin . . . . .</i>	26
<i>Prinzip der Methode . . . . .</i>	13	<i>Unterscheidung der Minerale: Enstatit, Broncit, Hypersthen und Diallag . . . . .</i>	26
<i>Ausführung der Methode . . . . .</i>	15	<i>Unterscheidung der Amphibol- und Biotitdünnschliffe . . . . .</i>	26
<b>Mikroskopische Unterscheidungsmerkmale der Kieselfluoridformen der in petrologisch wichtigen Mineralen vorkommenden Metalle . . . . .</b>	<b>17</b>	<i>Unterscheidung des Lithionglimmers, des Lithion-Eisenglimmers und des gewöhnlichen Kaliglimmers oder Muscovits . . . . .</i>	27
<i>Kieselfluorkalium . . . . .</i>	17	<b>II. Anwendung des Fluorwasserstoffgases zum Nachweise von Alkali-Metallen in Silikaten, namentlich in jenen, die durch Kieselfluorwasserstoffsäure wenig angegriffen werden . . . . .</b>	<b>28</b>
<i>Kieselfluornatrium . . . . .</i>	18	<i>Prinzip der Methode . . . . .</i>	28
<i>Kieselfluorlithium . . . . .</i>	19	<i>Ausführung der Methode . . . . .</i>	29
<i>Kieselfluorcalcium . . . . .</i>	20	<b>Bemerkungen über die Anwendung des Fluorwasserstoffgases zur Reinigung trüber Dünnschliffe, zur Hervorbringung milder deutlicher Mineralcuturen, der inneren Mineralstruktur und zum Nachweise farbloser Einschlüsse in farblosen Mineralen . . . . .</b>	<b>33</b>
<i>Kieselfluorstrontium . . . . .</i>	20	<b>III. Anwendung des Chlorgases zum Nachweise der Widerstandsfähigkeit der Minerale gegen Säuren, der gelatinösen Beschaffenheit der aus manchen Silikaten der Dünnschliffe ausgeschiedenen Kieselerde und zum Nachweise der Alkalien, alkalischen Erden und des Eisenoxyduls . . . . .</b>	<b>35</b>
<i>Kieselfluorbaryum . . . . .</i>	21	<i>Entwicklung des Chlorgases und Behandlung der Proben mit demselben . . . . .</i>	35
<i>Kieselfluormagnesium . . . . .</i>	21		
<i>Kieselfluoreisen . . . . .</i>	21		
<i>Kieselfluormangan . . . . .</i>	22		
<i>Unterscheidung der Kieselfluoridformen des Calcium und Strontium mittelst Schwefelsäure (und überhaupt Controllreaction für die Gegenwart des Calcium) . . . . .</i>	22		
<i>Unterscheidung der Kieselfluoridformen des Magnesium, Eisens und Mangans . . . . .</i>	23		
<i>a) Durch Chlorgas . . . . .</i>	23		
<i>b) Durch Schwefelammonium . . . . .</i>	23		
<i>Vollendung des Präparates zum Zwecke seiner Aufbewahrung . . . . .</i>	24		
<b>Bemerkungen über die Untersuchung einiger der petrologisch wichtigsten Mineralgruppen nach der erwähnten Methode . . . . .</b>	<b>24</b>		

