

SEPARAT-ABDRUCK

AUS DEN

MINERALOGISCHEN UND PETROGRAPHISCHEN

MITTHEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN

VON

G. TSCHERMAK.

FRIEDRICH BECKE. ÄTZVERSUCHE AM PYRIT.

WIEN,

ALFRED HÖLDER,

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

IX. Aetzversuche am Pyrit.

Von Friedrich Becke.

Mit Tafel II—IV und 4 Holzschnitten.

Einleitung.

Schon seit geraumer Zeit mit der Untersuchung der Aetzfiguren tesseraler Minerale beschäftigt, schien es mir wünschenswerth, auch pyritoëdrische Krystalle in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Zwar sind die Alaune, welche dieser Hemiëdrie angehören, nach den eingehenden Untersuchungen von Brewster, Klocke, Wulff u. A. ziemlich genau bekannt. Doch gerade bei diesen sind die Erscheinungen der pyritoëdrischen Hemiëdrie minder scharf ausgeprägt, so dass auch die Aetzfiguren nur secundär von derselben beeinflusst werden. Andererseits verläuft die Aetzung bei den Alaunen wie bei allen leicht löslichen Verbindungen in einer Weise, die sich nicht ohne Weiteres mit dem Verlauf der Aetzung bei den bisher von mir untersuchten schwer löslichen Körpern vergleichen lässt.

In beiden Rücksichten empfahl sich der am meisten typische, weit verbreitete Repräsentant der pyritoëdrischen Hemiëdrie, der Pyrit. Derselbe wurde schon von Gustav Rose¹⁾ gelegentlich untersucht. Die von ihm mitgetheilten Beobachtungen konnte ich zum grossen Theil bestätigen. G. Rose gibt eine ganz zutreffende Beschreibung und Abbildung der Aetzfiguren, welche bei Anwendung von Königswasser auf der Würfelfläche, der Pyritoëderfläche, der Oktaëderfläche entstehen. Er führt an, dass die Aetzfiguren vornehmlich von den Pyritoëderflächen gebildet werden; dass aber auch in der Richtung der Leucitoëder- und Oktaëderfläche ein Schimmer auftrete, somit auch diese Flächen bei den Aetzfiguren betheiligte seien. Die letztere Beobachtung konnte ich nicht wiederholen.

Als Untersuchungsmaterial dienten mir Krystalle von folgenden Fundorten:

¹⁾ Monatsberichte der Berliner Akad. 1870, Juni, pag. 327.

- I. Traversella (100)(111) π (210) sowohl senkrecht als parallel zur Grundkante gestreift. (100)(111).(111) π (210).
- II. Elba π (210) senkrecht gestreift. π (210)(111).
- III. Tavistock (100) π (210).
- IV. Schemnitz π (210) horizontal gestreift; π (210)(100).
- V. Trofajach, Kärnten (100).
- VI. Majdan, Bosnien π (210)(111), senkrecht gestreift.
- VII. Krystalle unbekanntes Fundortes, mit dünner Goethithaut überzogen (100).
- VIII. Würfel, eingewachsen in Chloritschiefer, muthmasslich aus den Alpen; dann:
- IX. Příbram, (100) π (210)(111) mit Calcit und Quarz.
- X. Giftberg bei Horschowitz, Böhmen.
- XI. Andreasberg mit Calcit und Apophyllit.

Die Pyrite der drei zuletzt angeführten Fundorte verhalten sich durchaus verschieden von den früheren und verlangen daher eine besondere Darstellung.

Herrn Hofrath Tschermak, welcher mir eine Anzahl von Vorkommnissen aus dem Wiener mineralogisch-petrographischen Institut zur Verfügung stellte, und Herrn Dr. Aristides Brezina, welcher mir eine reiche Suite von Traversella zur Untersuchung überliess, bin ich zu grossem Danke verpflichtet.

Aetzmittel.

Als Aetzmittel diene:

I. Salpetersäure. Dieselbe wurde mit der 3—5fachen Menge Wasser verdünnt in Anwendung gebracht. Bei der Einwirkung setzt sich Schwefel in feinen Tröpfchen ab, welche schwierig zu entfernen sind, da sich dieselben selbst in Schwefelkohlenstoff nur langsam lösen. Die Aetzung erfolgte bei der Temperatur des Wasserbades oder bei der Siedetemperatur der verdünnten Säure. Selten wurde concentrirte Säure angewendet. Die Aetzdauer, welche bei verdünnter Säure 3—5 Minuten betrug, musste dann stark reducirt werden. Auf der Oktaëderfläche gelang es nicht, mit diesem Mittel deutliche Erscheinungen hervorzurufen.

II. Rothe rauchende Salpetersäure bringt auf (100) und π (210) scharfe Figuren hervor; weniger gut sind die Erfolge auf (111).

Die Einwirkung der rauchenden Salpetersäure darf die Dauer von 20—30 Secunden nicht überschreiten, da die Figuren sonst undeutlich werden.

III. Salpeter-Salzsäure (Königswasser). Dieses Gemenge hat schon G. Rose mit Erfolg angewendet; man erzielt damit die besten Erfolge. Die Aetzdauer darf indessen, wenn die Figuren scharf bleiben sollen, 1—2 Minuten nicht übersteigen. Selten wandte ich eine längere Aetzdauer, im Maximum 3 Minuten an.

IV. Aetzkali in Wasser gelöst und im Silbertiegel bis zur beginnenden Bildung einer Krystallhaut eingedampft, gibt ein vorzügliches Aetzmittel ab. Die erforderliche Aetzdauer beträgt 5—45 Minuten. Bei einer viertelstündigen Einwirkung erhält man ausgezeichnete Präparate.

V. Aetznatron wurde in ähnlicher Weise angewandt. Es bedarf einer etwas längeren Einwirkung, doch werden die Figuren noch schärfer als beim Aetzkali.

Methoden.

Auch bei dieser Untersuchung wurde das Hauptgewicht auf die goniometrische Messung des Lichtbildes gelegt.

Die Untersuchungen v. Ebners¹⁾ über die Lösungsgestalten des Calcit haben gezeigt, in wie weiten Grenzen selbst bei sehr vollkommener Aetzung die individuelle Lage der einzelnen Flächen der Aetzfiguren schwanken kann. Wollte man aus Messungen an einzelnen Aetzfiguren etwas gesetzmässiges über die Lage der Aetzflächen herausbringen, so müsste man auf jeder einzelnen geätzten Fläche eine sehr grosse Zahl von Messungen anstellen. Denn um die mittlere Lage der Aetzflächen handelt es sich; nur diese kann die Abhängigkeit vom Molecularbau und vom Aetzmittel bekunden, nur diese ist befreit von jenen individuellen Verschiedenheiten, welche das Schwanken in der Lage der einzelnen Aetzflächen bewirken.

Dieser Mühe enthebt uns die Messung des Lichtbildes, indem die Culminationen desselben die mittlere Lage der Aetzflächen darstellen. Die individuelle Lage der einzelnen Flächenelemente folgt den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit; Abweichungen vom Mittel

¹⁾ Sitzber. Wien. Acad. 89, II. Abth., 1884.

sind um so seltener, je grösser sie sind. In der Nähe des Mittels ist die Anzahl der gleichzeitig reflectirenden Elemente am grössten, hier daher im Lichtbild die grösste Helligkeit. Diese Betrachtung rechtfertigt auch die Messung solcher Lichtbilder, welche aus ausgedehnten Reflexen mit wenig ausgesprochenen Culminationen bestehen. Man thut hierbei gewissermassen nichts anderes als der Physiker, der die Temperatur eines Gases misst und daraus die mittlere Geschwindigkeit der Gasmolekel berechnet, obzwar er gut weiss, dass die Schnelligkeit mit der die einzelnen Molekel hin- und herfahren, und die wir als Wärme empfinden, durchaus nicht bei allen Molekeln gleich ist, sondern nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit um eine gewisse mittlere Geschwindigkeit schwankt.

Neben den Goniometermessungen kamen auch wieder Schimmermessungen und Beobachtung der Form der Aetzfiguren an Gelatineabdrücken vor. Dieselben ergänzen in willkommener Weise die Goniometermessung und liefern gleichzeitig in vielen Fällen den Beweis, dass in der That die Verbreiterungen der Lichtbilder durch das Schwanken der einzelnen Aetzflächen um gewisse mittlere Lagen und nicht nur durch Krümmung der Aetzflächen oder durch Interferenz entstehen, obzwar man den letzteren Momenten eine gewisse Mitwirkung nicht wird absprechen können.

Die speciellen Verhältnisse des Pyrit gaben zu einigen Neuerungen Anlass, die im folgenden kurz besprochen werden sollen.

1. Goniometer-Messungen.

Am Pyrit treten die Aetzflächen häufig nicht genau in primären Zonen auf, auch in solchen Fällen, wo diese Abweichung nicht durch Unvollkommenheit der Figuren, durch Schleppung u. s. w. zu erklären ist. Dies forderte zu einer möglichst exacten Bestimmung der Position der Aetzflächen auf. Liegen dieselben in einer bestimmten Zone, dann genügt schon die Messung des Abstandes von einer bekannten Fläche derselben Zone, um die Position zu bestimmen. Wenn dieselben ausserhalb der primären Zonen liegen, sind mindestens zwei Messungen erforderlich. Gewöhnlich misst man in einem solchen Falle die Winkel zu zwei bekannten Flächen und löst das sphärische Dreieck auf, dessen Seiten bekannt sind.

Die Anwendung dieser Methode auf die Aetzreflexe leidet an einem grossen Uebelstande; da nämlich die Aetzreflexe häufig keine

ausgeprägte Culmination besitzen, ist man keineswegs sicher, ob bei der ersten und zweiten Messung dieselbe Stelle des Aetzreflexes anvisirt wurde. Es kann so vorkommen, dass die gemessenen Bögen gar kein sphärisches Dreieck ergeben.

Hier ist eine andere Beobachtungsmethode von Vortheil, welche die mehrmalige Justirung vermeidet. Dieselbe wird durch den Umstand begünstigt, dass die Aetzreflexe, wenn auch nicht in der primären Zone, doch nicht weit von derselben entfernt liegen. Justirt man mit Hilfe von zwei Flächen die primäre Zone, so gehen die Aetzreflexe etwas ober- oder unterhalb des Horizontalfadens durch das Gesichtsfeld. Die Bestimmung dieser Abweichung kann nun nach dem von Websky¹⁾ gegebenen Principe erfolgen. Dabei sind aber verschiedene Anwendungen möglich.

I. Die genauesten Resultate wurden in der Weise erzielt, dass eine Fläche der Primärzone (a) und der Aetzreflex (x) justirt und der zwischen beiden liegende Bogen gemessen wurde. Sodann wurde bei ungeänderter Justirung bei einem Incidenzwinkel von 45° , während also Einlass- und Beobachtungsfernrohr senkrecht zu einander standen, beobachtet, in welcher Entfernung vom Horizontalfaden eine andere bekannte Fläche (b) der primären Zone das Gesichtsfeld passirt. Diese Messung wurde mit Hilfe einer Eintheilung des Verticalfadens vorgenommen. Ein Theilstrich entspricht bei dem angewandten Instrument (Goniometer eines Universal-Instrumentes nach Groth-Fuess) $16\cdot8'$. Bezeichnet man den gemessenen Abstand der zweiten Fixfläche b vom Horizontalfaden mit δ , den zugehörigen wahren verticalen Bogenabstand der Fläche b von der justirten Zone ax mit η , den Winkel, den die justirte Zone ax mit der primären Zone ab in a einschliesst, mit α , so bestehen folgende Beziehungen:

$$\sin \eta = \frac{\sin \delta}{\sqrt{2}} \qquad \sin \alpha = \frac{\sin \eta}{\sin a b}$$

Aus α und ax ergibt sich dann die Position von x .

II. Dieser Weg war häufig deshalb nicht anwendbar, weil bei Justirung der Zone ax die zweite Fixfläche b schon ausserhalb des Gesichtsfeldes fiel. Es fiel aber wohl noch x in das Gesichtsfeld, wenn die Zone ab justirt wurde. Die Bestimmung von δ ist in diesem Falle ebenso einfach, wenn der Reflex x eine ausgeprägte

¹⁾ Zeitschrift für Kryst. IV, pag. 563.

Culmination besitzt. Häufig handelte es sich aber um ausgedehnte Reflexe, welche von a strahlenartig auslaufen, deren einzelne Theile unter verschiedenem δ das Gesichtsfeld passirten. Um hier den Winkel zu bestimmen, den der Strahl in a mit der Zone ab bildet, wurde folgendermassen verfahren: zuerst wurde die Zone ab justirt und jener Theil des Strahles x eingestellt, welchem ein bestimmtes δ , z. B. $\delta = 4$ oder $\delta = 8$ Theilstriche, zukam. Dann wurde die Drehung gemessen, welche den Ausgangspunkt des Strahles a in die Mitte des Gesichtsfeldes führte. Dieser Winkel ε_0 misst die Entfernung von a bis zu dem Fusspunkt des durch den eingestellten Theil von x gelegten, auf ab senkrechten Bogens; ε_0 bedarf aber noch einer Correctur Δ , welche von δ abhängt und zu addiren oder zu subtrahiren ist, je nachdem die Lichtquelle und die Normale von a auf entgegengesetzten Seiten oder auf derselben Seite von x liegen. Es gelten dann noch folgende Beziehungen:

$$\sin \gamma = \frac{\sin \delta}{\sqrt{2}}; \varepsilon = \varepsilon_0 \pm \Delta; \tan \Delta = \tan^2 \frac{\delta}{2}; \cot \alpha = \sin \varepsilon \cot \gamma.$$

Wird dann noch der Bogen zwischen dem hellsten Theil von x und a bei Justirung des Strahles ax gemessen, so erhält man wiederum aus α und ax die Position von x .

III. Eine besondere Anwendung gestattet diese Methode dann, wenn auf der Fläche a irgend eine bestimmte Zone durch eine Streifung ausgeprägt ist. Diese verursacht im Reflexbild von a das Auftreten eines scharfen Lichtstreifens. Wird nun die Zone zwischen a und einem beliebig gelegenen Aetzreflex x justirt, so bildet dieser Lichtstreifen mit dem Horizontalfaden des Fadenkreuzes einen Winkel, der in derselben Weise wie in II benützt werden kann, um den Winkel α zwischen der justirten Zone ax und der Streifenzone zu bestimmen.

Von grossem Vortheil ist dabei, dass der Winkel α , sowie der Bogen ax jeden beliebigen Werth haben kann, während in den früheren Fällen die Messung nur möglich ist, wenn entweder α oder ax klein ist, und eine gewisse, durch die Grösse des Gesichtsfeldes bedingte Grenze nicht überschreitet.

Man stellt wie früher so ein, dass der Lichtstreif bei einem bestimmten δ einschneidet, misst den zugehörigen Bogen ε_0 , der mit Bezug auf δ corrigirt wird, und erhält α wie früher. Dieses Verfahren wurde mit Erfolg bei Pyritoöderflächen angewandt, welche

die bekannte Streifung parallel oder senkrecht zur Grundkante besessen. Die erzielbare Genauigkeit hängt bei diesen Messungen sehr von der Präcision des Centralreflexes α ab.

2. Schimmermessungen.

Schimmermessungen können zwar niemals die Sicherheit einer goniometrischen Messung des Lichtbildes erreichen. Dennoch sind sie zur Controle ganz erwünscht und in manchen Fällen zur Orientirung unentbehrlich. Häufig sind die Lichtbilder wegen der Kleinheit der reflectirenden Flächenelemente undeutlich; unter dem Mikroskop kann dagegen das Ausblitzen sehr kleiner Flächen noch wahrgenommen werden.

Bei den Schimmermessungen wurde das Präparat mit der geätzten Fläche senkrecht zur Drehungsaxe auf den Mikroskoptisch gebracht und durch eine in geeigneter Weise aufgestellte Petroleumlampe erleuchtet. Wenn bei der Drehung des Objecttisches nacheinander verschiedene Schaaren von Aetzflächen schimmern, so misst die Drehung des Objecttisches den Azimutwinkel zwischen jenen Schimmerstellungen, d. i. den Winkel zwischen den Zonenkreisen, welche durch die Normalen der geätzten Fläche und die schimmernden Aetzflächen gelegt werden.

Das Eintreten eines deutlichen Schimmers ist indessen nicht nur von der richtigen Azimutstellung des Präparates gegen die Einfallsebene abhängig, welche durch die Lichtquelle und die Drehungsaxe bestimmt wird, sondern auch durch die richtige Wahl des Einfallswinkels, welchen der einfallende Strahl mit der Drehungsaxe und mit der Axe des Mikroskopes einschliesst. Fallen die beiden letzteren Richtungen, wie dies bei der gewöhnlichen Art der Beobachtung der Fall ist, zusammen, so können nur Flächenelemente schimmern, deren Normalen mit der Normale der geätzten Fläche einen Winkel einschliessen, der halb so gross ist, als der Einfallswinkel. Da aus praktischen Gründen dieser Winkel 80° nicht viel überschreiten kann, wird man höchstens unter 40° geneigte Aetzflächen der Schimmermessung unterziehen können. Wie in diesen Fällen bei Horizontalstellung der Mikroskopaxe gleichzeitig Azimut- und Incidenzwinkel gemessen werden können, wurde in einem früheren Aufsätze gezeigt.¹⁾

¹⁾ Diese Mitth. VII, pag. 212.

Man kann die oben erwähnte Grenze von 40° bedeutend erweitern, indem man die Mikroskopaxe mit der Drehungsaxe nicht zusammenfallen lässt, sondern zwischen die Richtung des einfallenden Strahles und die Drehungsaxe bringt. Zu diesem Behufe wird das Mikroskoprohr aus dem Stativ des umgelegten Mikroskopes entfernt und seitwärts, ebenfalls horizontal, an einem besonderen Stativ befestigt.

Durch geeignete gegenseitige Stellung der Drehungsaxe des Mikroskopisches, der Mikroskopaxe und des einfallenden Strahles ist man dann im Stande, auch sehr steile Flächenelemente der Schimmermessung zu unterziehen. Mit meinen jetzigen Mitteln war es aber nicht möglich, auch bei dieser Versuchsanordnung den Einfallswinkel und den Winkel zwischen Mikroskop- und Drehungsaxe zu bestimmen, was erforderlich wäre, um annähernd den Winkel zu erfahren, den die schimmernden Flächenelemente mit der geätzten Fläche einschliessen. Auch leidet dieses Verfahren noch an grosser Unbequemlichkeit und Umständlichkeit und ist daher noch der Verbesserung bedürftig.

Die mittelst Schimmermessung gewonnenen Schimmer-Azimute können dann leicht verwendet werden, wenn wenigstens eine Schaar von Aetzflächen in einer bekannten Zone liegt, oder, wenn das nicht der Fall ist, auch dann, wenn die geätzte Fläche Symmetrielinien besitzt. Gleiche Schimmerstellungen müssen sich dann rechts und links wiederholen, der halbe Azimutwinkel zwischen beiden bestimmt das Azimut gegen die Symmetrielinie.