	Seite		Seite
<i>Prüfung der Widerstandsfähigkeit eines Minerals gegen Säuren . . . . .</i>	36	<b>8. Aetzfiguren an Dünnschliffen des Elaeolithes von Laurvig in Norwegen, durch Chlorgas dargestellt . . .</b>	46
<i>Nachweis der gelatinösen Beschaffenheit der an der Oberfläche eines Silikates ausgetrennten Kieselerde . . . . .</i>	38	<b>9. Aetzfiguren an Dünnschliffen des Lencites von Vesuv . . . . .</b>	46
<i>Darstellung und Beobachtung der durch Einwirkung des Chlorgases gebildeten Chloride</i>	39	<b>10. Aetzfiguren an Dünnschliffen oder Spaltungsfragmenten der Feldspäthe</b>	47
<i>Zweckmässige Anwendung der Streng'schen Methode zur Nachweisung des Apatits in Dünnschliffen und zwar nach der Behandlung der Letzteren mit Chlorgas . . . .</i>	40	<b>V. Bemerkungen über die Anwendung einiger älteren Methoden zur Bestimmung der Minerale in Dünnschliffen, und zwar:</b>	
<b>IV. Ueber die Darstellung und Beobachtung der Aetzfiguren, über ihre Bedeutung zur Bestimmung der Minerale in Dünnschliffen . . .</b>	41	<b>1. Ueber die Anwendung des Probelöhens zur Unterscheidung der eisen- (und mangan-) hältigen von den eisen- (und mangan-) freien Mineralen, zum Nachweise des Dichroismus an Ersteren, wenn sie farblose Dünnschliffe liefern, und zur approximativen Bestimmung des Schmelzgrades der Minerale in Dünnschliffen</b>	49
<b>1. Aetzfiguren an Apatitdünnschliffen, dargestellt</b>		<b>2. Ueber die Anwendung der Kobaltsolution zur Nachweisung der Thonerde und der Magnesia in eisen- (mangan-) freien Mineraldurchschnitten . . . . .</b>	52
<i>a) durch Einwirkung des Chlorgases . .</i>	42	<b>VI. Analytischer Gang zur Bestimmung der in den krystall. gemengten Felsarten vorkommenden Minerale auf dem neuen, chemisch-mikroskopischen Wege . . . . .</b>	53
<i>b) durch Einwirkung der Kieselfluorwasserstoffsäure . . . . .</i>	43	<b>A) Die Probe ist ein Bruchstück, Spaltungs- oder Dünnschlifffragment einer homogenen Mineralsubstanz .</b>	53
<b>2. Aetzfiguren an Olivindünnschliffen, dargestellt</b>		<b>B) Die Probe ist ein Fragment oder eine Dünnschliffpartie einer krystall. gemengten Felsart . . . . .</b>	61
<i>a) durch Kieselfluorwasserstoffsäure . .</i>	43	<b>VII. Bemerkungen über die Bedeutung der erläuterten Methoden für die bestimmende Mineralogie und für die analytische Chemie . .</b>	63
<i>b) durch Chlorgas . . . . .</i>	44		
<b>3. Aetzfiguren an Dichroitdünnschliffen, dargestellt durch Kieselfluorwasserstoffsäure . . . . .</b>	44		
<b>4. Aetzfiguren an Chistolithdünnschliffen, dargestellt durch Kieselfluorwasserstoffsäure . . . . .</b>	44		
<b>5. Aetzfiguren an Hypersthen-, Broncit-, Diallag-, Augit- und Amphiboldünnschliffen oder Spaltungsfragmenten, dargestellt durch Kieselfluorwasserstoffsäure . . . . .</b>	45		
<b>6. Aetzfiguren an Lithioneisenglimmer von Zinnwald, dargestellt durch Fluorwasserstoffgas und nachheriges Auskochen mit Wasser . . . . .</b>	46		
<b>7. Aetzfiguren an Dünnschliffen des Skapolith von Malsjö in Wermland</b>	46		

# ABBILDUNGEN

von

Partien mikroskopischer Präparate,

darstellend

a) Kieselfluorid-Krystalotypen der in den petrologisch wichtigsten Mineralen vorkommenden Metalle, und

b) charakteristische Veränderungen, die an der Oberfläche von Dünnschliffen oder Spaltblättchen der petrologisch wichtigsten Minerale entweder durch Kieselfluorwasserstoffsäure oder durch Fluorwasserstoffgas oder durch Chlorgas bewirkt werden.



## Erklärungen zur Tafel I.

**Fig. 1.** Kieselfluorkalium, bei  $400\times$  Vergrößerung beobachtet und dargestellt:  $\alpha$ ,  $\iota$  aus dem Präparate des Hrn. Prof. Štolba (durch Umkrystallisiren auf dem Objektglase);  $\varepsilon$ ,  $\mu$ ,  $\nu$ ,  $\rho$  ( $\infty 0$ .  $\infty 0\infty$ ,  $0$ .  $\infty 0\infty$ ) aus dem Wasserdekot eines durch Fluorwasserstoffgas veränderten, dunkelgrünen Biotit.  $\sigma$ ,  $\tau$  sind durch Umkrystallisiren des Kieselfluorammonium dargestellte Kryställchen.

**Fig. 2.** Kieselfluorkalium, bei  $400\times$  Vergr. beobachtet und aus dem Wasserdekot des durch Fluorwasserstoffgas veränderten Amazonit von Misk dargestellt.

**Fig. 3.** Kieselfluorlithium, bei  $200\times$  Vergr. beobachtet und aus dem Präparate des Herrn Prof. Štolba durch Umkrystallisiren auf dem Objektglase dargestellt.

**Fig. 4.** Kieselfluornatrium ( $\infty P.P$ ,  $\infty P.OP$ ), bei  $400\times$  Vergrößerung beobachtet und aus dem Wasserdekot des durch Fluorwasserstoffgas veränderten Albit von Zell (in Zillerthal) dargestellt.

**Fig. 5.** Kieselfluorcalcium ( $\infty P.OP$ , zuweilen  $\infty P.OP$ .  $\infty P\infty$  etc.), bei  $150\times$  Vergr. beobachtet. Präparat des Hrn. Prof. Štolba.

**Fig. 6.** Kieselfluorcalcium, bei  $200\times$  Vergr. beobachtet und aus heisser Solution des vorerwähnten Präparates auf dem Objektglase dargestellt.

**Fig. 7.** Kurze, durch stumpfe Pyramiden geschlossene, hexagonale Säulehen des Kieselfluornatrium und schmale, ästige oder spindelähnliche Formen des Kieselfluorcalcium, bei  $200\times$  Vergr. beobachtet und durch Umkrystallisiren eines Gemisches von zwei Gewichtstheilen Kieselfluornatrium und eines Gewichtstheiles Kieselfluorcalcium dargestellt.

**Fig. 8.** Längliche, durch Pyramiden geschlossene, hexagonale Säulehen des Kieselfluornatrium und dicke, ästige oder spindelähnliche Formen des Kieselfluorcalcium, bei  $200\times$  Vergr. beobachtet und durch Umkrystallisiren eines Gemisches von einem Gewichtstheile Kieselfluornatrium und zwei Gewichtstheilen Kieselfluorcalcium dargestellt.

**Fig. 9.** Kieselfluorstrontium, bei  $200\times$  Vergr. beobachtet und aus dem Präparate des Hrn. Prof. Štolba durch Umkrystallisiren auf dem Objektglase dargestellt.

**Fig. 10.** Kieselfluormagnesium (zumeist  $R, R. OR$ ), bei  $600\times$  Vergr. beobachtet und aus Chondroit — durch dessen successive Behandlung mit Fluorwasserstoffgas und Kieselfluorwasserstoffsäure — dargestellt.

**Fig. 11.** Kieselfluormagnesium (zumeist  $\infty P2.R, R, z. Th.$  unvollständig ausgebildet), bei  $400\times$  Vergr. beobachtet und aus Humit — durch dessen Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure — dargestellt.

**Fig. 12.** Kieselfluormagnesium (zumeist unvollständig ausgebildete und regelmässig aggregirte Krystallgestalten), bei  $400\times$  Vergr. beobachtet und durch Behandlung des Magnesit mit Kieselfluorwasserstoffsäure dargestellt.

**Fig. 13.** Seltene, aus einigen kalkreichen Silikaten (Corsit, Tankit) durch successive Behandlung mit Fluorwasserstoffgas und heisser Kieselfluorwasserstoffsäure dargestellte und bei  $400\times$  Vergr. beobachtete Krystallgestalten, von denen noch nachzuweisen ist, welchem Metalle sie angehören (die pyramidalen, zum Theile nach einer Mittelkante verzogenen Krystallgestalten, sowie die rhomboidale Gestalt, gehören am wahrscheinlichsten dem Calcium an).