Schwieriger ist die Beziehung der Schimmer-Azimute bei Flächen ohne Symmetrielinie. Auf der Oktaëderfläche des Pyrit tritt nach der Aetzung Schimmer in drei Azimuten auf, welche untereinander 120° einschliessen. Wie aber diese Richtungen auf der Oktaëderfläche orientirt sind, ist erst zu ermitteln.

Ich versuchte die Lösung dieser Aufgabe auf folgendem Wege, welcher der Bestimmung der Auslöschungsrichtung in einer Krystallplatte nachgebildet ist.

Auf dem Objecttisch ist eine Linie eingerissen, welche durch den Drehungsmittelpunkt geht. An dieselbe wird eine Glasplatte mit abgeschliffenem Rande angelegt und der Objecttisch so lange gedreht, bis die im Mikroskop sichtbare Kante parallel ist mit dem Verticalfaden des Oculares. Dann wird vor dem Objecttisch ein

Senkel aufgehängt und eine in passender Entfernung aufgestellte Petroleumlampe (Flachbrenner, mit der schmalen Seite dem Mikroskop zugekehrt) so lange verschoben, bis der Schatten des Senkelfadens die eingerissene Linie am Objecttisch genau deckt. Alsdann geht die Einfallsebene des Lichtes durch den Verticalfaden im Ocular.

Nun bringt man den geätzten Krystall auf den Objecttisch, stellt erst eine bestimmte Kante auf den Verticalfaden im Ocular ein, dann die zu messende Schaar von Aetzflächen auf das Schimmermaximum. Die Ablesungsdifferenz gibt den Winkel zwischen Schimmerazimut und der betreffenden Kante.

Darstellung der Resultate.

Das Hauptaugenmerk bei den folgenden Untersuchungen war darauf gerichtet, in jedem speciellen Fall die Position der Aetzflächen durch Messung möglichst genau zu ermitteln und die gefundene Position in eine Projection einzutragen. Schon die bisherigen Untersuchungen haben ergeben, dass die Aetzflächen in ihrer realen Lage keineswegs immer Flächen mit einfachen Indices entsprechen, ja dass sie häufig nicht einmal genau in der von der Theorie geforderten primären Zone liegen. Einseitige Abweichungen von der Aetzzone fanden bei den bisher untersuchten Mineralen nur dann statt, wenn die Aetzfigur auf einer ausserhalb der „Aetzzone“ liegenden Fläche war erzeugt worden. Diese Abweichungen wurden durch „Schleppung“ erklärt, sie haben mit dem molecularen Bau nichts zu thun.

Beim Pyrit kommen solche einseitige Abweichungen auch in solchen Fällen vor, wo sie durch „Schleppung“ nicht erklärt werden können; sie sind hier im Krystallbau begründet. Um so grösseres Gewicht musste auf eine möglichst genaue, von willkürlicher Deutung befreite Symbolisirung und Projection der Aetzflächen gelegt werden. Eine solche Willkür läge aber darin, wenn anstatt der unmittelbar durch die Rechnung gegebenen irrationalen Indices naheliegende einfache, rationale Indices eingesetzt würden. Daher wurde diese einfache Symbolisirung grundsätzlich unterlassen. Es wird Gegenstand eines besonderen Abschnittes sein, auch hier den Zusammenhang mit dem Parametergesetz zu verfolgen. Die Symbole der Aetzflächen sind so berechnet, dass der letzte Index = 1000 wird. Da bei der Darstellung immer von den Flächen des Krystallraumes 001 . 101 . 111

ausgegangen wurde, erscheinen die beiden ersten Indices in der Regel als dreiziffrige ganze Zahlen. Mehr Ziffern anzugeben hat keinen Sinn, da schon die dritte Stelle nach der Natur der Messungen unsicher ist. Der letzte Index 1000 wurde als selbstverständlich weggelassen. Die Indices bestehen daher aus zwei meist dreiziffrigen Zahlen. Die angenommene Symbolisirung (welche dem jüngst erschienenen 1. Heft des „Index der Krystallformen“ von Goldschmidt entlehnt ist) empfiehlt sich insbesondere auch deshalb, weil von derselben leicht zur Projection übergegangen werden kann.

Bei der Darstellung ist festgehalten, dass sich alle Angaben auf die Flächen im Oktanten vorne, oben, rechts beziehen, speciell auf die Flächen 001, $\pi(102)$, 101, $\pi(201)$, 111.

Um bei Besprechung einzelner Krystalle die schleppende Fundortsbezeichnung zu vermeiden, ist mit einer römischen Ziffer auf das Fundortsverzeichnis pag. 240 hingewiesen. Eine arabische Ziffer daneben bezieht sich auf die Nummer des Krystalls in meinem Beobachtungsbuch. Die hinter den berechneten Indices stehende Ziffer in Klammer verweist auf ein Verzeichnis und eine Projection der Aetzflächen, welche im dritten Abschnitt dieser Arbeit zur Behandlung gelangen werden.

Von den verschiedenen Aetzmitteln zeigten einerseits die Säuren, andererseits die Alkalien grosse Uebereinstimmung, gegeneinander gehalten dagegen grosse Verschiedenheit. Daher wird zusammenfassend zuerst das Verhalten aller untersuchten Flächen gegen Säuren, sodann gegen Alkalien geschildert.

I. Aetzung mit Säuren.

1. Würfelfläche 001.

Auf der Würfelfläche des Pyrit erhält man je nach Art und Concentration der angewandten Säure etwas verschiedene Figuren, die aber doch viel Gemeinsames besitzen. Besonders charakteristisch ist, dass alle angewandten Säuren nach kurzer Einwirkung eine Streifung entstehen lassen, welche sich übrigens auch nach längerer Aetzdauer zwischen den tieferen Aetzgrübchen deutlich erhält. Die Streifung ist stets parallel mit der Combinationskante von $\pi(102)$. Sie wird hervorgebracht durch enger- oder weiterstehende, rinnenförmige Aetzgrübchen, deren Form übrigens von einem langen

b) Salpeter-Salzsäure.

Die bei Anwendung dieses Aetzmittels entstehenden Figuren sind mannigfaltig. Am häufigsten trifft man Figuren von der Form Taf. II, Fig. 2 *a* und 2 *b*. Dieselben bestehen aus einem tieferen Theil, welcher die Form eines vertieften Pentagon-Dodekaäders wiedergibt, und aus einem flacheren, welcher einen rhombischen Umriss hat und von 4 Flächen eines Dyakis-Dodekaäders gebildet wird.

Der tiefere Theil wird in den am regelmässigsten ausgebildeten Figuren von 8 Flächen umschlossen, welche die Lage von Pentagon-Dodekaederflächen haben. Es tragen nicht nur die 4 gegen die geätzte Fläche geneigten, sondern auch die senkrecht zur geätzten Fläche orientirten Dodekaederflächen zur Begrenzung bei. Der Anblick der Figur lehrt, dass das betreffende Pentagon-Dodekaeder von $\pi(102)$ nicht stark abweicht. Die regelmässige Form findet sich aber kaum in der Hälfte der Fälle ungestört. Sehr häufig sieht man Formen, wie sie Fig. 2 *c—e* zeigt, die sich durch ungleiche Ausdehnung derselben Flächen erklären lassen. Aehnliche Verzerrungen treten oft gruppenweise auf.

Für die Bestimmung der Dyakis-Dodekaederflächen π sind jene Formen wichtig, an denen nur die benachbarten Dodekaederflächen betheilig sind: Fig. 2 *f* und 2 *g*. Man sieht, dass diese mit den Flächen π annähernd parallele Kanten bilden.

Der Raum, welcher von tieferen Aetzfiguren frei bleibt, ist von schmalen, rinnenförmigen, an den Enden öfter ausgezackten Aetzgrübchen (*h*) eingenommen, die den Eindruck einer feinen Riefung hervorbringen.

Die Lichtfigur eines Krystalles (I. 180 *a*), welcher eine Minute geätzt war, zeigt Fig. 3. Die Reflexe der entfernteren Dodekaederflächen sind nicht eingezeichnet. Bei kurz dauernder Aetzung sind sie zu lichtschwach, um gemessen zu werden. An der gezeichneten Lichtfigur sind daher nur jene Flächen betheilig, welche die Aetzfigur Fig. 2 *f*, *g* bilden.

Die Messung ergab:

$h p_1 = 23^\circ 14'$	$h p_2 = 22^\circ 36'$	Mittel: $h p = 22^\circ 55'$
$h \pi_1 = 27^\circ 40'$	$h \pi_3 = 29^\circ 2'$	$h \pi = 28^\circ 21'$
$h \pi_2 = 27^\circ 58'$	$h \pi_4 = 28^\circ 45'$	
$\pi_1 \pi_2 = 26^\circ 26'$	$\pi_3 \pi_4 = 27^\circ 9'$	$\pi \pi = 26^\circ 48'$

Hieraus ergibt sich:

$$p = (423 \cdot 0) \dots \dots \dots (3).$$

$$\pi = (470 \cdot 263) \dots \dots \dots (4).$$

Unter dem Mikroskop zeigt eine solche Würfelfläche Schimmer in sechs Stellungen, zwei, wenn das Licht senkrecht zur Kante von π (102) einfällt, entsprechend p , vier in schräger Stellung, entsprechend π . Für die Schimmerstellungen wurden am Theilkreis folgende Azimute abgelesen:

π_1	p_1	π_2	π_3	p_2	π_4
186·8	214·1	242·9	3·7	33·4	59·7

Dies gibt für den Winkel $ph\pi$ folgende Werthe:

$$27\cdot3, 28\cdot8, 29\cdot7, 26\cdot3 \quad \text{Mittel } 28\cdot30.$$

Die Rechnung ergibt für denselben Winkel unter Zugrundelegung der goniometrisch bestimmten Position von π $29^\circ 17'$.

Bei einem zweiten ähnlich behandelten Krystall wurde dieser Winkel bestimmt zu $26\cdot2^\circ$.

Ein glänzender glatter Würfel (VIII. 235), welcher in ähnlicher Weise behandelt wurde, zeigte nur spärlich die tieferen Aetzgrübchen, ganz vorherrschend die flachen kahnförmigen Rinnen. Bei den tieferen Aetzfiguren herrschen die Dyakis-Dodekaëderflächen vor, der tiefere Theil erscheint in der Mitte des rhombischen Grübchens ganz klein (Taf. II, Fig. 4). Das Lichtbild zeigt auch einige Abweichungen. Zwischen h und p tritt noch eine allerdings sehr lang gestreckte, aber lichtstarke Culmination p' auf, offenbar den so stark entwickelten, kahnförmigen Rinnen entsprechend.

Die Messung ergab:

$$h p_1 = 26^\circ 27' \quad \text{Mittel } hp = 26^\circ 26\cdot5'$$

$$h p_2 = 26^\circ 26'$$

$$h p_1' = 9^\circ 57'$$

$$h p' = 10^\circ 12'$$

$$h p_2' = 10^\circ 27'$$

$$h \pi_1 = 26^\circ 55' \quad h \pi_3 = 26^\circ 32' \quad h \pi = 26^\circ 59'$$

$$h \pi_2 = 27^\circ 4' \quad h \pi_4 = 27^\circ 19'$$

$$h_1 \pi_1 = 79^\circ 5' \quad h_2 \pi_3 = 79^\circ 43' \quad h_1 \pi = 79^\circ 12' \text{)}$$

$$h_1 \pi_2 = 79^\circ 22' \quad h_2 \pi_4 = 78^\circ 40'$$

¹⁾ Die Flächen h_1 und h_2 sind die benachbarten Würfelflächen 010 und 010̄.

Der Complex $\pi_1 \varphi \pi$ zeigt im Allgemeinen grosse Aehnlichkeit mit dem Complex $\pi \varphi \pi$. Man könnte sagen, von einem Lichtbilde, welches gegen 010 so liegt, wie der mittlere Theil zu 001, hat die stärkere Aetzung den äussersten Rand enthüllt. Allerdings ist die Aehnlichkeit der gegenseitigen Lage von π und φ mit der von π und φ grösser als diejenige der Positionen gegen die nächst gelegenen einfachen Zonen. Dies wird sofort deutlich, wenn man π und φ in den Krystallraum zwischen 001 . 101 . 111 überträgt. Es ergeben sich dann die zweiten Zahlen, welche ebenso wie die Vergleichung der bezüglichen Projectionspunkte in Fig. 45, Taf. IV den Unterschied erkennen lassen. Der Grund dieser Verschiedenheit kann zum Theil in der „Schleppung“ gefunden werden. In der That liegt φ näher an 001 als eine zu φ gehörige Fläche thun würde. Weniger klar ist der Zusammenhang bei den π -Flächen, welche übrigens ungleich weniger sicher bestimmt sind.

Wären die betreffenden Flächen nicht gar zu steil geneigt gegen 001, so würde es möglich sein, auch noch Theile der um 100 gruppierten Lichtfigur zu beobachten. Schon bei diesen Beobachtungen tritt das Verhältnis deutlich hervor, dass in den Krystallräumen, welche dem zwischen 101 . 111 . 100 nach dem Gesetz der pyritoëdrischen Hemiëdrie analog sind, keine Aetzflächen auftreten.

Wir wollen nun, die Betrachtung der Lichtfigur verlassend, zu den Aetzfiguren übergehen. Zunächst beobachtet man auf der geätzten Fläche ein eigenthümlich fleckiges Aussehen (vergl. Taf. IV, Fig. 44). Manche Stellen erscheinen sehr glänzend, wenig geätzt (*a*); sie liefern hauptsächlich die inneren Theile der Lichtfigur, die Verbreiterung von *h* und *p'*; hier herrschen die oft genannten, flachen, kahnförmigen Rinnen. Nebst dem treten grössere regelmässige Aetzfiguren auf, welche der Fig. 2 *a* gleichen, und welche die Reflexe *p* und π liefern.

Andere Theile der Fläche, und zwar die grössten sind stärker geätzt, erscheinen minder glänzend (*b*). Sie sind massenhaft von tiefen Aetzfiguren bedeckt, welche eng gedrängt stehen, so dass vielfach nur die Centraltheile zu sehen sind, während die Rhomben von π gebildet, spärlich auftreten.

Diese Felder sind von zweierlei entgegengesetzter Orientirung, die einen zeigen lauter Aetzfiguren der Form Fig. 2 *e*, die anderen lauter Aetzfiguren von der Form *d*. Die ersten geben im Lichtbild den

Reflex φ_2 , die anderen den Reflex φ_1 . Während die ersten bei Einstellung auf den Reflex φ_2 lebhaften Schimmer zeigen, sind die anderen dunkel, und umgekehrt. Stellt man den Reflex π ein, so erscheint der Schimmer ganz gleichmässig über die Fläche verbreitet. Auch bei Einstellung von p schimmern zwar vorherrschend die glänzenden Felder a in einzelnen Punkten, vereinzelt flimmern aber auch in den Feldern b Pünktchen auf. Bei Einstellung der Reflexe p' und h schimmern bloss die glänzenden Felder a , während die Felder b ganz dunkel sind. Bei Einstellung der Reflexe π und φ ist der Schimmer ebenfalls über die ganze Fläche ziemlich gleichmässig verbreitet.

Somit würden die Felder a ein disymmetrisches Lichtbild liefern, bestehend aus den Reflexen h , beiden p' , beiden p , allen vier π . Man erkennt darin unschwer das Bild, welches in Fig. 3, Taf. II. nach kürzerer Aetzdauer dargestellt ist.

Die Felder b_1 , welche die Aetzfiguren e tragen, hätten für sich ein monosymmetrisches Lichtbild, bestehend aus φ_1 und den vier π , die Felder b_2 , welche die Aetzfiguren d tragen, hätten ein ebenfalls monosymmetrisches Lichtbild, bestehend aus den vier π und φ_2 .

Die Vertheilung der verschiedenen Felder ist eine regellose, die Begrenzung nirgend eine gradlinige. Ich beschränke mich hier auf die blosse Beschreibung; ein Erklärungsversuch soll später folgen.

c) Rauchende Salpetersäure.

Dieses Aetzmittel liefert bei sehr kurzer Einwirkung (20 Sec.) scharfe Aetzfiguren. Fig. 6 zeigt häufig vorkommende Typen. Der Hauptunterschied gegenüber den Figuren, welche Salpeter-Salzsäure hervorruft, liegt in dem Mangel des stark vertieften Centraltheiles, ferner darin, dass die $\pi(hkl)$ Flächen mit den $\pi(hOl)$ keine parallelen, sondern gegen den Rand der Figur convergirende Kanten bilden. Manchmal fehlen die $\pi(hOl)$ gänzlich; anderseits kommen lang-kahnförmige flache Figuren vor, die schliesslich in eine zarte Riefung übergeben.

Sehr häufig finden sich auch hier monosymmetrische Figuren, bald solche verschiedener Stellung vermischt, bald gruppenweise parallel gestellt.

Bei kurzer Dauer der Einwirkung sind die Aetzfiguren zu klein, um ein deutliches Lichtbild zu liefern. Unter dem Mikroskop

beobachtet man dagegen deutliche Schimmererscheinungen. Fällt das Licht senkrecht zur Combinationskante mit $\pi(102)$ ein, so zeigt sich ein über die ganze Fläche verbreiteter matter und wenig präciser Schimmer, der infolge dessen schwierig zu fixiren ist. Er entspricht der feinen Streifung. Bei Drehung nach rechts und links treten dann in symmetrischen Stellungen einzelne glänzende Punkte hervor; dieselben zeigen zu beiden Seiten der Ausgangsstellung je zwei Maxima; ein inneres, hervorgebracht durch zahlreiche kleine schimmernde Punkte, ein äusseres, hervorgebracht durch spärliche, aber grössere Flächen. Die beiden Schimmerstellungen links und rechts schliessen folgende Winkel ein:

$$\begin{array}{l} I_1 . I_2 = 26 \cdot 8^\circ \text{ berechnet } [1\bar{4}0] \ 28^\circ 2' \\ II_1 . II_2 = 52 \cdot 7^\circ \quad [1\bar{2}0] \ 53^\circ 8' \end{array}$$

Die Schimmerstellungen fallen ungefähr in die Zonen $[1\bar{4}0]$ und $[1\bar{2}0]$, welche die oben unter „berechnet“ geschriebenen Winkel verlangen. Die erste entspricht den langgezogenen Figuren, Fig. 6 *b*, die zweite den grösseren Figuren, Fig. 6 *a*, Taf. II.

Uebrigens findet der Eintritt des Schimmers in den bezeichneten Stellungen nicht präcise statt, sondern man beobachtet bei der Drehung von der Ausgangsstellung, dass erst einige wenige Punkte aufleuchten, dass ihre Zahl bei weiterer Drehung zunimmt bis zu einem Maximum, dann ebenso wieder abnimmt. Die Einstellung erfolgt auf das allerdings schwer festzuhaltende Schimmermaximum.

Diese Beobachtung wird durch die mikroskopische Betrachtung der Gelatineabgüsse bestätigt, welche zeigt, dass zwischen den feinen Riefen, den Figuren *b* und *a*, alle möglichen Uebergänge vorkommen. So zeigt auch der rhombische Umriss der grösseren Figur *a* sehr verschiedene Winkel.