**Fig. 14.** Winzig kleine, kurze Nadelchen des Kieselfluorbaryum und strauchartige, jedoch äusserst zarte, nur wie durch Anhauchen hervorgebrachte Gestalten des Kieselfluorealcium (letztere Gestalten sind in der Figur zu stark ausgeprägt), bei  $400\times$  Vergr. beobachtet und aus einem kalkhaltigen Witherit — durch dessen Behandlung mit Kieselfluorwasserstoffsäure — dargestellt.

**Fig. 15.** Kieselfluoreisen (zumeist  $\infty P2.R$ ), bei  $400\times$  Vergr. beobachtet und aus dem Kieselfluoreisenpräparate durch Umkrystallisiren auf dem Objektglase dargestellt.

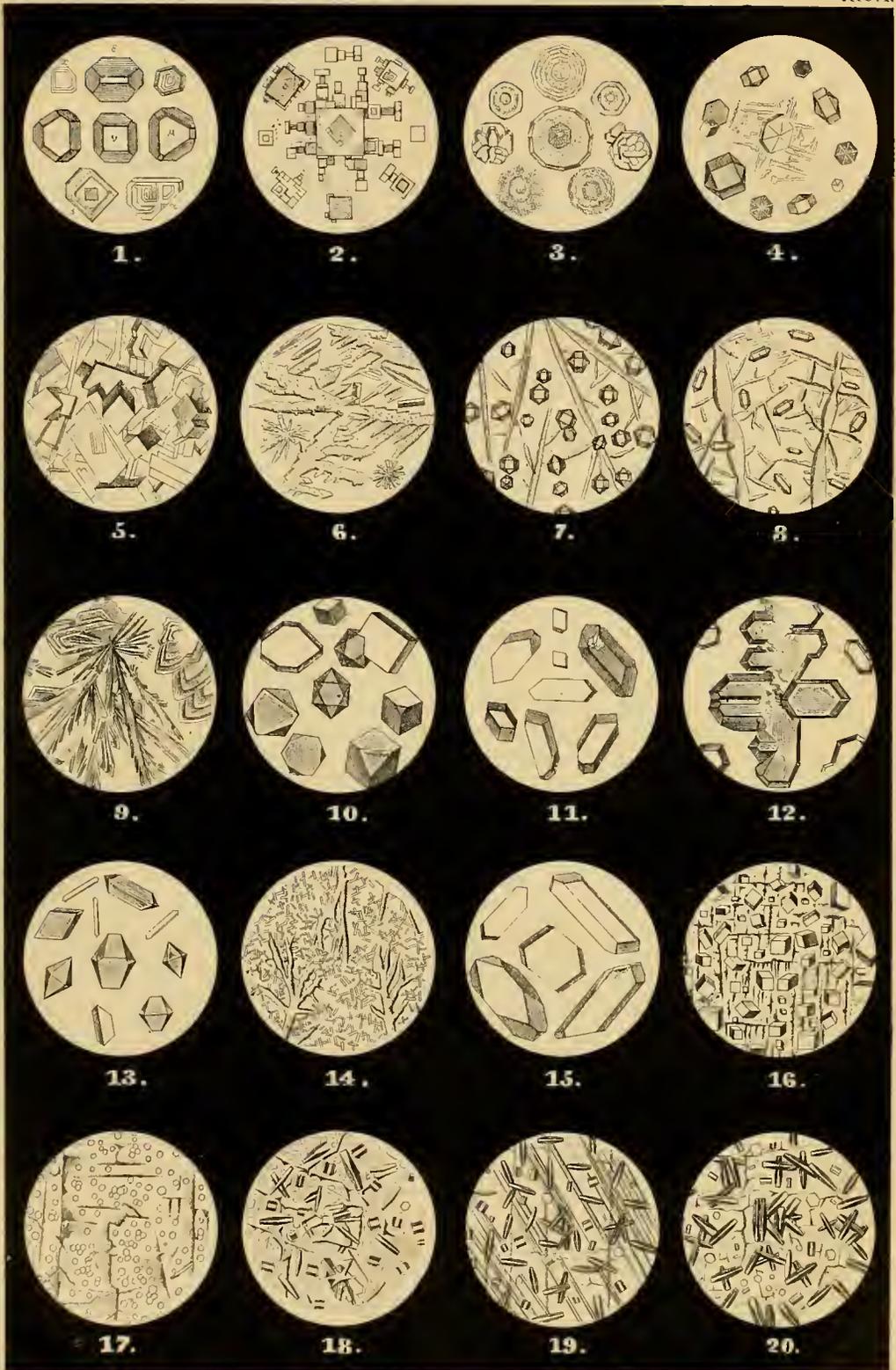
**Fig. 16.** Eine Dünnschliffpartie des Amazonit von Miask, der mit einem Kieselfluorwasserstoffsäuretropfen<sup>1)</sup> bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind Würfelchen des Kieselfluorkalium und die Gitterstruktur des Amazonit.