Bei etwas länger dauernder Aetzung nehmen besonders bei *I* die grossen Aetzfiguren an Menge zu und werden bedeutend grösser; dann beobachtet man auch ein Lichtbild, welches freilich an Schärfe das Lichtbild der Salpeter-Salzsäure bei weitem nicht erreicht. Fig. 7 zeigt dasselbe nach einem Würfel (I. 301), welcher 3 Minuten geätzt worden war.

Man erkennt wiederum eine Linie mit Culminationen an den Enden, die $\pi(hkl)$ -Flächen sind nicht durch gesonderte Reflexe, sondern durch divergirende Lichtschweife ausgeprägt, welche sich

an die Endculminationen p anschliessen. Diese zeigen folgende Abmessungen:

$$\begin{aligned} hp_1 &= 25^\circ 50' & \text{Mittel } hp &= 25^\circ 54' & p &= (459 \cdot 0) \cdot \cdot \cdot (14). \\ hp_2 &= 25^\circ 58' \end{aligned}$$

Bezüglich der $\pi(hkl)$ -Flächen ergibt sich sowohl aus der Betrachtung der Aetzfigur als aus dem Lichtbild, dass dieselben in eine andere Zone fallen müssen als die analogen Flächen, welche Salpeter-Salzsäure hervorbringt. Wir werden auf diesen Punkt bei der Besprechung der Pyritoöderfläche zurückkommen.

Bei der Aetzung der Würfelfläche mit Säuren treten gewisse gemeinsame Züge hervor, die hier nochmals zusammengestellt werden mögen.

Besonders charakteristisch ist das Auftreten einer Streifung parallel jener Würfelfläche, welcher die Combinationskante mit $\pi(102)$ parallel geht.

An den Aetzfiguren betheiligen sich vornehmlich Flächen von positiven Pentagondodekaëdern, und zwar hauptsächlich solche, welche zwischen $\pi(102)$ und 001 liegen; spärlich kommen solche vor, die zwischen $\pi(102)$ und 101 liegen. Von den Pentagondodekaëdern liegen viele nahe bei $\pi(102)$. Man könnte somit nach dem bisherigen Gebrauch die Zone $[\pi(102) \cdot 001]$ als Hauptätzzone bezeichnen.

Die Dyakisdodekaëderflächen variiren in ihrer Lage je nach der angewandten Säure, können auch gänzlich fehlen. Es wurden ausschliesslich Flächen von positiven Dyakisdodekaëdern beobachtet.

Auf die ausserordentlich grosse Aehnlichkeit der Aetzfiguren des Pyritwürfels mit denen, welche auf der Dodekaëderfläche von Bleiglanz und Magnetit, ferner auf der Würfelfläche von Zinkblende von mir beobachtet wurden, ferner auf die grosse Aehnlichkeit im Verhalten der Flächen (100) und (001) am Aragonit nach v. E b n e r¹⁾ mag hier beiläufig hingewiesen werden.

¹⁾ Sitzungsber. Wien. Akad. Bd. 91. II. Abth.

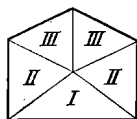
2. Pyritoöderfläche $\pi(102)$.

Ich beginne mit der Schilderung der Aetzfiguren, welche

a) Salpeter-Salzsäure

hervorruft. Dieselben sind insoferne den Aetzfiguren auf 001 analog, als man auch hier einen flacheren und einen tiefer eingesenkten Theil unterscheiden kann. Auch sind die Flächen, welche sich dabei betheiligen, von ähnlicher Lage wie auf der Würfelfläche.

Der tiefer eingesenkte Theil allein wurde schon von G. Rose beobachtet und gezeichnet. In der Regel zeigt er fünfseitigen Umriss (vergl. hierzu die nebenstehende Figur *a*). Eine der Seitenflächen (*I*) liefert stets eine der Grundkante des Pyritoeders parallele Kante. Die anderen verlaufen beiläufig so wie die vier anderen Kanten der Pyritoöderfläche, gehen ihnen jedoch nicht streng parallel. Schon G. Rose beobachtete, dass die Seitenflächen *II* häufig mit parallelen Kanten einschneiden (Taf. II, Fig. 8 *a, b, c*) auch der von den Flächen *III* gebildete Winkel am Scheitel ist häufig merklich stumpfer als $121^{\circ} 30'$, was den Flächen $\pi(210)$ und $\pi(2\bar{1}0)$ entsprechen würde. Bisweilen wird dieser tiefere Theil sechseckig, indem an Stelle der einfachen Fläche *I* zwei Flächen treten (Fig. 8 *a, e*); auch rechteckige Formen kommen vor, wenn statt der beiden Flächen *III* eine einzige auftritt (Fig. 8 *b*).



Das Innere dieses vertieften Theiles ist schwer zu beurtheilen, da die betreffenden Flächen sehr steil niedersteigen. Bisweilen scheint der Boden durch ein der geätzten Fläche paralleles Fünfeck gebildet (Fig. 8 *c*), in anderen Fällen vereinigen sich die Flächen, wie es scheint, zu einer Spitze (Fig. 8 *g*). Bei den Sechsecken (Fig. 8 *a, e*) erhält man bisweilen den Eindruck, als würden die unteren Kanten durch überhängende Wände gebildet, der Hohlraum also unter die Ränder in schräger Richtung nach unten eingesenkt sein; dann wären die unteren Flächen die parallelen Gegenflächen zu *III*.

Am besten lassen sich noch die unpaaren Flächen *I* übersehen. Dieselben liegen constant und genau in der Zone $[102.001]$, lassen häufig mehrere in derselben Zone liegende Facetten erkennen und sind überhaupt das constanteste Element der sonst sehr mannigfaltigen Figuren.

Zu dem flacheren Theil der Figuren übergehend, bemerken wir zunächst, dass derselbe nach unten mit einer ziemlich steilen Fläche abschliesst, welche sich häufig geradezu als die erweiterte Fläche I des vertieften Theiles darstellt (Fig. 8 *f*), in anderen Fällen kann sie auch in der Mitte des vertieften Theiles ansetzen. Auch diese Fläche zeichnet sich durch Geradlinigkeit und Regelmässigkeit aus. Nach oben hin folgen zwei paarige und eine unpaarige Fläche. Die zwei paarigen, welche die Seitenränder bilden, sind vollkommen glatt und glänzend (π), manchmal etwas gekrümmt, bei guten Figuren machen sie parallele oder unter einem kleinen nach oben offenen Winkel ¹⁾ geneigte Kanten mit der Pyritoöderfläche (vergl. Fig. 8 *d, e*). Dies kann aber nur in dem seltenen Falle beobachtet werden, als eine einzelne Aetzfigur isolirt auftritt. Wenn sie sich mit anderen verschneidet, entsteht häufig ein winkliger Verlauf des Randes (Fig. 8 *f*). Die π -Flächen liegen also so wie die entsprechenden des Würfels in der Zone $[\pi(102) \cdot 010]$ oder aus dieser etwas gegen die Würfelfläche 001 verschoben.

Die unpaare Fläche (φ) unterscheidet sich auffallend von den paarigen Seitenflächen. Bei isolirten Figuren geht sie allmähig und ohne scharfe Kante in die geätzte Fläche über (Fig. 8 *f*), ist stark und zwar häufig convex gekrümmt und nie glatt, sondern mit kleinen Aetzhügeln besetzt, von einer Form, wie wir sie später auf 101 wieder finden werden. Es macht ganz den Eindruck, als wäre die Aetzfigur hier nicht von einer durch den Molecularbau vorgezeichneten Fläche grossen Lösungswiderstandes, sondern durch eine Fläche geschlossen, welche nur der Ausebnung der entstandenen Vertiefung ihre Entstehung verdankt. Man könnte derartige Aetzflächen als „falsche“ Aetzflächen bezeichnen.

Nicht selten fehlt der tiefere Theil des Aetzgrübchens; dann wird die Figur doch am unteren Rande von einer steil abfallenden Fläche, welche der Lage von I entspricht, begrenzt.

Kleine flache Grübchen füllen dicht gedrängt den Zwischenraum zwischen den grösseren selbständigen Figuren (Fig. 8 *h*). — Andererseits stehen oft, namentlich in der Mitte der Pyritoöderfläche,

¹⁾ Ich will in Hinkunft den Winkel zweier Richtungen auf der Pyritoöderfläche positiv nennen, wenn derselbe nach oben (gegen 001) offen ist, den umgekehrten negativ.

die Aetzfiguren so dicht, dass die flacheren Theile gar nicht zur selbständigen Entwicklung kommen (Fig. 9).

Das zugehörige Lichtbild zeigt Fig. 10 nach einem Krystall (II. 210), welcher 1 Minute geätzt worden war. Es ist das Lichtbild der beiden Flächen 102 und $\bar{1}02$ gezeichnet in Projection auf die Würfelfläche. Die mit p, p_1, p_2 bezeichneten Reflexe entsprechen den Flächen I der vertieften Figur; ausserdem besteht ein lang gezogener Reflex, welcher der Würfelfläche entspricht, der aber wegen Lichtschwäche nicht gemessen wurde. Auf jeder Pyritoöderfläche schimmern die in der Aetzzone liegenden Seitenflächen I , wenn die Reflexe p_1, p_2 derselben Seite, ausserdem auch, wenn h ferner p_1, p_2 und p der anderen Seite eingestellt werden.

Die Reflexe π entsprechen den gleich bezeichneten Flächen des flachen Theiles der Aetzfigur; sie liegen in der Zone [102.010]; der beide verbindende Lichtbogen entspricht der „falschen“ Aetzfläche ϕ . Der hellste Theil desselben fällt allerdings in die Verlängerung der Zone [001.102], welche oben als Aetzzone bezeichnet wurde, ist aber durch eine scharfe Culmination, wie sie p_1 und p_2 , selbst π darstellen, nicht bezeichnet.

Die Messung ergab:

$$\begin{array}{ll} \phi \phi' = 57^\circ 52' & \phi = (553 . 0) \quad (15). \\ p p' = 53^\circ 2' & p = 102 \\ p_1 p_1' = 46^\circ 18' & p_1 = (427 . 0) \quad (16). \\ p p_1 = 8^\circ 56' & p_2 = (321 . 0) \quad (17). \\ p \pi_2 = 9^\circ 30' & \text{Mittel } p\pi = 9^\circ 8' \quad \pi = (500 . 180) \quad (18). \\ p \pi_3 = 8^\circ 47' & \end{array}$$

Bezüglich der Seitenflächen II und III des tieferen Theiles der Aetzfigur wurden nur Schimmermessungen ausgeführt; dieselben erweisen in Uebereinstimmung mit dem früher Gesagten, dass dieselben den übrigen Flächen der Form $\pi(102)$ nicht genau entsprechen. Es wurden die Azimutwinkel zwischen den entsprechenden Schimmerstellungen rechts und links gemessen. Dieselben werden + gezählt, wenn sie nach oben offen sind, — wenn sie nach unten offen.

$$\begin{array}{ll} II, II_r = + 170 \cdot 1^\circ & \text{berechnet } + 154^\circ 48' \\ III, III_r = - 51 \cdot 0^\circ & \quad \quad \quad - 58^\circ 24' \end{array}$$

Unter berechnet sind die Winkel gesetzt, welche $\pi(102)$ erfordern würde.

Da die mit *II* und *III* bezeichneten Flächen bei kurzer Aetzdauer keine deutlichen Reflexe gaben, wurden einige Krystalle längere Zeit der Aetzung ausgesetzt. Allerdings verlieren dann die π -Reflexe an Schärfe, da die Aetzfiguren sich in der Ausbildung des flacheren Theiles durch Ineinandergreifen stören.

Einigermassen gut entwickelt sind sie noch bei einem Krystall (II. 233) der Combination $\pi(210)(111)$, welcher 2 Minuten geätzt worden war.

Der Seitenfläche *I* entspricht eine Reihe von Einzelreflexen, welche seitlich scharf begrenzt in der Zone $[\pi(102) \cdot \pi(\bar{1}02)]$ liegen. Die Messungen, bei denen die anderen Krystallflächen verdeckt wurden, ergaben:

$$p p_1 = 27^\circ 35' \quad p_1 = (\bar{1}\bar{7} \cdot 0) \dots \dots (19).$$

$$p p_2 = 41^\circ 34' \quad p_2 = (\bar{2}\bar{6}\bar{8} \cdot 0) \dots \dots (20).$$

$$p p_3 = 52^\circ 20' \quad p_3 = (\bar{4}\bar{8}\bar{3} \cdot 0) \dots \dots (21).$$

Dem flacheren Theil der Aetzfigur entspricht wiederum der Lichtbogen φ , und zwei Reflexe π , welche aus der Zone $[102 \cdot 010]$ etwas gegen 001 verschoben sind. Es wurde bei Einstellung der Zone $[\pi_1 \cdot \pi_2 \cdot 010]$ die Abweichung des Reflexes von *p* und der Winkel $\pi \pi$ bestimmt:

$$p \varphi = 2^\circ 37' \quad \varphi = (559 \cdot 0) \dots \dots (22).$$

$$\pi_1 \pi_2 = 22^\circ 45' \quad \eta \text{ von } p = 49' 30'' \quad \pi = (482 \cdot 224) \dots \dots (23).$$

Aus dieser Position berechnet sich der Winkel $\pi_1 p \pi_2$ zu $171^\circ 48'$; die Messung mittelst Einstellung auf das Maximum des Schimmers, wobei indessen zu bemerken ist, dass dasselbe sehr wenig präcise ist, ergab $+167^\circ$ bei einem Incidenzwinkel von circa 11° .

Zur Bestimmung der Seitenflächen *II* und *III* wurde folgender Weg eingeschlagen. Es wurden die Zonen $[p \text{ II}]$ und $[p \text{ III}]$ eingestellt, die Bögen gemessen und gleichzeitig die Abweichung η der Reflexe von 021 und 210 von den eingestellten Zonen bestimmt. Zur Controle wurden auch bei sehr schräger Incidenz die Schimmerwinkel II_i , II , und III_i , III , gemessen und mit dem aus der gefundenen Position berechneten verglichen. Die Resultate gibt folgende Tabelle.

	Winkel zu p	τ	Position	Uebertragen in den I. Krystallraum	Schimmerwinkel	
					gerechnet	gemessen
II	64° 56'	6° 25'	(264 . 2154)	(465 . 123) (24)	+ 168° 48'	+ 171° 9'
III	59° 5'	6° 32' 5'	(9037 . 3103)	(343 . 111) (25)	— 44° 14'	— 46°

In der Projectionsfigur, Taf. II, Fig. 11, sind die gefundenen Positionen mit Ringen eingezeichnet. Die von *II* entspricht, wie man sieht, ziemlich genau der Lage, welche die π -Reflexe der Lichtfigur von 021 oder 010 haben würden. Bezüglich *III* ergibt sich keine so einfache Beziehung.

Genauere Messungen konnten an einem horizontal gestreiften Pyritoöder (I. 302) angestellt werden. Dasselbe wurde ebenfalls 2 Minuten geätzt, zeigte sich indessen stärker angegriffen, die tiefen Aetzgrübchen stehen dicht gedrängt; daher ist der flache Theil der Aetzfiguren mangelhaft entwickelt und im Lichtbild fehlen π -Reflexe vollständig. Der Lichtbogen φ erscheint verdoppelt und ist am Ende in mehrere Spitzen ausgefranst, welche knapp bis zur Zone 102 . 010 reichen. Der Fläche *I* des tieferen Theiles der Aetzfigur entspricht ein einziger kräftiger Reflex, welcher ziemlich genau die Lage von $\bar{1}02$ hat. Die bezüglichen Messungen ergaben:

$$p p' = 53^\circ 28' \quad p' = (\bar{5}0\bar{7} . 0) \quad (26).$$

$$p \varphi_1 = 2^\circ 4' \quad \varphi_1 = (546 . 0) \quad (27).$$

$$p \varphi_2 = 4^\circ 50' \quad \varphi_2 = (610 . 0) \quad (28).$$

Die Reflexe der Seitenflächen *II* und *III* sind hier sehr complicirt und bestehen aus mehreren gesonderten Reflexen. Bei *II* konnten 2 derselben (*a* und *b*) gemessen werden, noch andere verathen sich durch Schimmer, entziehen sich aber wegen allzugrosser Steilheit der Messung am Goniometer. *III* liefert 4 getrennte Reflexe, *a, b, c, d* (vergl. Fig. 11, Taf. II.)

Zur Bestimmung der Position dieser einzelnen Reflexe wurden die Winkel zu *p* gemessen unter genauer Justirung der betreffenden Zone, gleichzeitig wurde der Winkel bestimmt, welchen die betreffende Zone mit der Grundzone [102 . $\bar{1}02$] einschliesst, welche an der Krystallfläche durch eine geradlinige Streifung, im Reflex durch

einen scharfen Lichtstreif markirt ist. Diese letztere Bestimmung erfolgte nach der pag. 244 auseinandergesetzten Methode.

Es wurden die Bestimmungen sowohl auf die rechts als auf die links liegenden Seitenflächen ausgedehnt. Zur Berechnung dienten die Mittelwerthe beider Bestimmungen.

In der auf pag. 262 und 263 unten folgenden Tabelle sind die auf die einzelnen Reflexe bezüglichen Messungen zusammengestellt, und zwar in den ersten beiden Columnen die Winkel mit p rechts und links, in der 3. das Mittel beider. Die 4. Columne enthält das δ , welches dem Lichtstreif (der Zone 102. $\bar{1}02$) gegeben wurde; die 5. und 6. die Bögen ϵ , um welche bei dieser Einstellung der Centralreflex vom Mittelpunkt entfernt war, bereits mit der erforderlichen Correctur; die 7. das Mittel beider; die 8. das aus diesen Daten berechnete Azimut der eingestellten Zone. Ausgangspunkt der Zählung ist die Zone 102. $\bar{1}02$. Das Azimut ist + oder — bezeichnet, je nachdem der betreffende Winkel nach oben (gegen 001) oder nach unten offen ist. Die 9. die Position des Reflexes, die 10. die in den I. Krystallraum übertragene Position, die 11. die Nummer, welche auf die Projection, Taf. IV, Fig. 45, hinweist.

Bei der Einstellung der Zone [p . $IIIb$] ging auch der Reflex von 210, beziehentlich $2\bar{1}0$ durch das Gesichtsfeld. Die beobachteten δ waren 3·5 und 4·3 Theilstriche; im Mittel 3·9 oder $1^{\circ}5'5''$. Wird hieraus das Azimut des Reflexes $IIIb$ berechnet, so erhält man $-30^{\circ}3'$ was von dem oben gefundenen $-30^{\circ}6'$ nur um $3'$ abweicht. Diese Uebereinstimmung zeigt, dass die angewandten Methoden brauchbare Resultate liefern.

Zur weiteren Controle wurden nun noch Schimmermessungen

	Winkel zu p rechts	Winkel zu p links	Mittel	δ	ϵ rechts
<i>IIa</i>	58° 11'	58° 22'	58° 16'5"	2° 48'	9' 21"
<i>IIb</i>	60° 8'	60° 2'	60° 5'	2° 48'	15' 18"
<i>IIIa</i>	55° 52'	53° 50'	54° 51'	1° 57' 36"	1° 46' 48"
<i>IIIb</i>	53° 40'	53° 52'	53° 46'	1° 57' 36"	2° 26' 12"
<i>IIIc</i>	62° 30'	61° 29'	62° 0'	1° 24'	2° 8' 42"
<i>IIId</i>	69° 35'	69° 16'	69° 26'	—	—

angestellt. Da es sich hierbei um Aetzflächen handelt, welche steiler als 45° geneigt wird, konnte man nicht in der Richtung der Drehungsaxe beobachten, sondern es war erforderlich, das Beobachtungsmikroskop seitlich aufzustellen.

Die Schimmermessungen sind im folgenden tabellarisch zusammengestellt. Ueberall ist der Winkel zwischen zwei zusammengehörigen Schimmerstellungen rechts und links angegeben. Unter „berechnet“ stehen die aus den oben bestimmten Positionen abgeleiteten Schimmerwinkel.

	Gemessen	Berechnet
<i>Ib</i>	+ 44·2°	—
<i>II d</i>	+ 128·3°	—
<i>II c</i>	+ 160·2°	—
<i>II a</i>	+ 170·4°	+ 168° 4'
<i>II b</i>	— 166·9°	— 166° 20'
<i>III a</i>	— 76·2°	— 75° 50'
<i>III b</i>	— 64·3°	— 60° 11'
<i>III c, d</i>	— 47·8°	— 48° 32'

Die Uebereinstimmung ist im Ganzen eine recht befriedigende; bei *III b* kommt eine etwas grössere Differenz vor; doch ist gerade dieser Reflex etwas mehr ausgedehnt und bei der Messung am Goniometer wurde das näher an der Zone [102. 210] liegende Ende des Reflexes justirt, welchem ein kleinerer Schimmerwinkel entspricht.

Mit *Ib*, *II d* und *II c* sind Schimmerstellungen bezeichnet, deren zugehörige Reflexe am Goniometer nicht gemessen werden konnten, theils weil die betreffenden schimmernden Flächenelemente

ε links	Mittel	Azimuth	Position	Uebertragen in den I. Krystalraum	Nr.
11' 24"	10' 22"	+ 84° 2'	306. 1659	603. 185	29
17' 36"	16' 27"	— 83° 10'	788. 2152	468. 366	30
1° 47' 48"	1° 47' 18"	— 37° 55'	3685. 2219	602. 271	31
2° 22' 54"	2° 24' 33"	— 30° 6'	4104. 1868	455. 244	32
2° 15' 54"	2° 12' 18"	— 24° 16°	15558. 6057	390. 64	33
		1)	13630. 5701	418. 73	34

1) *III c* u. *III d* liegen im selben Azimuth; *III d* liegt jenseits d. Zone [100. 010].

zu sparsam auftreten und keinen erkennbaren Reflex geben (*Ib*); theils weil dieselben allzu steil sind, so dass sie selbst bei dem kleinsten — bei der nothwendigen Annäherung des Auges an den Krystall möglichen — Incidenzwinkel nicht mehr messbar sind.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieser Schimmer von Flächen ähnlicher Lage herrührt, wie die genauer bestimmbaren; *Ib* also von Flächen, die sich der Lage von $\bar{2}14$ und $\bar{2}\bar{1}4$ nähern, *IId* von Flächen, welche sich zu $\bar{1}42$ so verhalten wie *IIa* zu 142 , endlich *IIc* von Flächen, welche den Reflexen *IIIc* und *IIId* entsprechen.

b) Rauchende Salpetersäure.

Versuche mit rauchender Salpetersäure ergeben so wie auf der Würfelfläche nur bei kurz andauernder Aetzung ein gutes Resultat. Es wurden geprüft Krystalle von I, II und VI.

Die Aetzfiguren sind ziemlich scharf, aber ausserordentlich klein. Ihre Form zeigt Fig. 12, Taf. II. Es wiederholt sich hier die charakteristische Fläche, welche in der Königswasserfigur mit *I* bezeichnet wurde. Auch hier liegt dieselbe constant in der Zone 102.001 . Die beiden anderen Seitenflächen, welche zu einem etwas bogigen, gleichschenkligen Dreieck zusammenschliessen, sind merklich flacher. Der Winkel am Scheitel variirt innerhalb beträchtlich weiter Grenzen. Er nähert sich dem Werth von 50° , wird aber häufiger spitzer getroffen. Es entspricht dies beiläufig einem Diploëder aus der Zone $[102.111]$. Am stumpfsten ist dieser Winkel bei I, am spitzesten bei VI. Diese Lage der Diploëderflächen steht in Uebereinstimmung mit den Beobachtungen auf der Würfelfläche.

Wegen der ausserordentlichen Kleinheit der Figuren sind die optischen Phänomene schwierig zu ermitteln.

Ein Krystall von VI (240) liess entsprechend der charakteristischen Fläche einen sehr schwachen Reflex erkennen. Entsprechend den Seitenflächen π zwei lange Lichtschweife, ähnlich wie Fig. 13.

Zur Bestimmung des Azimutes der letzteren diene wiederum der kräftige Lichtstreif, welcher durch die Streifung parallel der Grundkante hervorgebracht wird.

Es wurde gemessen :

$$pp' = 52^{\circ} 21' \quad p' = (\overline{483} . 0) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (35).$$

	$p\pi$	ε	δ
links .	16° 42'	1° 5'	
rechts .	17° 38'	1° 3'	
Mittel .	17° 10'	1° 4'	3° 55'

Hieraus ergibt sich: Azimut — 86° 57·5'

$$\text{Position } \pi = (647 . 333) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (36).$$

Der Schimmerwinkel ist nach Rechnung 137° 55', nach Messung 140°—142°.

Da der Krystall auf der einen Seite auch eine Oktaëderfläche besitzt, wurde zur Controle auch die Abweichung des Reflexes derselben von der eingestellten Zone gemessen. Doch ist diese Bestimmung unsicher, da die Fläche mehrere Bilder gab. Der hellste Reflex liefert $\delta = 2^{\circ} 19'$; hieraus ergibt sich die Abweichung $\alpha = 5^{\circ} 12'$, das Azimut — 71° 6'.

Bei einem ähnlich behandelten Krystall (I. 303) lagen die Reflexe π genau in der Zone [102 . 111] (vergl. Fig. 13). Es wurde gemessen:

$$p\pi_1 = 18^{\circ} 24' \quad p\pi_2 = 17^{\circ} 34' \quad \text{Mittel } 17^{\circ} 59'.$$

Hieraus ergibt sich die Position:

$$\pi = (677 . 355) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (37)$$

Der Schimmerwinkel berechnet sich für diese Zone zu 131° 49'. Gemessen wurde auf der besten Pyritoëderfläche 132°. Andere gaben auch kleinere Winkel: 129... 125°.

Ein Krystall (II. 220) mit starker Streifung senkrecht zur Grundkante zeigte ähnliche Lage der π -Reflexe. Dieselben waren aber näher an p . Es wurde in der Zone [102 . 111] gemessen:

$$p\pi = 7^{\circ} 48'; \text{ hieraus } \pi = (572 . 144) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (38).$$

Der Schimmerwinkel ergab sich zu 131°.

c) Verdünnte Salpetersäure.

Verdünnte Salpetersäure liefert auf der Pyritoëderfläche wenig vollkommene Figuren. Bei der Temperatur des Wasserbades ist der ausgeschiedene Schwefel sehr hinderlich. Die Figuren lassen so wie die der Salpeter-Salzsäure einen vertieften Theil erkennen, welcher aber meist unregelmässig gestaltet ist. Daran schliesst sich ein

flacherer Theil, der in seiner Form zwischen der Figur der Salpetersalzsäure und der rauchenden Salpetersäure steht.

Fig. 14 zeigt das Lichtbild eines mit verdünnter Salpetersäure bei Siedetemperatur durch 2 Minuten geätzten Krystalls (II. 236).

Ausser den gezeichneten Reflexen tritt noch ein Reflex auf, welcher der nächsten Pyritoëderfläche $\bar{1}02$ nahe liegt (p_2).

$$p p_1 = 5^\circ 6' \quad p_1 = (393 . 0) \quad . \quad . \quad (39).$$

$$p p_2 = 50^\circ 13' \quad p_2 = (438 . 0) \quad (40).$$

$$\pi_1 \pi_2 = 6^\circ 16' \quad \delta \text{ von } p = 2^\circ 31' \quad \pi = (540 . 62) \quad . \quad . \quad . \quad (41).$$

Wenn man die mannigfaltigen Gestalten der Aetzfiguren auf der Pyritoëderfläche übersieht, so lässt sich zusammenfassend Folgendes aussagen :

Stets treten Aetzflächen aus der Zone $[102 . \bar{1}02]$ auf; dieselben sind bei allen Säuren, bei jeder Aetzdauer zu bemerken. Sie liegen genau in der angegebenen Zone; innerhalb derselben kann sich ihre Lage nach Massgabe der Umstände ändern.

Ausserdem treten noch Flächen auf, welche sich nie sehr weit von 102 entfernen und annähernd in den einfachsten durch 102 gelegten Zonen liegen. Sie sind es, welche für gewisse Arten der Aetzung charakteristisch sind. Bei Aetzung mit Salpetersalzsäure liegen sie in oder nahe bei der Zone $[102 . 010]$. Bei Aetzung mit rauchender Salpetersäure in oder nahe bei der Zone $[102 . 111]$. Bei Aetzung mit verdünnter Salpetersäure sind diese Nebenätzflächen sehr wenig gegen die geätzte geneigt.

3. Oktaëderfläche 111.

Die Oktaëderfläche zeigt bei Aetzung mit Säuren die undeutlichsten Erscheinungen. Stets wird dieselbe viel matter als 001 und $\pi(102)$. Sie verhält sich in dieser Beziehung ähnlich wie die Fläche $\kappa(1\bar{1}1)$ der Zinkblende und wie die Fläche (001) bei Bleiglanz und Magnetit.

Die mikroskopische Untersuchung der Gelatineabdrücke lässt in den meisten Fällen zweierlei Figuren erkennen.

1. Tiefere, im Umriss dreiseitige Grübchen von ziemlich beträchtlicher Grösse, welche bald in grosser Menge, bald sparsam auftreten, auch auf derselben Fläche stellenweise reichlich vorhanden sind, an anderen Stellen gänzlich fehlen. Wie ein genauer Vergleich von Abdrücken, welche vor der Aetzung genommen waren, lehrt,

entstehen sie stets an solchen Stellen, wo schon vor der Aetzung eine Unterbrechung der Fläche zu erkennen war.

Bisweilen sind diese Grübchen so zahlreich, dass sie das Auftreten von Reflexen in der Richtung der Würfel- und Pyritöderflächen veranlassen. Als Combination dieser Formen lassen sich auch die oft recht verzerrten Formen dieser Grübchen leicht deuten (vergl. Taf. II, Fig. 16).

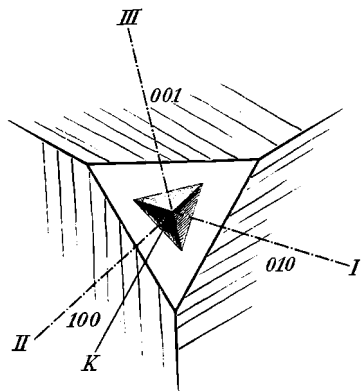
2. Die wichtigere Form der Aetzfiguren sind sehr kleine dreiseitige Aetzhügel. Dieselben treten in grosser Menge ganz dicht gedrängt auf, bisweilen in solcher Anordnung, dass zwischen den Aetzhügeln ziemlich ebenso regelmässige Vertiefungen bleiben, so dass man schwanken kann, ob die Figuren als Aetzhügel oder Aetzgrübchen aufzufassen sind.

a) Salpeter-Salzsäure.

Diese kleinen Aetzhügel entstehen nur bei Anwendung von Salpeter-Salzsäure in genügender Deutlichkeit um eine genauere Bestimmung zu erlauben.

Die Seitenflächen der kleinen dreiseitigen Pyramiden entsprechen beiläufig den Flächen von $\pi(102)$. Dann sollten die Polkanten derselben (nur diese lassen sich mit genügender Schärfe beobachten) den Oktaöderkanten oder den Combinationenkanten (111). (001) parallel sein. In der Regel ist dies nicht genau der Fall, sondern sie weichen bei normaler Aufstellung des Krystalles auf der Fläche 111 im Uhrzeigersinn von der geforderten Lage ab. Die betreffenden Flächen liegen daher nicht genau in der Zone $[111.102]$, sondern in Zonenverband mit 111 und einer zwischen 102 und 001 liegenden Fläche. (Vergl. Fig. *b*.)

Eine genauere Messung dieses Winkels ist wegen der ausser ordentlichen Kleinheit der Aetzhügel unmöglich. Doch lässt er sich mit Schimmermessungen bestimmen. Die Oktaöderfläche schimmert in drei um 120° verschiedenen Stellungen. Nach der auf pag. 246



auseinandergesetzten Methode wurde der Winkel zwischen einer unter dem Mikroskop eingestellten Kante und dem Schimmer-Azimuth bestimmt.

Ein Krystall (I. 180) von der Form (100) (111), dessen Lichtbild von 001 pag. 250 beschrieben ist, ergab folgende Winkel zwischen der Kante 111.001 und den drei Schimmerstellungen. (Es wurde nur eine Kante unter dem Mikroskop eingestellt und für die Schimmerstellungen *II* und *III* die Differenzen zu den um 120° vermehrten, beziehentlich verminderten Ablesungen, genommen. Winkel im Uhrzeigersinn sind mit + bezeichnet.)

$$\begin{array}{r} K \quad I = + 15^\circ \\ \quad \quad II = \quad 14.6 \\ \quad \quad III = \quad 14.8 \\ \hline \quad \quad \quad + 14.8^\circ \end{array}$$

Würden die Flächen in der Zone [111.102] liegen, so müsste 0° herauskommen. Aus der Position der π -Reflexe auf der Würfel- fläche berechnet sich der Winkel zu $14^\circ 8'$. Es stimmt somit die thatsächliche Lage der π -Flächen auf der Würfel- fläche mit dem Schimmer auf der Oktaëderfläche.

Ein ähnlicher Krystall (I. 184) gab nach 1 Minute Aetzdauer in Salpeter-Salzsäure folgende Winkel:

$$\begin{array}{r} K \quad I = + 10.8^\circ \\ \quad \quad II = \quad 7.2 \\ \quad \quad III = \quad 8.5 \\ \hline \quad \quad \quad + 8.8^\circ \end{array}$$

Ein dritter Krystall (I. 183), fast reines 111 mit kleinen Flächen von $\pi(102)$ zeigte den Schimmer fast genau in der Diagonalzone.

$$\begin{array}{r} K \quad I = \quad 0.0^\circ \\ \quad \quad II = - 0.3 \\ \quad \quad III = + 2.8 \\ \hline \quad \quad \quad + 0.8^\circ \end{array}$$

Dieser Krystall lieferte auch, wengleich sehr verschwommene Reflexe, welche mit dem Centralreflex folgende Winkel einschliessen.

$$\begin{array}{r} o\pi_1 = 30^\circ 22' \\ o\pi_2 = 31^\circ 50' \\ o\pi_3 = 32^\circ 38' \\ \hline \text{Mittel} \quad 31^\circ 37' \end{array}$$

Hieraus ergibt sich unter Vernachlässigung der Abweichung von der ersten Diagonalzone die Position für $\pi = (570.140)$ (42).

Ein Krystall (II. 247) der Combination $\pi(102)(111)$ lieferte folgende Schimmerwinkel. — Es wurde auf die Combinationskante $[111.102]$ eingestellt.

$$\begin{array}{r} K \quad I = -20.4^{\circ} \\ \quad II = -21.7 \\ \quad III = -21.7 \\ \hline \text{Mittel} \quad -21.3^{\circ} \end{array}$$

Dies gibt für die Abweichung von der ersten Diagonalzone + 8.7° .

Man kann sich hier deutlich überzeugen, dass der Schimmer auf der Oktaëderfläche mit dem π -Reflexe der benachbarten Pyritöëderfläche zusammenfällt.

b) Salpetersäure.

Bei Aetzung mit reiner Salpetersäure ist die Ausscheidung von Schwefel sehr hinderlich, welche eintritt, wenn verdünnte Säure in Anwendung kommt. Bei Anwendung concentrirter Säure ist es erforderlich, die Aetzdauer sehr abzukürzen. Schon nach einigen Secunden erhält sonst die Fläche ein geflossenes Aussehen.

Nach momentaner Aetzung findet man ziemlich flache dreiseitige Grübchen, welche jedoch nur stellenweise deutlich sind und gegen die Aetzhügel um 180° verwendet erscheinen (vergl. Taf. II, Fig. 16). Sie werden also von ähnlichen Flächen begrenzt, wie die Aetzhügel, nur liegen sie den Oktaëderflächen viel näher.

Dazwischen treten wiederum die tieferen von (001) und $\pi(102)$ gebildeten Aetzgrübchen auf (Fig. 16 oben).

Das Lichtbild einer solchen Fläche besteht aus 6 entfernten Reflexen, welche von den tieferen Grübchen herrühren, und aus drei sehr verwaschenen breiten Reflexen, welche fast den ganzen Raum zwischen den Zonen $[111.102]$ und $[111.001]$ ausfüllen und mit dem Centralreflex einen Winkel von circa 10° einschliessen. Mit rauchender Salpetersäure geätzte Oktaëderflächen zeigen ähnliche Erscheinungen. (Vergl. Fig. 17.)

Für die Oktaëderfläche ist vor allem charakteristisch das matte Aussehen nach der Aetzung und das Vorkommen von Aetzhügeln. Sie verräth sich dadurch als eine ausserhalb der Aetzzone liegende Fläche.

Bezüglich der Lage der Aetzflächen ist hervorzuheben, dass sich in vielen Fällen ganz unzweifelhaft ergibt, dass die Aetzflächen, welche die Aetzhügel der Oktaëderfläche begrenzen, dieselbe Lage haben, wie gewisse Aetzflächen auf der Würfel- und Pyritoëderfläche. Es sind wesentlich dieselben Flächen, welche die Aetzfiguren auf allen Krystallflächen begrenzen.

Allerdings ist dies mit Schärfe nur bei jenen Aetzhügeln richtig, welche Salpeter-Salzsäure hervorbringt. Bei Aetzung mit Salpetersäure entstehen auf der Oktaëderfläche sehr flache, von Vicinalflächen der Oktaëderfläche begrenzte Grübchen. Sie verrathen nur durch das Azimut, in dem sie auftreten, die eigentlichen Aetzflächen, welche bei dieser Art von Aetzung gewissermassen verborgen bleiben.