**Fig. 17.** Eine Dünnschliffpartie des Oligoklas von Ytterby, der mit einem Kieselfluorwasserstoffsäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind winzig kleine, sechsseitige Täfelchen des Kieselfluornatrium und drei spindelähnliche Gestalten des Kieselfluorealcium.

**Fig. 18.** Eine Dünnschliffpartie des farbenspielenden, wahrscheinlich einem kalkreichen Andesin nahe stehenden Labradorit von Ojamo in Finnland, der mit einem Kieselfluorwasserstoffsäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind kurze, hexagonale, gewöhnlich von einer Luftblase umschlossene Sänelchen des Kieselfluornatrium und spindelförmige, tafelförmig rhomboidale und dornenähnliche Gebilde des Kieselfluorealcium.

<sup>1)</sup> Für sämtliche hier erwähnte Proben wurde eine circa  $3\frac{1}{2}$  percentige Kieselflusssäure verwendet.

Tab. I.





**Fig. 19.** Eine Dünnschliffpartie des aus dem Gabbro von Wolpersdorf stammenden Labradorit, der mit einem Kieselflussäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind dieselben Krystallgestalten wie in Fig. 18.; allein die spindelförmigen Gebilde des Kieselfluorcalcium sind zahlreicher.

**Fig. 20.** Eine Dünnschliffpartie des Anorthit aus dem Corsit von Corsika, der mit einem Kieselfluorwasserstoffsäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind dieselben Krystallgestalten wie in Fig. 18. und 19.; allein die des Kieselfluorcalcium sind am zahlreichsten und die des Kieselfluornatrium am spärlichsten.



## Erklärungen zur Tafel II.

**Fig. 1.** Ein Spaltungsfragment des Albit von Dauphiné, der mit einem Kieselflussssäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind kurze, hexagonale Säulchen des Kieselfluornatrium und keilförmige, zuweilen in Reihen angeordnete Aetzfiguren.

**Fig. 2.** Eine Dünnschliffpartie des Leucit vom Vesuv, der mit einem Kieselflussssäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind sehr zahlreiche Würfelchen des Kieselfluorkalium, zwei Hexagone des Kieselfluornatrium und ein dünnes Stäbchen des Kieselfluorecalcium, ausserdem die polygonal angeätzte und zerklüftete Oberfläche des Dünnschliffes.

**Fig. 3.** Eine Dünnschliffpartie des Elaeolith von Laurwig in Norwegen, der mit einem Kieselflussssäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind hexagonale Krystälchen des Kieselfluornatrium, ein (in der Mitte des Bildes befindliches) Würfelchen des Kieselfluorkalium und die kohärente, nur durch gröbere Risse zertheilte Schichte der ausgeschiedenen Kieselerde, durch welche die parallel zart faserige Textur des Elaeolith mit seinen queren Spaltungssprünge hindurchschimmert.

**Fig. 4.** Eine Dünnschliffpartie des Skapolith von Malsjö im Wernland, der mit einem Kieselflussssäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind spindelförmige Krystallformen des Kieselfluorecalcium, hexagonale, oft von einer Luftblase umschlossene Täfelchen des Kieselfluornatrium, parallele Spaltungsklüfte und die zwischen den Letzteren befindlichen furchenähnlichen Aetzfiguren.

**Fig. 5.** Linke Hälfte. Lithion-Eisenglimmer von Zinnwald, der mit einem Kieselflussssäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind zahlreiche, einer sehr stumpfen sechsseitigen Pyramide ähnliche Krystälchen des Kieselfluorlithium, ein in der Mitte des Bildes befindlicher Krystall des Kieselfluoreisens, spärliche Würfelchen des Kieselfluorkalium und ein einsames, spindelförmiges Krystallgebilde des Kieselfluorecalcium. — Rechte Hälfte. Kaliglimmer von Grönland, der auf gleiche Art, wie der vorige Glimmer behandelt wurde, weist ausser zwei hexagonalen Säulchen des Kieselfluornatrium und zwei Krystälchen des Kieselfluoreisens nur Krystälchen des Kieselfluorkalium auf.

**Fig. 6.** Ein dunkelgrüner Biotit, der auf analoge Weise wie die vor-

genannten Glimmer behandelt und bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde, zeigt grössere Krystalle und schmale Säulchen des Kieselfluormagnesium und Kieselfluoreisens, nebstdem kleine Würfelchen des Kieselfluorkalium.

**Fig. 7.** Eine Dünnschliffpartie des Amphibol von Lukov (unweit Mille-schau), der mit einem Kieselflussssäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind grössere Krystalle und schmale Säulchen des Kieselfluormagnesium, Kieselfluoreisens, zwei spindelförmige Krystallgebilde des Kieselfluorcalcium, ein Würfelchen des Kieselfluorkalium, ein Hexagon des Kieselfluornatrium und parallele, schmale, furchen-ähnliche Aetzfiguren.

**Fig. 8.** Eine Dünnschliffpartie des Diallag aus dem Gabbro von Wolpersdorf, der mit einem Kieselflussssäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind zahlreiche spindelförmige Krystallgebilde des Kieselfluorcalcium, grössere Kryställchen des Kieselfluormagnesium, des Kieselfluoreisens und nach drei Richtungen verlaufende Systeme paralleler Spaltungsklüftchen.

**Fig. 9.** Fragmente des Bronzit von Graubat in Steiermark, die mit einem Kieselflussssäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurden. Bemerkbar sind grosse Krystalle des Kieselfluormagnesium, des Kieselfluoreisens und die parallel faserige Textur der Bronzitfragmente.

**Fig. 10.** Eine Dünnschliffpartie des Dichroit von Orrijärvi in Finnland, der mit einem Kieselflussssäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind grössere Krystalle des Kieselfluormagnesium und unregelmässig gelagerte, furchenähnliche Aetzfiguren.

**Fig. 11.** Dünnschliffpartie eines Olivinkornes von Kozákov, auf gleiche Art behandelt, wie sub Fig. 11. angedeutet wird, jedoch in allen Theilen bei  $400\times$  Vergr. gezeichnet.

**Fig. 12.** Eine Dünnschliffpartie des Olivin von Kozákov (bei Turnau), der mit einem Kieselflussssäuretropfen bedeckt und bei  $200-800\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind die bei  $200\times$  Vergr. gezeichneten Kieselfluoridkrystalle des Magnesium und des Eisens, die hervortretenden, pyramidalen, sämtlich parallelen Krystallsubindividuen, welche  $600-800\times$  vergrössert erscheinen, und die rhombischen Aetzfiguren der ganzen Dünnschliffoberfläche.

**Fig. 13.** Die Mittelpartie eines zur Hauptachse fast senkrecht geschliffenen Chiastolithkrystalls, mit Kieselflussssäure behandelt und bei  $200-400\times$  Vergr. beobachtet. Ausser dem rhombisch umgränzten Centralkerne, dem dunkelgrauen Kreuze und den federfahneähnlichen, den Seitenkanten des Prisma parallelen Verzweigungen der kohligen Substanz bemerkt man nur kleine farblose Partien der unveränderten Chiastolithmasse, während der grösste Theil der Dünnschliffoberfläche eine flaserige oder zarte, wellig faserige Beschaffenheit aufweist, die an einigen Randstellen in wirr gelagerte Aggregate paralleler Leistchen übergeht.