Etwas Eigenthümliches sind die grossen tiefen Aetzgrübchen der Oktaëderfläche, welche von Würfel- und Pyritoëderflächen begrenzt werden. Sie sind stets nur dort zu finden, wo schon die ungeätzte Oktaëderfläche kleine Vertiefungen besitzt, die oft schon von denselben Krystallflächen eingeschlossen sind. Auf das häufige Auftreten derartiger regelmässiger Lücken hat schon G. Rose aufmerksam gemacht. Dieselben werden bei der Aetzung lediglich erweitert. Solche „Lückenfiguren“ habe ich früher von der Zinkblende von Rodna beschrieben. Sie können offenbar über die Molekularstructur weit weniger belehren als die eigentlichen Aetzfiguren, obzwar eine scharfe Grenze zwischen beiden kaum zu ziehen ist.

4. Dodekaëderfläche 101.

Diese Fläche wurde nur als künstliche Schlißfläche untersucht. Die Aetzfiguren haben die Gestalt von Aetzhügeln. Ihre Form zeigt Fig. 18, Taf. II. Häufig sieht man dieselben zu parallelen Kämme vereinigt (Fig. 18 *b*), die flachen etwas gestreiften Seitenflächen entsprechen der Fläche $\pi(102)$. Wo die Aetzhügel isolirt stehen, treten anstatt einer Fläche zwei in einer Mediankante sich schneidende Flächen auf, entsprechend den π -Flächen auf $\pi(102)$ und 001 . Die steilen Seiten der Kämme erscheinen rau, mit feinen Spitzen besetzt; bei den isolirten Aetzhügeln Fig. 18 *a* treten steilere Flächen auf, welche ungefähr den Flächen $\pi(210)$ und $\pi(2\bar{1}0)$ entsprechen.

Es wurden einige Schimmermessungen an einem Krystall von Traversella angestellt, welcher behufs Messung der Dickenabnahme fünf Minuten in Salpeter-Salzsäure geätzt worden war. Dieselben ergaben entsprechend den flacheren Flächen (*I*) und den steileren (*II*) folgende Schimmerwinkel

$$\begin{aligned} I &= + 105 \cdot 7^{\circ} \\ II &= - 100 \cdot 5^{\circ} \end{aligned}$$

Für die Flächen 214, denen die Aetzflächen auf 001 und $\pi(102)$ häufig nahe kommen, berechnen sich diese Werthe zu $+ 113^{\circ} 34'$ und $- 107^{\circ} 56'$.

Bemerkenswerth ist die Aehnlichkeit dieser Aetzhügel mit jenen, welche Salzsäure auf 101 der Zinkblende hervorbringt; nur erscheinen sie in einer um 90° verwendeten Stellung.

5. Pentagon-Dodekaëder $\pi(201)$.

Das negative Pentagon-Dodekaëder wurde ebenfalls nur gelegentlich an einer angeschliffenen Fläche untersucht. Auch hier zeigen sich deutliche Aetzhügel, welche aber auf der Fläche 201 ihre Steilseite nach aufwärts, ihre flachere Seite nach abwärts kehren. Auch hier ist die Form offenbar stark secundär modificirt; die Schimmermessungen lassen sich annähernd für Aetzflächen von der Lage von $\pi(214)$ berechnen.

Bezeichnet man wieder die nach aufwärts gewendeten Flächen mit *I*, die nach abwärts gewendeten mit *II*, so sind die Winkel zwischen je zwei Schimmerstellungen rechts und links:

$$\begin{aligned} I &= + 52 \cdot 7^{\circ} \\ II &= - 160 \cdot 0^{\circ} \end{aligned}$$

während den Flächen $\pi(214)$ entsprechen würde $+ 53^{\circ} 58'$ und $- 147^{\circ} 33'$.

Bei Aetzung des Pyrit mit Säuren tritt das Zonenstück [$\pi(102) \cdot 001 \cdot \pi(\bar{1}02)$] unverkennbar als Aetzzone hervor. Die in diesem Zonenstück liegenden Flächen (001) und $\pi(102)$ treten in Gegensatz zu allen anderen Flächen: (111), (101), $\pi(201)$.

Es lässt sich aber nicht leugnen, dass beim Pyrit mit der Angabe dieser Zone als Aetzzone die Erscheinungen beim Aetzen nicht erschöpfend charakterisirt sind. Es muss vielmehr anerkannt

werden, dass ausser den Flächen der Aetzzone noch andere Flächen als Aetzflächen eine wichtige Rolle spielen.

Diese Nebenätzflächen liegen nie sehr weit von $\pi(102)$ und nähern sich den einfachsten durch diese Fläche gelegten Zonen, namentlich der Zone $[102.010]$, welcher unter anderen die Form $\pi(214)$ angehört, anderseits der Zone $[102.111]$, in welcher $\pi(213)$ liegt.

Dadurch unterscheidet sich der Pyrit nicht unwesentlich von den bisher von mir untersuchten tesserale Mineralen.

Dieser Unterschied wird noch klarer beleuchtet durch die Ergebnisse der Aetzung mit Alkalien, welche im zweiten Abschnitt beschrieben werden.

II. Aetzung mit Alkalien.

Bei der Aetzung mit geschmolzenem Aetzkali oder Aetznatron kehren sich die Verhältnisse so vollständig um, dass die Darstellung der Resultate in einer anderen Reihenfolge erforderlich ist.

Während bei Aetzung mit Säuren Würfel- und Pyritoëderflächen ihren Glanz behalten, die Oktaëderflächen dagegen matt werden, sind die letzteren nach der Aetzung mit Alkalien entschieden glänzender, und auf diesen treten die schärfsten Aetzgrübchen auf. Die Darstellung beginnt daher mit der

1. Oktaëderfläche 111.

Die Gestalt der Aetzfiguren ist ein gleichseitiges Dreieck. Die Orientirung ist auf den ersten Blick dieselbe wie bei der Säurefigur des Bleiglanzes.

Das Lichtbild zeigt einen deutlichen Centralreflex und drei Strahlen, welche anscheinend der Triakisoktaëderzone entsprechen. Justirt man indessen die Centralreflexe zweier benachbarter Oktaëderflächen z. B. 111 und $\bar{1}\bar{1}1$, so fallen die Strahlen nicht genau in die eingestellte Zone, sondern zeigen eine Abweichung nach unten, daher liegen die Aetzflächen nicht genau in der Zone der Triakisoktaëder, sondern etwas ausserhalb in dem Krystallraum 111.101 $\pi(102)$.

Diese Abweichung wurde nach der auf pag. 243 angegebenen Methode bestimmt. Zuerst wurde der Strahl der Aetzfigur z justirt,

und die Entfernung der Culmination desselben vom Centralreflex gemessen, dann wurde die Zone $[111.1\bar{1}1]$ justirt und beobachtet, welches δ der Culmination entsprach. Hieraus ergab sich die Winkelabweichung (α) des Strahles von der primären Zone. Die Abweichung konnte ferner auch durch Schimmermessung und durch Messung des Winkels, welchen die Aetzfiguren mit den Krystallkanten bilden, bestimmt werden.

An einem Krystall (I. 232) von der Form $(001) \cdot (111)$, welcher 45 Minuten in $NaOH$ geätzt worden, und dessen Lichtbild in Fig. 20, Taf. III dargestellt ist, wurden folgende Messungen angestellt:

$$\begin{aligned} \alpha z_1 &= 12^\circ 59' & \delta &= 1^\circ 7' 2'' \\ z_2 &= 12^\circ 9' \\ z_3 &= 12^\circ 1' \\ \hline \text{Mittel} &= 12^\circ 23' \end{aligned}$$

Hieraus $\alpha = 3^\circ 41'$ und $z = (970.589) \dots \dots \dots (43)$.

Dieselbe Oktaëderfläche wurde zu Schimmermessungen benützt. Zur Einstellung (K) diente die Combinationskante $[111.001]$. Die Schimmerstellungen *I*, *II*, *III* ergaben folgende Winkel

$$\begin{aligned} K \quad I & 33.7^\circ \\ & II \quad 34.1^\circ \\ & III \quad 33.2^\circ \end{aligned}$$

Lägen die Aetzflächen in den Triakisoktaëderzonen, so müsste dieser Winkel 30° betragen. Der Ueberschuss über 30° entspricht der oben goniometrisch bestimmten Abweichung α . Das Mittel 3.6° weicht nur wenig von dem oben gefundenen Werth von α ab.

Endlich wurde derselbe Winkel noch an Gelatineabdrücken unter dem Mikroskop gemessen.

Unter dem Mikroskop wurden zuerst bei starker Vergrößerung die Seitenkanten einer besonders scharfen Aetzfigur gemessen, dann ohne die Stellung des Präparates auf dem drehbaren Objecttisch zu ändern, ein schwaches Objectiv eingeschaltet und die Kante 001.111 , welche am Präparat gut zu erkennen war, eingestellt. Für die Abweichung α wurde so gefunden:

$$\begin{aligned} I &= 4.4^\circ \\ II &= 3.1^\circ \\ III &= 4.3^\circ \\ \hline \text{Mittel} &= 3.8^\circ \end{aligned}$$

Es braucht wohl nicht erwähnt zu werden, dass auch der Sinn dieser Abweichung, mit Hilfe der deutlichen Streifung der Flächen (001) nach $\pi(102)$ stets constatirt und auf der Fläche (111) immer im Sinne der Uhrzeigerdrehung gefunden wurde.

Mit schmelzendem Aetzkali behandelte Krystalle zeigten ganz ähnliche Verhältnisse, nur waren die Culminationen in den z -Reflexen minder ausgeprägt, bisweilen auch gegliedert.

Ein Krystall (I. 180 b), Combination (001)(111), wurde 10 Minuten in Aetzkali geätzt.

Das Lichtbild zeigte folgende Abmessungen auf zwei verschiedenen Oktaëderflächen für den Winkel oz :

	1. Oktaëderfläche	2. Oktaëderfläche
I. Strahl	9° 0'	10° 2'
II. „	8° 32'	9° 19'
III. „	8° 46'	10° 45'
Mittel	8° 46'	10° 2'

Bei der geringen Ausprägung der Culminationen war es nicht möglich, mit Sicherheit zu entscheiden, in welchem Abstände von der Mitte bei Einstellung der Zone $[111. \bar{1}\bar{1}1]$ die hellste Stelle des Reflexes z den Verticalfaden passirte.

Daher wurde dem Strahl ein bestimmtes δ ertheilt und dann der zugehörige Bogen ε gemessen, der den Centralreflex bis zur Mitte zurückführte. Bei einer Abweichung $\delta = 1^{\circ}7'2''$ war $\varepsilon = 11^{\circ}31'$. Hieraus berechnet sich α zu $3^{\circ}58'$. Aus diesem Werth und den oben angeführten Messungen des Winkels oz ergibt sich dann die Position der Reflexe z für die:

$$1. \text{ Oktaëderfläche } z = (977.697) (44).$$

$$2. \text{ „ } z = (974.658) (45).$$

Den Winkel α ergaben zur Controle angestellte Schimmermessungen = $3'1^{\circ}$, die Messung der Aetzfiguren unter dem Mikroskop = $4'1^{\circ}$.

Ein ähnlicher Krystall (I. 186), welcher 15 Minuten geätzt worden war, ergab den Winkel oz :

I. Strahl $oz =$	7° 17'
II. „	7° 19'
III. „	7° 23'
Mittel =	7° 20'

Die Bestimmung von α ergibt sich aus folgenden Daten: Für $\delta = 1^\circ 7' 2''$ war $\varepsilon = 10^\circ 29'$. Hieraus $\alpha = 4^\circ 21'$. Schimmerbeobachtungen gaben $3 \cdot 8^\circ$.

Aus oz und α folgt die Position der Aetzflächen:

$$z = (978 \cdot 742) \dots \dots \dots (46).$$

Ein Krystallfragment (II. 247) mit stark vertical gestreiften Flächen von $\pi(102)$ und glattem (111) wurde durch 35 Minuten der Einwirkung von schmelzendem Aetzkali ausgesetzt. Das Lichtbild der Oktaëderfläche zeigt Fig. 22, Taf. III.

Die Abweichung α der Hauptstrahlen von der primären Zone wurde bestimmt zu $4^\circ 29'$.

Die Strahlen zeigen gegliederte Reflexe. Die zwei stärksten Culminationen z_1 und z_2 wurden gemessen. Es fand sich im

I. Strahl	$oz_1 = 6^\circ 7'$	$oz_2 = 9^\circ 59'$
II. "	$6^\circ 17'$	$10^\circ 30'$
III. "	$6^\circ 30'$	$10^\circ 11'$
Mittel	$oz_1 = 6^\circ 18'$	$oz_2 = 10^\circ 11'$

Ausserdem zeigte Strahl I noch kräftige Culminationen in $oz = 7^\circ 35'$ und $14^\circ 3'$. Erstere war sogar kräftiger als die mit z_1 bezeichnete. Legt man der Rechnung die Mittelwerthe zu Grunde, so ergeben sich die Positionen

$$z_1 = (980 \cdot 776) \dots \dots \dots (47).$$

$$z_2 = (953 \cdot 653) \dots \dots \dots (48).$$

Ausser diesen Strahlen treten hier noch helle, wiewohl etwas verwaschene Reflexe hervor, die mit w bezeichnet sind. Angedeutet sind dieselben schon in der Fig. 20 *b* in den Brücken, welche die Hauptstrahlen miteinander verbinden. Dieselben lassen nämlich an einer Stelle, welche ungefähr der Stelle der w -Reflexe in Fig. 22 entspricht, eine etwas grössere Helligkeit erkennen. Zur Bestimmung dieser Reflexe wurde bei Justirung der Zone $[111 \cdot \bar{1}\bar{1}\bar{1}]$ ihr scheinbarer Abstand δ von der eingestellten Zone und ausserdem der Winkel ε zwischen dem Centralreflex und der Einstellung eines jeden w -Reflexes auf den Verticalfaden gemessen:

w_1	$\delta = 57 \cdot 1'$	$\varepsilon = 1^\circ 22 \cdot 7'$
w_2	$2^\circ 6'$	$8 \cdot 5'$
w_3	$1^\circ 7 \cdot 2'$	$1^\circ 9 \cdot 5'$

Aus diesen Messungen erhält man die Winkel $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$ zwischen den durch $w_1 w_2 w_3$ gelegten Zonen und der Zone $[111.1\bar{1}1]$:

$$\alpha_1 = 26^\circ 39' \quad \alpha_2 = 87^\circ 32' \quad \alpha_3 = 34^\circ 52'.$$

Die Abweichung α_1 erfolgt im entgegengesetzten Sinne wie die Abweichung α der z -Reflexe. Bezieht man auch α_2 und α_3 auf die zunächst liegende Triakisoktaëderzone, so erhält man:

$$\alpha_1 = 26^\circ 39'$$

$$\alpha_2 = 27^\circ 32'$$

$$\alpha_3 = 25^\circ 8'$$

$$\text{Mittel} = 26^\circ 26'$$

Es liegen also diese Reflexe w in Zonen, die angenähert senkrecht stehen auf den Triakisoktaëderzonen und fast genau senkrecht auf der Zone, in welcher thatsächlich die z -Reflexe liegen.

Aus den oben mitgetheilten Messungen ergibt sich weiter der Winkel wz :

$$w_1 z = 1^\circ 30'$$

$$w_2 z = 1^\circ 29'$$

$$w_3 z = 1^\circ 23'$$

$$\text{Mittel} = 1^\circ 27'$$

Hieraus und aus dem oben berechneten Azimut ergibt sich die Position der w -Reflexe = (940.973) (49).

Dieselben liegen also in negativen Krystallräumen der pyritoëdrischen Hemiëdrie, während sonst die Aetzflächen durchwegs in den positiven Krystallräumen liegen, aber in unmittelbarer Nachbarschaft der Oktaëderfläche.

Kurz zusammengefasst lassen sich die Ergebnisse alkalischer Aetzung auf der Oktaëderfläche folgendermassen wiedergeben:

1. Auf der Oktaëderfläche entstehen bei Aetzung mit Alkalien vertiefte Aetzrübchen von gleichseitig dreiseitiger Form.

2. Die Oktaëderflächen behalten bei der Aetzung ihren Glanz, die Lichtfigur hat einen Centralreflex. Sie verhält sich in dieser Beziehung so wie die Flächen einer Aetzzone. Aber

3. die Aetzflächen liegen in keiner primären Zone, sondern mit einer ziemlich constanten Abweichung in einer Zone, welche mit der Triakisoktaëderzone einen Winkel von 3—4° macht.

4. Die Abweichung findet in dem Sinne statt, dass die Aetzflächen z in die positiven Krystallräume fallen, in denen die Flächen von $\pi(102)$ liegen.

2. Pyritoöderfläche $\pi(102)$.

Zur Untersuchung dienten hauptsächlich Elbaner Krystalle mit deutlicher Streifung senkrecht zur Grundkante.

Bemerkenswerth ist namentlich das gleichzeitige Auftreten von Aetzgrübchen und Aetzhügeln. Bei Anwendung von Aetzkali herrschen die ersteren vor.

Wenn man die Einwirkung nach kurzer Zeit (etwa fünf Minuten) unterbricht, so bemerkt man, dass die Streifung senkrecht zur Grundkante viel stärker geworden ist. Am Gelatineabguss erkennt man langgestreckte Aetzgrübchen, Taf. III, Fig. 23. Durch die dichte Aneinanderreihung derselben entsteht der Eindruck der erwähnten Streifung.

Das entsprechende Lichtbild zeigt Fig. 24. Man erkennt einen flachen Bogen, welcher fast dem Bogen φ im Säure-Lichtbild ähnlich, aber entgegengesetzt gekrümmt ist. Am Ende treten zwei Culminationen auf, welche von der Zone $[102 \cdot 010]$ gegen die Oktaöderfläche hin abweichen. Am Krystall II. 216 ergaben die Messungen:

$$\begin{aligned} p\pi_1 &= 22^\circ 77' \\ p\pi_2 &= 21^\circ 27' \\ \text{Mittel} &= 22^\circ 7' \end{aligned}$$

Zur Bestimmung des Azimutes, in welchem diese Culminationen vorkamen, wurde die Zone $[\pi_1 \pi_2]$ eingestellt und die Abweichung des Centralreflexes p von dieser Zone δ beobachtet; sie ergab $\delta = 3^\circ 55 \cdot 2'$. Hieraus berechnet sich die Position der Aetzflächen

$$\pi = (562 \cdot 462) \dots \dots \dots (50).$$

Der entsprechende Schimmerwinkel wurde berechnet zu $166^\circ 18'$, gemessen 174° . Die Aetzgrübchen sind daher auch nicht von parallelen, sondern nach abwärts etwas divergirenden Seiten eingefasst.