**Fig. 14.** Aetzfiguren am Lithioneisenglimmer von Zinnwald, durch Einwirkung des Fluorwasserstoffgases und nachheriges Auskochen mit Wasser hervorgebracht und bei  $400\times$  Vergr. gezeichnet.

**Fig. 15.** Eine Dünnschliffpartie des *Elaeolith* von Laurwig in Norwegen, mit Chlorgas behandelt und bei  $400\times$  Vergr. beobachtet. Bemerkbar sind Würfeln des Chlornatrium, welche in den (von der Dünnschliffoberfläche nicht entfernten) Überresten der gelatinös ausgeschiedenen Kieselerde stecken, dann säulenförmige oder lang furchenähnliche, der Hauptachse des Krystalls parallele Aetzfiguren und zwei starke, quer zur Hauptachse verlaufende Spaltungsklüfte.

**Fig. 16.** Eine Dünnschliffpartie des *Apatit* von Schlackenwald, der parallel zur Basis geschliffen, mit einem Kieselflussäuretropfen bedeckt und nach dem Eintrocknen des Tropfens bei  $600\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind strahlige Aggregate säulchen- und nadelförmiger Kryställchen, sowie unförmliche, trübe, zuweilen eine schiefwinklige Spaltbarkeit verrathende Partien des Kieselfluorcalcium und ausgezeichnete, hexagonale Subindividuen (*P.OP*) des *Apatit*, welche zuweilen eine schöne Schalenstruktur aufweisen und zur Hauptachse des Krystalls wenig geneigt oder parallel sind. Nach mehrmaligem Auskochen mit Wasser, wodurch das Calciumkieselfluorid entfernt wird, treten die subindividuellen Kryställchen des *Apatit* am deutlichsten hervor.

**Fig. 17.** Eine Dünnschliffpartie des *Apatit* von Zinnwald; parallel zur Prismenfläche geschliffen, etwa 20 Sekunden im Königswasser gekocht und bei  $600\times$  Vergr. beobachtet. Bemerkbar sind kurz oder länglich rhombische Aetzfiguren und vereinzelte, hervortretende Seitenecken der subindividuellen Pyramidenkryställchen.

**Fig. 18.** Eine Dünnschliffpartie des *Apatit* von Schlackenwald, der parallel zur Basis geschliffen, mit Chlorgas behandelt, mit Canadabalsam bedeckt, mit dem Deckgläschen versehen und bei  $400\times$  Vergr. beobachtet wurde. Bemerkbar sind kurze, dunkle oder mikrolithenähnliche Nadelchen, die sich in horizontaler Projektion zumeist unter Winkeln von nahezu  $60^\circ$  kreuzen und wahrscheinlich als mit länglichen, anhaftenden Luftbläschen versehene Kantenüberreste der subindividuellen Kryställchen der obersten Lage zu deuten sind. Unter denselben sieht man matte Seitenumrisse der subindividuellen Pyramiden-Kryställchen der zunächst tieferen Lage.

**Fig. 19. und 20.** Dünnschliffpartien des *Apatit* von Schlackenwald, parallel zur Basis geschliffen, mit Chlorgas behandelt, nicht mit Canadabalsam, sondern direkt mit dem Deckgläschen bedeckt und bei  $600\times$  Vergr. beobachtet. Beide Bilder illustriren den Aufbau des *Apatit*krystalls aus kleinen, an einander dicht gedrängten, ineinandergreifenden und zur Hauptachse nahezu parallelen hexagonalen Pyramiden-Kryställchen (*P, P.OP*). An jenen Stellen der *Apatit*-dünnschliffe, welche keine Schalenstruktur aufweisen, sind die subindividuellen Kryställchen gross und durch Vorwalten der basischen Fläche dick tafelartig (Fig. 19); in engen Schalenzonen dagegen sind sie klein und zumeist in Pyramidenspitzen auslaufend. Und die Grenzlinien der Schalenzonen bestehen aus ziemlich geradlinig und dicht aneinander gereihten, meist äusserst kleinen Pyramidenkryställchen, wie in den zwei dunkleren Krystall-Reihen (Grenzlinien der Schalenzonen) der Fig. 20. angedeutet ist.