Bei länger dauernder Aetzung werden die Aetzfiguren grösser, der Winkel am Scheitel wird stumpfer, die Schenkel des Dreieckes bilden dabei eine unter stumpfem Winkel gebrochene Linie, so dass die Figur eigentlich fünfeckig wird (Fig. 25). Der Umriss der Figur ist ähnlich der Figur, welche rauchende Salpetersäure erzeugt (Fig. 12, Taf. II). Allein in der Lage der Flächen besteht ein wichtiger Unterschied. Die untere unpaare Fläche ist hier sehr flach, gewölbt, mit parasitischen Aetzhügeln bedeckt, sie hat alle Eigenthümlichkeiten, die auch für die mit \bullet bezeichnete Fläche der Salpeter-Salzsäure-Figur hervorgehoben wurden und zur Bezeichnung „falsche Aetz-

fläche“ Anlass gaben. Die entsprechende Fläche der durch rauchende Salpetersäure hervorgerufenen Figur ist steil, glatt und eben. Umgekehrt sind die paarigen Seitenflächen bei der Kalifigur steiler geneigt als bei der Säurefigur. Daher hat diese ihre tiefste Stelle nahe dem unteren Rande, die andere fast in der Mitte. Häufig sieht man an den Gelatineabdrücken einen zapfenartigen Fortsatz, der wohl als Abguss eines in die Tiefe sich fortsetzenden Kanales anzusehen ist.

Ein gutes messbares Lichtbild erhielt ich von den Pyritoëderflächen des Krystalles (II. 247), dessen Oktaëderflächen pag. 275 geschildert wurden. Abgesehen von dem Centralreflex, der von einem verwaschenen, nach oben offenen Lichtbogen — der „falschen“ Aetzfläche entsprechend — umgeben ist, besteht dasselbe aus vier Reflexen, welche, wie die Messung ergab, den Reflexen w und z_2 der Lichtfigur des Oktaëders entsprechen. Vergl. Fig. 26, Taf. III.

Es wurde zunächst die durch beide w -Reflexe gehende Zone eingestellt, wobei die o -Flächen des Krystalles durch geeignete Schirme von schwarzem Papier abgeblendet waren. Es wurde der Winkel $w w_1$ gemessen und dann nach Entfernung des Schirmes die Entfernung δ vom Mittelpunkt des Fadenkreuzes bestimmt, in welcher die Bilder der o -Flächen den Verticalfaden passirten. Hieraus ergab sich der Winkel, welchen die justirte Zone mit der Zone durch 111 und $1\bar{1}1$ auf 010 einschliesst, dessen Kenntniss mit dem Winkel $w w_1$ zur Berechnung der Position von w genügt. Ebenso wurde mit den z -Reflexen verfahren.

$$w w_1 = 69^\circ 42' \quad \delta = 2^\circ 35.4' \quad w = (925.948) \quad . \quad (51).$$

$$z z_1 = 50^\circ 54' \quad \delta = 1^\circ 24' \quad z = (959.659) \quad . \quad (52).$$

Wie ein Vergleich mit den Zahlen ergibt, welche den bezüglichen Reflexen auf o entsprechen, kommen die Aetzflächen auf p jenen auf o sehr nahe. Noch deutlicher wird dies durch eine Projection.

Zur Controle wurden bei entsprechender Incidenz Schimmermessungen ausgeführt. Dieselben ergaben den Schimmerwinkel für

$$w \text{ gemessen } 136^\circ \quad \text{berechnet } 136^\circ 21'$$

$$z \text{ gemessen } 115.5^\circ \quad \text{berechnet } 116^\circ 13'$$

Ähnliche Schimmermessungen ergaben auch andere Krystalle, z. B. II. 217 :

$$w \quad 132^\circ$$

$$z \quad 112^\circ$$

Neben den Aetzgrübchen entstehen bei lange andauernder Aetzung auch Aetzhügel, welche sogar bei manchen Krystallen später überwiegen. Ihre Gestalt gleicht ganz denen, welche Natron hervorbringt.

Bei den Aetzversuchen mit Aetz n a t r o n wurden vorherrschend Aetzhügel erhalten. Ihre Form zeigt Figur 27 a. Der kürzere, steilere Abfall ist nach aufwärts, der längere flachere nach abwärts gerichtet. Für die Flächen des letzteren zeigen die Messungen, dass sie den Oktaëderflächen nahe liegen; für die steileren konnten weder Goniometer- noch Schimmernmessungen angestellt werden. Doch ist es wahrscheinlich, dass auch diese steileren Flächen den entfernteren Oktaëderflächen nahe liegen.

Die lange Mittelkante des vorderen Abfalles ist oft durch gestreifte Flächen zugeschärft, welche der Zone der Triakisoktaëder nahe kommen.

Neben diesen Aetzhügeln treten gleichzeitig Aetzgrübchen auf. Sie sind dreiseitig, mit aufwärts gewendeter Spitze (Fig. 27 b). Von den Aetzkali-Figuren unterscheiden sie sich durch den stumpferen Winkel am Scheitel, der sich einem rechten nähert. Die steileren Seitenflächen haben ähnliche Lage wie die Flächen, welche die Mittelkante der Aetzhügel zuschärfen. Die untere, unpaare, sehr flach geneigte Fläche hat wiederum den Charakter einer falschen Aetzfläche. Wo solche Aetzgrübchen sehr flach werden und enggedrängt stehen, veranlassen die beiden, sich nahezu rechtwinkelig schneidenden Seitenkanten eine diagonale Gitterung der Pyritoëderfläche.

Den geschilderten Verhältnissen entspricht das Lichtbild Fig. 28. Dasselbe ist so gezeichnet, wie es an einem vollständigen Pyritoëder gesehen wird. Zu den *o*-Reflexen tragen drei in einer oktaëdrischen Ecke zusammenstossende Pyritoëderflächen bei. Daher bestehen dieselben aus drei verschwommenen Reflexen; jeder derselben gehört zu einer der drei benachbarten Pyritoëderflächen. Wegen der Kleinheit des geätzten Krystalles war es unthunlich, die Position dieser Reflexe gesondert zu bestimmen. Es wurde vielmehr auf die Mitte der ganzen Gruppe justirt, welche der Position 111 mit grosser Annäherung entsprach.

Die mit *z* bezeichneten Reflexe, welche den Zuschärfungen der Mittelkante der Aetzhügel und den Seitenflächen der Aetzgrübchen entsprachen, besaßen wieder die bekannte Abweichung von der Triakisoktaëderzone.

Im Centraltheil des Lichtbildes ist ausser dem Centralreflex, welcher der Position 102 entspricht, noch ein Nebenreflex ψ deutlich zu erkennen, welcher der „falschen“ Aetzfläche der Aetzfigur entspricht. Die Analogie mit dem ähnlichen φ -Reflex bei Säureätzung wird noch dadurch gesteigert, dass sich auch dieser ψ -Reflex in einen Lichtbogen fortsetzt, welcher entgegengesetzt liegt, wie der φ -Bogen: er erscheint hier viel markirter, als bei Aetzung mit Aetzkali, auch ist er merklich schärfer gekrümmt.

Zur Bestimmung des Reflexes ψ wurden die Winkel zwischen analogen Reflexen der Flächen 102 und $\bar{1}02$ gemessen (II. 218).

Es ergab sich

$$\psi\psi' = 48^\circ 23' \quad \psi = (449.0) \dots \dots (53).$$

Bei Einstellung der Mitte der o -Reflexe wurde erhalten:

$$oo' = 70^\circ 33'$$

$$zz' = 38^\circ 12'$$

$$oz' = 16^\circ 0'$$

Dem Reflexe z entsprach ein Abstand von der eingestellten Zone $\delta = 1^\circ 24'$. Aus diesen Angaben folgt für die Position:

$$z = (964.483) \dots \dots (54).$$

Dieser Position entspricht der Schimmerwinkel $98^\circ 39'$, gemessen wurde 99° .

Der Oktaëderfläche würde entsprechen ein Schimmerwinkel von $131^\circ 49'$; gemessen wurde 133.3° . Die Differenz liegt in gleichem Sinne, wie sie zu erwarten war, wenn die Aetzflächen hier eine ähnliche Lage haben, wie w in dem mit Aetzkali geätzten Krystall II. 247. Diese Schimmermessungen wurden bei einem Incidenzwinkel von $\alpha = 39.5$, beziehentlich 26.5° , ausgeführt. Bei einem Incidenzwinkel von $\alpha = 15^\circ$ beobachtet man ebenfalls in 2 Stellungen Schimmer, welche den Schimmerwinkel 92.9° geben. Bei dieser Stellung schimmern jene Flächenelemente, welche im Lichtbild den Enden des Lichtbogens entsprechen, und welche die nahezu rechtwinkelige Streifung hervorbringen.

Die Hauptresultate der auf $\pi(102)$ bezüglichen Untersuchungen sind:

1. Auf $\pi(102)$ entstehen bei Aetzung mit Alkalien bald Aetzgrübchen, bald Aetzhügel.

2. Die Gestalt der Aetzgrübchen ist ein gleichschenkliges Dreieck mit aufwärts gerichteter Spitze.

3. Die Basis dieses Dreiecks wird von einer falschen Aetzfläche gebildet.

4. Die Spitze wird von Aetzflächen gebildet, welche mit (111) nahezu zusammenfallen. Daneben treten auch andere Flächen auf, welche den einfachsten durch (102) gelegten Zonen nahe liegen: bei schwacher Aetzung der Zone [102 . 010], bei stärkerer den Zonen [102 . 111], [102 . 323] und [102 . 212].

5. Die Aetzhügel werden von Flächen gebildet, welche der Oktaëderfläche und Flächen der Triakisoktaëderzone nahe liegen. Die letzteren haben dieselbe charakteristische Abweichung von der primären Zone, wie die analogen Aetzflächen auf (111).

6. Ein Vergleich mit den Säurefiguren zeigt einen bemerkenswerthen Gegensatz in der Gestalt der Aetzfiguren und des Lichtbildes, welcher sich selbst in untergeordneten Details, z. B. in der Lage der „falschen“ Aetzfläche offenbart. Minder ausgeprägt ist der Gegensatz zu den Figuren der rauchenden Salpetersäure.

3. Würfelfläche 001.

Bei der Aetzung der Würfelfläche mit schmelzenden Alkalien tritt zunächst der Umstand bezeichnend hervor, dass die Fläche allen Glanz verliert, was besonders bei Krystallen der Combination (001) . (111) durch den Gegensatz der auch nach dem Aetzen stark glänzenden 111 Flächen sehr auffallend wirkt. Der Reflex der Würfelfläche erhält sich noch eine Zeit lang, nimmt indessen die charakteristische trübrote Färbung an, welche stets dem Verschwinden voranzugehen pflegt, endlich verschwindet er gänzlich. Dafür beobachtet man deutlichen Schimmer in der Richtung der Oktaëderflächen, nach längerer Aetzung auch in der Richtung eines positiven π ($h0l$).

Ein Krystall (I. 180), dessen Oktaëderfigur früher besprochen wurde (vergl. pag. 274), gab nach einer Aetzdauer von 10 Minuten in Aetzkali ein Lichtbild, bestehend aus 4 Reflexen, welche so lagen, wie die mit w bezeichneten der Fig. 29. Die Messung ergab

$$\begin{array}{rcl} w_1 w_2 = 69^\circ 6' & & w_1 w_3 = 66^\circ 11' \\ w_3 w_4 = 69^\circ 32' & & w_2 w_4 = 67^\circ 19' \\ \hline & & 69^\circ 16.5' \qquad \qquad \qquad 66^\circ 45' \end{array}$$

Die ersten zwei Abmessungen sind um einen Betrag grösser als die dritte und vierte, welche den möglichen Betrag der Versuchsfehler übersteigt. Die w -Flächen liegen daher nicht in der Ikositetraederzone, sondern ähnlich wie die mit w bezeichneten Flächen auf der Oktaeder- und Pyritoederfläche. Die Rechnung gibt für dieselben die Position

$$w = (899.928) \dots \dots \dots (55).$$

Nach weiterer Aetzung von 10 Minuten Dauer traten zwischen den weiter von einander stehenden w -Reflexen die Reflexe p hervor, sowie zwischen diesen und den w -Reflexen vier äusserst verwaschene und lichtschwache Reflexe i (vergl. Fig. 29).

Die ziemlich präzisen Reflexe p ergaben folgende Abmessungen:

$$p_1 p_2 = 55^\circ 42' \quad p = (530.0) \dots \dots \dots (56).$$

Die genauere Bestimmung der w -Reflexe stiess auf ziemliche Schwierigkeiten, da dieselben die Gestalt von Lichtbögen angenommen hatte, die sich über mehrere Grade erstreckten. Es war zwar grössere Helligkeit in der Mitte des Reflexes unverkennbar, allein eine präzise Culmination, auf welche die Messung in verschiedenen Zonen bezogen werden konnte, war nicht vorhanden.

Um zum Ziele zu gelangen, wurden zuerst die Zonen justirt, welche durch die hellsten Stellen der Reflexe $w_1 w_2$, bezüglich $w_3 w_4$ und die Flächen $010, 0\bar{1}0$ (h_1, h_1') gehen. In diesen Zonen wurden die Winkel $h_1 w_1, w_1 w_2, w_2 h_1'$ etc. gemessen, gegeneinander abgeglichen und gleichzeitig der Abstand δ beobachtet, in welchem das Bild der natürlichen Oktaederflächen den Verticalfaden passirte. Ebenso wurde mit den Zonen [$h_2 w_1 w_3 h_2'$] etc. verfahren.

Es ergab sich so

$$\begin{array}{llll} h_1 w_1 = 57^\circ 6' & h_1 w_2 = 57^\circ 22' & \text{Mittel: } h_1 w_1 = 57^\circ 10' & \\ w_1 w_4 = 65^\circ 20' & w_2 w_3 = 65^\circ 32' & w_1 w_4 = 65^\circ 40' & \\ w_1 h_1' = 57^\circ 6' & h_1' w_3 = 56^\circ 49' & & \\ \delta = 8.5 & \delta = 8.3 & \delta = 8.4 = 2^\circ 21.1'. & \end{array}$$

Hieraus ergibt sich für den Winkel, den die Zone [$h_1 w_1 w_2 h_1'$] mit der primären Zone auf 100 einschliesst, $\alpha = 2^\circ 2'$ und für die Position der w -Reflexe

$$w = (882.931).$$

Aus den Messungen in der zweiten Richtung ergab sich folgendes Resultat:

$$\begin{array}{lll}
 h_2 w_1 = 54^\circ 40' & h_2 w_4 = 55^\circ 9' & \text{Mittel } h_2 w_1 = 54^\circ 26' \\
 w_1 w_2 = 71^\circ 29' & w_4 w_3 = 71^\circ 20' & w_1 w_2 = 71^\circ 8' \\
 h_2' w_2 = 53^\circ 34' & h_2' w_3 = 54^\circ 40' & \\
 \delta = 9.5 & \delta = 10 & \delta = 9.75 = 2^\circ 43.8'.
 \end{array}$$

Hieraus folgt für den Winkel mit der primären Zone auf 010 der Werth $\alpha = 2^\circ 22'$ und für die Position der w -Reflexe

$$w = (921.970).$$

Die nicht unbeträchtliche Differenz in den zwei Positionswerthen ist wohl hauptsächlich auf die ungünstige Beschaffenheit der w -Reflexe zu schieben. Nimmt man aus beiden Bestimmungen das Mittel

$$w = (900.950) \dots \dots \dots (57)$$

so ergibt sich durch eine Nebeneinanderstellung der berechneten und beobachteten Werthe folgendes:

Berechnet	Beobachtet
$h_1 w_1 = 56^\circ 52' 30''$	$57^\circ 6'$
$h_2 w_1 = 54^\circ 46' 20''$	$54^\circ 31'$
$w_1 w_4 = 70^\circ 27' 20''$	$71^\circ 25'$
$w_1 w_2 = 66^\circ 15'$	$65^\circ 26'$
$\alpha_1 = 3^\circ 0' 50''$	$2^\circ 22'$
$\alpha_2 = 1^\circ 28' 10''$	$2^\circ 2'$

Zur weiteren Bestätigung wurden die Diagonalzonen der Fläche 001 mit Hilfe der natürlichen Oktaëderflächen justirt und die Winkel zwischen den in diese Zone fallenden Theilen der w -Reflexe gemessen. Gleichzeitig wurden auch die in diese Zone fallenden Winkel zwischen den verschwommenen Reflexen i gemessen.

Die Messungen ergaben:

$$\begin{array}{l}
 w_1 w_3 = 104^\circ 54' \\
 w_2 w_4 = 105^\circ 3' \\
 \hline
 \text{Mittel} = 104^\circ 58'
 \end{array}$$

Entsprechend der Position (921.921).

$$\begin{array}{l}
 i_1 i_3 = 72^\circ 31' \\
 i_2 i_4 = 71^\circ 58' \\
 \hline
 \text{Mittel} = 72^\circ 15'
 \end{array}$$

Entsprechend der Position

$$i = (516.516) \dots \dots \dots (58).$$

Um schliesslich noch genauere Rechenschaft über die Lage und Gestalt des Reflexbogens zu geben, wurde folgender Weg eingeschlagen:

Zunächst wurde die Zone $[p_2 \bar{1}\bar{1}1]$ justirt, indem der Aetzreflex p_2 und das scharfe Bild der Krystallfläche $11\bar{1}$ auf der Rückseite des Krystalls justirt wurde. Bei dieser Justirung wurde der Winkel zwischen p_2 und der genau in die justirte Zone fallenden Stelle des Reflexbogens w_3 gemessen. Sodann wurden dem Bilde von $11\bar{1}$ bestimmte verschiedene Abweichungen δ , und zwar $\delta = -8$, $\delta = -4$, $\delta = +4$, $\delta = +8$ Theilstriche zu $16 \cdot 8'$ Bogenwerth gegeben und jedesmal der Winkel zwischen p_2 und der betreffenden in die Zone fallenden Stelle des Reflexbogens gemessen.

Aus diesen Daten liessen sich die Positionen der eingestellten Theile des Reflexbogens w_3 bestimmen, da der Ausgangspunkt der Messung bestimmt war.

In derselben Weise wurden Messungen von p_1 aus angestellt.

Das Resultat der Messungen ist folgendes:

$\delta = -8$	$p_2 w_3 = 32^\circ 40'$	(939.767)	. . (1)
$\delta = -4$	$p_2 w_3 = 34^\circ 17'$	(944.825)	. . (2)
$\delta = 0$	$p_2 w_3 = 35^\circ 11'$	(934.859)	. . (3)
$\delta = +4$	$p_2 w_3 = 36^\circ 3'$	(921.891)	. . (4)
$\delta = +8$	$p_2 w_3 = 36^\circ 24'$	(897.903)	. . (5)
$\delta = 0$	$p_1 w_3 = 73^\circ 27'$	(896.932)	. . (6)
$\delta = -4$	$p_1 w_3 = 72^\circ 31'$	(887.954)	. . (7)
$\delta = -8$	$p_1 w_3 = 72^\circ 20'$	(842.951)	. . (8)

In der Fig. 30 sind diese Positionen eingetragen. Zum Verständnis derselben diene folgendes:

Die einzelnen Positionen sind zu denken in gnomonischer Projection auf 001, und zwar in ziemlich grossem Maassstabe, nämlich $r = 100$ Millimeter. Es ist aber nur die um den Projectionspunkt von 111 liegende Partie dargestellt, dieser Punkt ist mit o bezeichnet. In 100 Millimeter Entfernung längs einer Horizontalen läge die Position 101, in gleicher Entfernung aufwärts 011. Die Projection der oben angeführten Positionen erfolgt dann in folgender Weise: Der Fläche $o = 111$ entsprechen die Coordinaten 1000, 1000; den

anderen Punkten die oben mitgetheilten Zahlen als Zehntel-Millimeter aufgefasst und die erste Zahl auf der verticalen, die zweite auf der horizontalen Linie aufgetragen.

Die Punkte sind mit denselben Ziffern bezeichnet, die in Klammern hinter den Positionen stehen. Mit 9 ist ferner die Position bezeichnet, welche oben aus dem Mittel der Messungen abgeleitet wurde (900 . 950); mit 10 die Position, welche nach den Messungen auf pag. 283 genau in die Diagonalzone von 001 fällt.

Aus der Projection lässt sich folgendes entnehmen: Die Projectionen liegen in einer stetig gekrümmten Curve. Dass jenseits der Zone [111 . 001] diese Stetigkeit gestört erscheint, ist eine Folge der Ungenauigkeit der Messung, welche wiederum darin ihren Grund hat, dass dieser Theil des Reflexes w zwar der hellere, aber auch der breitere ist, wie dies auch Fig. 29, Taf. III andeutet.

Im Ganzen zeigt diese Curve einen ähnlichen Verlauf und ähnliche Lage wie die Reflexe w und z auf der mit Kali geätzten Pyritoöderfläche.

Es verlohnte sich wohl kaum, dergleichen sehr zeitraubende und anstrengende Messungen auch bezüglich der anderen 3 w -Reflexe durchzuführen; der Anblick des Lichtbildes lehrt schon, dass der Verlauf des Reflexbogens bei allen der gleiche ist.

Es genügt mir, an diesem einen Beispiel gezeigt zu haben, wie auch Reflexbögen, die bei den Lichtbildern geätzter Krystallflächen häufig auftreten, unter gewissen Voraussetzungen der goniometrischen Messung unterzogen werden können.

Bei noch länger dauernder Aetzung wird das Lichtbild noch weiter complicirt, indem zu den vorhandenen Reflexen noch solche hinzutreten, welche den entfernteren Pyritoöderflächen 021 und $0\bar{2}1$ entsprechen; ferner eine Anzahl von verschwommenen Reflexen, welche zwischen den o - und p -Reflexen liegen, aber von den durch diese gelegten Zonen merklich nach der einen und anderen Seite ausweichen.

Ein derartiges Lichtbild zeigt die Fig. 31. Der betreffende Krystall (I. 204) war eine Stunde in Aetzkali geätzt worden. Nur die mit o und p bezeichneten Reflexe konnten der Messung unterzogen werden, da die anderen zu verschwommen und lichtschwach waren.

Es wurde gemessen:

$$o_1 o_2 = 70^\circ 15' \quad \text{Mittel } 70^\circ 23'$$

$$o_3 o_4 = 70^\circ 28'$$

$$o_1 o_4 = 70^\circ 40'$$

$$o_2 o_3 = 70^\circ 9'$$

$$p_1 p_2 = 58^\circ 5'$$

$$p_3 p_4 = 121^\circ 17'$$

$$o_1 p_1 = 38^\circ 5' \quad \text{Mittel } 38^\circ 4'$$

$$o_2 p_1 = 38^\circ 28'$$

$$o_3 p_2 = 38^\circ 8'$$

$$o_4 p_2 = 37^\circ 37'$$

$$o_1 p_3 = 38^\circ 11' \quad \text{Mittel } 38^\circ 15'$$

$$o_4 p_3 = 38^\circ 27'$$

$$o_3 p_4 = 38^\circ 3'$$

$$o_2 p_4 = 38^\circ 19'$$

Die Messungen führen für p_1 auf das Zeichen (553.0) (59), für p_3 auf (0.1780), oder übertragen in den ersten Krystallraum 001.111.101 auf das Zeichen (562.0) (60).

Die beiden Flächen haben also fast ganz gleiche Lage, sie kommen der $\pi(102)$ sehr nahe, liegen aber wiederum zwischen dieser und der Dodekaëderfläche (101).

Berechnet man die Winkel zwischen o und p , wobei für o die Position 111 angenommen wird, so erhält man

$$o_1 p_1 \text{ berechnet } 38^\circ 16', \text{ gemessen } 38^\circ 4'$$

$$o_1 p_3 \quad \text{„} \quad 38^\circ 10', \quad \text{„} \quad 38^\circ 15'.$$

Die Differenzen sind gering und liegen innerhalb der Fehlergrenzen.

Die Formverhältnisse der Aetzfiguren sind ziemlich schwierig zu ermitteln, da die entstehenden Aetzfiguren meist klein, von sehr steilen Flächen begrenzt und sehr dicht gedrängt sind. Stets haben die entstehenden Aetzfiguren den Charakter von Aetzhügeln. Aetzgrübchen wurden nie beobachtet.

Nach kurz dauernder Aetzung beobachtet man kleine vierseitige Aetzhügel von der Form Fig. 32. Dieselben ähneln sehr den Aetzhügeln, welche bei Salzsäureätzung auf den Würfelflächen des

Bleiglanz entstehen. In diesem Stadium ist die Disymmetrie, welche von der pyritoëdrischen Hemiëdrie verlangt wird, noch nicht an der Aetzfigur sichtbar, obgleich die Abmessungen der Lichtfigur sie bereits verrathen.

Bei länger dauernder Aetzung macht sie sich aber auch im Aussehen der Aetzhügel bemerklich, und zwar hängt sie dann mit dem Auftreten der p -Flächen zusammen.

Entweder treten dann Aetzhügel auf, wie sie Fig. 33 nach einem mit Aetznatron geätzten Krystall unten zeigt, und welche als Combination von Oktaëder und Pyritoëder leicht gedeutet werden können, oder man bemerkt von einer Abstumpfung der Spitzen der Aetzfiguren nichts, dafür erscheinen sie aber senkrecht auf die Pyritoëderkante ganz auffallend verlängert, wie in Fig. 33 oben. Bei aufmerksamer Beobachtung erkennt man dann, dass diese Aetzhügel reihenweise wie Reiter auf einer Riefe aufsitzen, welche von den p -Flächen gebildet wird, die aber blos in den Zwickeln zwischen den gestreckten Pyramiden zum Vorschein kommen. Selten entstehen reine Actzriefen gesondert neben den oktaëdrischen Aetzhügeln, wie Fig. 34 zeigt. Auch diese sind an den Enden von Oktaëderflächen begrenzt.

Für die Würfelfläche des Pyrit sind bei alkalischer Aetzung folgende Erscheinungen von Wichtigkeit.

1. Die Würfelfläche erscheint nach der Aetzung matt, im Lichtbild verschwindet der Centralreflex, die Fläche bedeckt sich mit kleinen dicht gedrängten Aetzhügeln.

2. Die Aetzhügel werden von Flächen gebildet, welche der Oktaëderfläche nahe stehen, später treten auch Flächen eines Pentagon-Dodekaëders auf, welche der Form $\pi(102)$ nahe kommen, aber in dem Zonenstück zwischen dieser und 101 liegen.

3. Bei intensiver Aetzung werden die Reflexe, welche einerseits der Oktaëderfläche, andererseits der Pyritoëderfläche entsprechen, durch Lichtbögen mit undeutlichen Culminationen verbunden, welche aber niemals genau in die Zone zwischen den beiden genannten Reflexen fallen, sondern die von den p -Reflexen ausgehenden Lichtbögen verrathen die Tendenz gegen die Zone $[102.010]$, die von den σ -Reflexen ausgehenden, gegen die Zone $[111.\bar{1}\bar{1}]$ auszuweichen.

4. Dodekaëderfläche 101.

Es wurde schon bei der Oktaëderfläche hervorgehoben, dass bei aller Aehnlichkeit der Aetzfigur mit jener, welche Salzsäure auf der Oktaëderfläche des Bleiglanz hervorbringt, dennoch ein Unterschied besteht. Die Strahlen, welche bei Bleiglanz genau in die Triakisoktaëderzone fallen, zeigen beim Pyrit eine constante, wenn auch unbeträchtliche Abweichung von dieser Zone. Wenn man also nach Allem die Oktaëderfläche des Pyrit als primäre Aetzfläche für Aetzung mit Alkalien bezeichnen darf, scheint es unthunlich, die Zone $[111.1\bar{1}1]$ als Aetzzone aufzufassen.

Eine Entscheidung dieser Frage schien mir möglich durch das Studium der Dodekaëderfläche. Beim Bleiglanz zeigt die Dodekaëderfläche jenes charakteristische Verhalten, welches Flächen einer Aetzzone auszuzeichnen pflegt: Glanz nach der Aetzung, Aetzgrübchen, Riefung im Sinne der Aetzzone. Ist die analoge Zone des Pyrit keine Aetzzone, so waren statt dieser Merkmale zu erwarten: Glanzlosigkeit, Auftreten von Aetzhügeln und Verschwinden des Centralreflexes.

In der That wurde diese Erwartung durch den Versuch bestätigt. Zur Untersuchung kam ein Krystall (VIII. 248), an welchen eine Dodekaëderfläche angeschliffen worden war.

Nach einstündiger Aetzung in Aetzkali zeigte die geätzte Fläche mattes Aussehen und war dicht bedeckt mit scharfen Aetzhügeln, deren Form die Fig. 35, Taf. III zeigt.

Dieselbe lässt sich als Combination der beiden benachbarten Oktaëderflächen mit der nächsten Pyritoëderfläche deuten, wenn wir von den schwer erkennbaren Flächen des nach abwärts gerichteten Steilabfalles absehen. Dazu treten untergeordnete Abstumpfungsfächen, welche bezeichnender Weise wiederum nicht in der Zone der grossen Aetzflächen liegen.

Das Lichtbild zeigt zwei lichtstarke Reflexe, welche nach den ausgeführten Messungen ungefähr dieselbe Position haben, wie die mit w bezeichneten Reflexe im Lichtbild des Würfels; ferner zwei durch einen Lichtbogen verbundene Culminationen, welche der Pyritoëderfläche entsprechen. Gemessen wurden die Winkel zwischen den entsprechenden Reflexen links und rechts und die Winkel der

Theorie verlangt für die Würfelfläche des Pyrit eine disymmetrische Aetzfigur. Während nun die Lichtfigur diesen Charakter stets deutlich erkennen lässt, findet man sehr häufig, dass die einzelnen Aetzfiguren dieser Forderung nicht entsprechen. Neben den regelmässigen disymmetrischen Aetzfiguren erscheinen, bisweilen sogar häufiger als diese, monosymmetrische. Letztere wiederholen sich dann in zwei entgegengesetzten Stellungen, deren Reflexe sich dann wieder zu einem disymmetrischen Lichtbilde ergänzen (vergl. pag. 253).

Bisweilen liegen disymmetrische und monosymmetrische Aetzfiguren in beiden Stellungen in bunter Mischung neben einander. Es kommt aber auch häufig vor, dass Figuren einer und derselben Art auf gewissen Feldern ausschliesslich auftreten.

So zeigt der Krystall I, 185 auf der Endfläche dreierlei Felder (vergl. Fig. 44, Taf. IV). Auf den weiss gelassenen Stellen (*a*) trifft man nur disymmetrische Figuren, auf den punktierten (*b*) nur Figuren von der Form Taf. II, Fig. 2 *e*, auf den schraffirten (*b*₁) nur Figuren von der Form Taf. II, Fig. 2 *d*.

Hier konnte offenbar die Vermuthung einer Mimesie Raum gewinnen. Die Theile *a* würden ihrer Symmetrie nach der Basis, die Theile *b* und *b*₁ dem Prisma eines rhombischen Krystalls in zwei zwillingsgemässen Stellungen entsprechen.

Allein versucht man unter Zugrundelegung einer derartigen Hypothese die Erscheinungen auszudeuten, so kommt man auf gewaltige Schwierigkeiten. Es wollte nicht glücken, die auf einer Würfelfläche supponirten Grenzen der Individuen auf den benachbarten Flächen weiter zu verfolgen. Ausserdem führt die eigenthümliche pyritoëdrische Symmetrie des Pyritkrystalles zu sehr sonderbaren Annahmen bezüglich der Symmetrie der Einzel-Individuen. Die ursprüngliche Annahme rhombischer Individuen erweist sich als unzureichend, man müsste bis zu triklinen Individuen herabsteigen und dafür war wieder aus den Formen der Aetzfiguren keinerlei Anhalt zu gewinnen.

Die in Rede stehende Erscheinung muss also anders erklärt werden. Es erscheint mir hierzu erforderlich, auf die Natur der Aetzfiguren etwas näher einzugehen.

Bei der Aetzung der Würfelfläche mit Säuren entsteht unter allen Umständen bei allen untersuchten Individuen aller Fundorte eine Riefung nach der Grundkante des positiven Pyritoëders. Neben dieser

überall so ziemlich gleichbleibenden Erscheinung tritt nun noch eine zweite, veränderliche auf: die Entstehung von tieferen Aetzfiguren. Diese zeigen merkliche Unterschiede in ihrer Grösse, Gestalt und Zahl bei Krystallen verschiedener Fundorte, ja manchen Pyriten scheinen sie gänzlich fehlen zu können. Auch von Krystallen desselben Vorkommens kann der eine sie in reichlicherer Menge entwickeln als der andere und dieselbe Verschiedenheit kann man auf verschiedenen Würfelflächen desselben Krystalles beobachten.

Wenn wir unter Molecularstructur einer Krystallart jene Anordnung kleinster Theilchen verstehen, welche bei allen Krystallen derselben Art die gleiche ist, unter Tektonik aber jene erst durch die Art des Wachsthums bedingten Verschiedenheiten, durch welche sich verschiedene Krystalle derselben Art von einander unterscheiden, dann müssen wir angesichts des oben geschilderten Verhaltens der Aetzfiguren sagen, dass dieselben in ihrer Entstehung, Grösse, Zahl und Ausbildung vor allem von der Tektonik des betreffenden Krystalles abhängen, während allerdings der den verschiedenen Ausbildungsweisen zu Grunde liegende Typus von der Molecularstructur abhängt. Von diesem Gesichtspunkte aus erscheinen aber jene tektonischen Momente als Störungen der Molecularstructur, welche je nach der Art des Wachsthums in verschiedener Zahl, Ausdehnung und Art auftreten können.

Sehr wahrscheinlich erscheint es mir, dass bei jenen Pyriten, welche nach der Aetzung nur eine zarte Riefung nach dem Pyritöeder zeigen, derartige Störungen im geringsten Maasse vorhanden sind. Diese Pyrite würden sich der idealen Vollkommenheit des Krystallbaues am meisten nähern. Für die Entstehung dieser Riefung würde ich mich jener Erklärung anschliessen, welche v. Ebner in seiner ausgezeichneten Arbeit über die Lösungsflächen des Calcit entwickelt hat. (Molecular etwas verschiedene Beschaffenheit des Lösungsmittels an benachbarten Stellen.)

Die grösseren Aetzfiguren würden dagegen nur an solchen Stellen entstehen, wo eine — freilich für unsere groben Beobachtungsmittel häufig nicht nachweisbare — Störung der Molecularstructur vorliegt.

Es ist denkbar, dass diese Störung so orientirt ist, dass sie die Symmetrie der betreffenden Fläche nicht beeinträchtigt. Dann wird auch die aus derselben hervorgehende Aetzfigur der Symmetrie

entsprechen. Es ist aber auch denkbar, dass die Störung anders orientirt ist; dann wird eine Aenderung in der Symmetrie der Aetzfigur die Folge sein. Da aber einerseits zwischen der Störung und der Tektonik des Krystalles ein bestimmter Zusammenhang besteht, und da sich andererseits die Tektonik auch in der Oberflächenzeichnung des Krystalles verräth, müsste man auf Grund dieser Voraussetzungen einen Zusammenhang zwischen der Oberflächenzeichnung und dem Auftreten der mindersymmetrischen Aetzfiguren erwarten.

Ein solcher Zusammenhang scheint aber in der That zu bestehen.

Für die Krystalle von Traversella ist eine Art von Oberflächenzeichnung sehr charakteristisch, welche Struever in seiner bekannten Monographie (Memorie della Reale Accademia delle Scienze di Torino. II, XXVI) auf Taf. XIII, Fig. 176, abbildet. Die Würfel- fläche ist bedeckt mit tafelförmigen, sechseckigen Fortwachsungen, welche von schmalen Randflächen der Formen $\pi(102)$ und $\pi(213)$ begrenzt sind.

Wir dürfen aus diesen Fortwachsungen schliessen, dass nur ein Theil der Würfel- fläche durch Ansatz kleinster Theilchen normal zur Würfel- fläche fortwächst, andere Theile durch die flächenförmige Ausbreitung der erwähnten Fortwachsungen, also durch Ansatz kleinster Theilchen normal zur Fläche 102 und der benachbarten Diploöderfläche einerseits, normal zur Fläche $\bar{1}02$ und der benachbarten andererseits.

Wir dürfen ferner erwarten, dass auf den nach 102 gewachsenen Theilen eine Streifung nach dieser Fläche, auf den nach $\bar{1}02$ gewachsenen eine Streifung nach $\bar{1}02$ zu beobachten sein werde, während wir auf den nach 001 gewachsenen Flächentheilen entweder gar keine oder Streifung nach beiden Pyritoöderflächen erwarten dürfen.

Nach diesen Voraussetzungen wachsen die verschiedenen Antheile der Würfel- fläche auf dreierlei Art, nach 001 , nach 102 oder nach $\bar{1}02$. Dies lässt zunächst das Auftreten von disymmetrischen und von monosymmetrischen Aetzfiguren in zwei Stellungen erklärlich erscheinen.

In günstigen Fällen müsste es aber weiter möglich sein, an dem Charakter der Oberflächenzeichnung diese dreierlei Flächenantheile zu erkennen und zu prüfen, ob wirklich die Vertheilung der verschiedenen Aetzfiguren den gemachten Voraussetzungen entspricht.

Es wurden daher folgende Untersuchungen angestellt: Eine Würfelfläche eines Krystalls von Traversella lässt eine einzige grosse Fortwachsung erkennen. Dieselbe fällt mit deutlichen Stufen von $10\bar{2}$. $21\bar{3}$. $2\bar{1}\bar{3}$ gebildet nach vorne ab zu dem vollkommen glatten, streifenfreien Theil an der vorderen Würfelfante. Nach rückwärts war die Streifung nach $\bar{1}0\bar{2}$ zarter. Die Mitte der Fortwachsung zeigte sehr zarte Riefen, doch schimmerten dieselben nach beiden Seiten.

Nach der Aetzung zeigte die vordere Hälfte der Abdachung ganz vorherrschend Figuren von der Form und Stellung Fig. 2 e, Taf. II; die rückwärtige Hälfte viele monosymmetrische Figuren in entgegengesetzter Stellung, daneben auch viele disymmetrische.

Ein anderer Krystall zeigte auf einer Würfelfläche durchaus eine einseitige Streifung nach $10\bar{2}$. Nach der Aetzung zeigten sich ausschliesslich Aetzfiguren von der Form und Stellung Fig. 2 e. Der Zusammenhang zwischen Streifung und Aetzfiguren ist also derselbe wie früher.

Dass die monosymmetrische Ausbildung der Aetzfigur nicht durch die Thatsache der Streifung und die dadurch bedingte Unebenheit der Fläche bedingt sein kann, geht wohl schon daraus hervor, dass die Monosymmetrie hauptsächlich die tieferen Theile der Aetzfigur betrifft, welche von der Oberfläche des Krystalls gar nicht geschnitten werden. Ueberdies wurde im letzteren Falle die Streifung durch Anschleifen und Poliren der Fläche entfernt; die entstandene Schlifffläche wurde der Messung unterzogen und zeigte eine sehr geringe ($2'$) Abweichung von der theoretischen Lage der Würfelfläche.

Durch diese Beobachtungen ist wohl der Nachweis geliefert, dass die in Rede stehenden Symmetrieabweichungen der Aetzfiguren mit der Tektonik des Krystalles in Zusammenhang stehen. Ja, es lässt sich sogar die Art des Zusammenhanges angeben. Wenn wir uns die Störungen als linear ausgedehnt, also etwa als Canäle vorstellen, längs denen die Lösung rascher vorschreitet und deren Mündung sie der Molecularstructur entsprechend ausweitet, so folgt für die oben betrachteten Fälle, dass die Störungen senkrecht zur wachsenden Fläche, also in der Richtung des Wachstums liegen.¹⁾

¹⁾ Eben erhalte ich Heft I des 12. Bd. der Zeitschr. f. Kryst., in welchem Baumhauer einen ähnlichen Zusammenhang zwischen der Tektonik und dem Resultate der Aetzung am Speiscobalt vom Schneeberg nachweist.

Pyrit von Příbram.

Viel schwierigere Verhältnisse lassen jene Pyrite erkennen, welche schon in der Einleitung als „anomale“ bezeichnet wurden. Am genauesten wurden die Pyrite von Příbram untersucht. Die besten Krystalle stammen von einer Stufe des mineralogischen Institutes der Czernowitzer Universität.

Die 5—6 Millimeter grossen Pyritkrystalle sitzen einzeln auf Quarz und sind zum Theile bedeckt von dem gewöhnlichen Příbramer Calcit, der die Formen $(10\bar{1}0)$ und $\pi(01\bar{1}2)$ zeigt. Träger der Combination ist der Würfel, untergeordnet ein gekrümmtes Pentagondodekaëder, und kleine, aber glatte und glänzende Flächen des Oktaëders.

Die letzteren allein gestatten genauere Messungen. Die Bilder sind aber selten einfach; meist sind mehrere vorhanden; stets kommen aber solche vor, welche nahezu genau am theoretischen Ort der Oktaëderfläche liegen. Die anderen sind als Vicinalflächen aufzufassen. Die Würfelflächen sind stark und nicht vollkommen parallel zur Combinationskante mit dem Pyritoëder gerieft. Die Flächen des letzteren geben über grosse Strecken zerstreute Reflexbilder; oft ordnen sich dieselben in drei gegen den benachbarten Würfelreflex divergirende Reihen. Der Punkt, wo sich diese schneiden, ist zuweilen durch ein schwaches Reflexbild markirt, welches — soweit dies die unvollkommenen Messungen zu constatiren erlauben — dem Pyritoëder $\pi(102)$ entspricht. Die hellsten Reflexe entsprechen einem flacheren Pentagondodekaëder; selten kommen noch Reflexe vor, welche einem steileren Dodekaëder entsprechen. Alle diese Flächenelemente sind, obwohl sie sich manchmal recht weit von der Lage des Pyritoëders entfernen, doch nur als Vicinalflächen der Form $\pi(102)$ aufzufassen.

Es sei hier ausdrücklich hervorgehoben, dass die Messungen keine derartigen Abweichungen von tesseraler Symmetrie ergeben, dass man vom geometrischen Standpunkte aus dieselbe in Zweifel ziehen dürfte. Die Abbildung Taf. III, Fig. 47, bei Struever gibt ein gutes Bild von dem Aussehen dieser Krystalle, wenn man sich die kleinen Flächen von (211) wegdenkt.

Aetzt man einen solchen Krystall mit Aetzkali, so zeigt sich kein Unterschied gegen die normalen Pyrite, man erhält mehr oder weniger deutlich den Oktaëderschimmer.

Aetzung mit Säuren.

Aetzt man dagegen mit irgend einer der Säuren, welche den Pyrit angreifen, so zeigt sich eine eigenthümliche Erscheinung. Der Krystall wird auf der ganzen natürlichen Oberfläche vollkommen sammtartig matt, bei gelungenen Präparaten tief schwarz. Die Flächen schimmern erst, wenn das Licht nahezu parallel zur Oberfläche einfällt.

Anders verhalten sich Bruch-, Spalt- oder Schlißflächen, die durch das Innere des Krystalles gelegt werden. Diese lassen im allgemeinen lebhaften Schimmer und eine Feldertheilung erkennen, welche auf den ersten Blick mit der äusseren Begrenzung des Krystalles in Zusammenhang steht.

a) Hexaëderfläche.

Eine Schlißfläche parallel 100, welche nicht genau durch die Mitte des Krystalls gelegt wurde, zeigt Taf. IV, Fig. 36 (IX. 55). Man erkennt ein Mittelfeld, welches genau so dunkel und sammtartig aussieht wie die natürliche Würfelfläche. Die übrige Fläche zerfällt in vier Sektoren, deren Grenzen gegen die schärferen Kanten zwischen Pyritoëder und Würfel hinziehen. Jeder Sector zeigt eine Riefung, welche, wenn wir von den kleinen Feldern in der Mitte absehen, im allgemeinen auf der äusseren Begrenzung durch die Würfelfläche senkrecht steht. Diese vier Sektoren sind paarweise, und zwar immer die gegenüberliegenden gleich.

Die Sektoren *I* oben und unten zeigen eine flachere, gröbere, die Sektoren *II* rechts und links eine tiefere feinere Riefung. Jeder Sector liefert deutliche Aetzreflexe, welche sich zu dem in Fig. 37 dargestellten Lichtbild zusammensetzen. Es gehören die mit dem Index *I* bezeichneten Reflexe zu den Sektoren oben und unten, die mit *II* bezeichneten zu den Sektoren recht und links.

Zur Fixirung dieser Aetzflächen dienten folgende Messungen:

$$h p_{II} = 66^{\circ} 53'$$

$$h p'_{II} = 66^{\circ} 26'$$

$$h_{II} h'_{II} = 2^{\circ} 52'$$

$$p_I p'_{I} = 47^{\circ} 5'$$

Aus diesen Messungen ergibt sich, dass die Reflexe p_I und p_{II} Flächen derselben Form entsprechen. Denn der Winkel zur nächsten Würfelfläche berechnet sich für

$$\begin{aligned} p_I &= 23^\circ 32' 5'' \\ p_{II} &= 23^\circ 21' 5'' \\ \hline \text{Mittel} &= 23^\circ 27' \end{aligned}$$

Dies entspricht der Position für $p_I = 1000.434.0$
 $h_{II} = 1000.0.32$

Ein ähnliches Präparat (IX. 245), welches mit Königswasser aus rauchender Salpetersäure geätzt worden war, lieferte deutliche Reflexe entsprechend h_{II} und p_I ; die p_{II} entsprechenden waren undeutlich und lichtschwach.

Die Messung ergab:

$$\begin{aligned} h_{II} h'_{II} &= 8^\circ 40' \\ p_I p'_I &= 48^\circ 38' \end{aligned}$$

Hieraus ergibt sich die Position für

$$\begin{aligned} h_{II} &= 1000.0.76 \\ p_I &= 1000.452.0 \end{aligned}$$

Sehr eigenthümlich war das Verhalten einer mit verdünnter Salpetersäure geätzten Schlißfläche (IX. 158). Die Verdoppelung von h trat hier nicht ein, dafür erschienen Reflexe von der beiläufigen Lage von Rhombendodekaëderflächen.

Es wurde gemessen:

$$\begin{aligned} h p_I &= 27^\circ 34' \\ h p'_I &= 27^\circ 39' \\ \hline \text{Mittel} &= 27^\circ 36' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h d_I &= 42^\circ 48' \\ h d'_I &= 42^\circ 56' \\ \hline \text{Mittel} &= 42^\circ 52' \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h d_{II} &= 44^\circ 24' \\ h d'_{II} &= 45^\circ 19' \\ \hline \text{Mittel} &= 44^\circ 52' \end{aligned}$$

Die Reflexe d_I , p_I , p'_I , d'_I liegen in derselben Zone und rühren her von Sector I , die Reflexe d_{II} und d'_{II} liegen in der zur vorigen senkrechten Zone und vertreten gewissermassen p_{II} .

Den Reflexen p_I entspricht die Position $1000.523.0$,
den Reflexen d_I die Position $1000.928.0$.

Für d_{II} darf man unbedenklich 101 einsetzen.

Das Auftreten der Dodekaöderfläche als Aetzfläche ist eine sehr auffallende und vereinzelt dastehende Erscheinung.

Die Untersuchung der Schlißflächen parallel dem Würfel ergibt also: Der ganze Krystall zerfällt in so viele Sektoren, als Würfelflächen vorhanden sind. Jeder solche Sector endet an der Oberfläche des Krystalls mit einer Würfelfläche und den zwei benachbarten Pyritoöderflächen; in jedem Sector treten nur Aetzflächen auf, welche auf der Würfelfläche an der Oberfläche des Krystalls senkrecht stehen, und zwar entsprechen sie den beiden auf dieser Würfelfläche senkrecht stehenden Pyritoöderflächen und derjenigen Würfelfläche, welche die schärfere Kante der beiden letzteren abstumpft. Die Reflexe dieser Würfelfläche erscheinen senkrecht zur Aetzzone (also in der Richtung der benachbarten Pyritoöderflächen) verdoppelt, aber in der Aetzzone gestreckt.

In dem Sector I , welcher am Krystall mit der Fläche 001 endet, treten demnach als Aetzflächen auf: 210 und $2\bar{1}0$, ferner 010 verdoppelt in zwei Flächen, welche in der Zone $[02\bar{1}.010.021]$ liegen. Offenbar kommt einem solchen Sector, für sich betrachtet, rhombische Symmetrie zu.

Dieses verhältnismässig einfache Bild wird etwas complicirter, wenn wir auf jene kleinen Felder Rücksicht nehmen, welche die Schlißflächen bisweilen in der Nähe des Kernes erkennen lassen und welche in Fig. 36 auf Taf. IV mit c und d bezeichnet sind.

Zunächst erkennt man bei aufmerksamer Beobachtung Anwachsstreifen, welche im grössten Theil der Schlißfläche parallel den Würfelflächen verlaufen. Die Grenzen der Sektoren verlaufen streng durch jene Stellen, an welchen diese Anwachsstreifen umbiegen. In der Nähe des Mittelfeldes zeigen diese Anwachsstreifen einen etwas anderen Verlauf und lassen erkennen, dass eine Zeitlang das Pyritoöder an der Begrenzung des Krystalls in grösserer Ausdehnung sich betheiligt habe. Soweit in Sector II diese nach dem Pyritoöder gerichteten Anwachsstreifen auftreten, reichen die mit d bezeichneten Felder, welche sich durch eine etwas anders beschaffene Oberfläche und anders orientirten Schimmer von der Umgebung unterscheiden. Die feine Riefung erscheint abgelenkt, steht nahezu senkrecht auf

den Anwachsstreifen und es tritt Schimmer in Richtungen senkrecht zu dieser Riefung auf. Zwei diagonal gegenüberliegende Felder (d_1, d_2) schimmern gleichzeitig, zwei benachbarte in Richtungen, welche symmetrisch liegen zur Schimmerrichtung des Hauptfeldes.

Es ist leicht zu entnehmen, dass diese Felder nicht nach der Würfelfläche, sondern d_1 nach der Fläche 021 , d_2 nach $0\bar{2}1$, d_3 nach $0\bar{2}\bar{1}$ gewachsen sind.

Auch ein Theil von Sector *I* (in Fig. 36 mit *c* bezeichnet) zeigt abweichende Oberflächenstructur und Schimmer in zwei Richtungen, welche zur Verticallinie symmetrisch stehen und nach oben divergiren. Nach Analogie kann man annehmen, dass diese Partie nach einer der oberen, an 001 anliegenden Pyritoöderfläche gewachsen sei, und zwar, da die Schlißfläche nahe der rückwärtigen Fläche $\bar{1}00$ angelegt ist, nach der Fläche $\bar{1}02$.

Leider sind diese Felder zu klein, die von ihnen ausgehenden Reflexe zu undeutlich und lichtschwach, als dass eine goniometrische Messung möglich wäre. Nur Schimmermessungen konnten ausgeführt werden. Die Schimmerrichtungen auf *c* bilden mit den Schimmerrichtungen von *a*, welche der horizontalen Würfelkante parallel sind, folgende Winkel:

Rechts: $28^{\circ}0'$
 Links: $28^{\circ}9'$
 Mittel: $28^{\circ}27'$

Der Schimmer auf *d* kann nur bei sehr flach einfallendem Licht gemessen werden. Man erhält für den Winkel mit der Schimmerrichtung der Felder *b*, welche der verticalen Würfelkante parallel geht:

Für d_1 : $16^{\circ}1'$
 „ d_2 : $17^{\circ}5'$
 Mittel: $16^{\circ}9'$

Wenn man voraussetzen darf, dass die Aetzflächen in den Feldern *c* und *d* analoge Lage haben, lässt sich aus diesen Angaben beiläufig die Position der Aetzflächen berechnen. Es ergibt sich für die Aetzflächen auf *c* das Zeichen $3\cdot291 \cdot 1\cdot861 \cdot 1$ oder umgerechnet in die hier gewöhnlich angewandte Schreibweise (höchster Index = 1000): $1000 \cdot 565 \cdot 304$. Es ist dies eine Fläche von ähnlicher Lage, wie sie als Flächen π von den normalen Pyriten bekannt ist.

Eigenthümlich ist nun die Orientirung dieser Flächen in den Feldern c und d .

Auf c , welches gewachsen ist nach $\bar{1}02$, kommen Flächen von ähnlicher Lage wie 421 und $4\bar{2}1$ vor.

Auf d_1 und d_3 gewachsen nach 021 und $0\bar{2}\bar{1}$ treten Flächen von ähnlicher Lage wie $2\bar{1}4$ und $21\bar{4}$ auf.

d_2 gewachsen nach $0\bar{2}1$ zeigt Flächen von ähnlicher Lage wie 214 und $2\bar{1}\bar{4}$. Wir sehen demnach auch bei den kleinen Feldern das Princip durchgeführt, welches bezüglich der nach den Würfflächen gewachsenen Hauptantheile ermittelt worden:

Von den am Pyrit überhaupt möglichen Aetzflächen kommen vorherrschend solche zur Entwicklung, welche auf der wachsenden Oberfläche senkrecht stehen.

b) Oktaëderfläche.

Mit den geschilderten Erscheinungen an den Schlißflächen nach dem Würfel stehen jene in Einklang, welche an angeschliffenen Oktaëderflächen zu beobachten sind. Leider sind die natürlichen Oktaëderflächen zu klein, um Beobachtungen zu gestatten.

Eine solche Schlißfläche parallel $1\bar{1}1$ nach der Aetzung mit Säure zeigt Fig. 38, Taf. IV (IX . 246). Auch hier erkennt man Sectorenteilung, welche wiederum mit der äusseren Begrenzung im deutlichen Zusammenhange steht. Die drei Sektoren geben ein deutliches Lichtbild, welches in Fig. 39, Taf. IV, ebenfalls in sphärischer Projection dargestellt ist. Jeder Sector liefert zwei Reflexe, h und p , welche mit Ziffern versehen sind, andeutend den Sector, von welchem sie herrühren.

Zur Bestimmung der Position der Reflexe h und p wurden die Bögen zu den natürlichen Würfflächen h_1 ($0\bar{1}0$), h_2 (100), h_3 (001) gemessen, welche vor der Aetzung durch theilweise Bedeckung mit Canadabalsam geschützt worden waren. Der Reflex h wurde in der Zone der beiden Würfflächen eingestellt. Der Reflex p zeigte sich in Folge von Schleppung gegen die geätzte Fläche hin verschoben, es wurde daher p und die entferntere Würffläche justirt und die Abweichung der 2. Würffläche von der justirten Zone bestimmt.

Krystall IX . 246, welcher genau so wie der Würfelschliff IX . 155 behandelt worden, gab folgendes Resultat:

$h_2 h_{III}^1) = 87^\circ 58'$	$h_2 p_{II} = 67^\circ 15'$	δ von $h_3 = 8.5$
$h_3 h_I = 87^\circ 46'$	$h_3 p_{III} = 68^\circ 3'$	δ „ $h_1 = 9.5$
$h_1 h_{II} = 87^\circ 57'$	$h_1 p_I = 66^\circ 17'$	δ „ $h_2 = 10.0$
Mittel = $87^\circ 54'$	$67^\circ 12'$	$9.3 = 2^\circ 36'$

Aus diesen Messungen ergibt sich als Position für die Aetzflächen des oberen Sectors *I*:

$$h = 0. \bar{1}000. 37$$

$$p = 1000. \bar{4}21. 32$$

Also Zahlen, welche mit den entsprechenden der Aetzflächen auf dem Würfelschliff übereinstimmen.

Zur Controle wurden auch Schimmermessungen angestellt. Jeder Sector zeigt Schimmer in 2 Stellungen, welche jedoch nur bei sehr verschiedener Incidenz des Lichtes wahrnehmbar sind. Je zwei benachbarte Sektoren schimmern nahezu in gleichem Azimut, aber bei verschiedener Incidenz und in verschiedenem Grade. Nur die von den Reflexen *p* herrührenden Schimmerstellungen konnten in Bezug auf ihr Azimut gegen die Krystallkanten fixirt werden.

Wenn als Ausgangspunkt die Kante mit der Würfelfläche 001 dient, so ergibt sich für das Schimmer-Azimut von

Sector <i>I</i>	52.6°	berechnet	53° 30'
„ <i>II</i>	173.3°	„	173° 30'
„ <i>III</i>	292.3°	„	293° 30'

Die unter „berechnet“ angeschriebenen Winkel sind aus der Goniometermessung abgeleitet.

Die Beobachtungen wurden bei einem Incidenzwinkel von 39° gemacht, das Mikroskoprohr stand senkrecht auf der Ebene der Drehung.

An dem Krystallfragment IX. 245 wurde eine Oktaëderfläche in der Richtung von 111 angeschliffen. Die früher beschriebene Würfelspaltfläche hat die Lage von 010.

Da die eigentlichen Würfelreflexe hier verschwunden waren, wurden die Winkel der von der Oktaëderfläche stammenden Reflexe zu dem Reflexe der Spaltfläche 010 gemessen $h_1 = 0. \bar{1}000. \bar{7}6$.

¹⁾ Absichtlich wurde der Winkel zu der entfernteren Würfelfläche gemessen, da die benachbarte in Folge der pyritoëdrischen Streifung im Sinne der eingestellten Zono verlängerte Reflexe gab.

$$h_1 h_{III} = 95^\circ 35'$$

$$h_{III} h_{II} = 84^\circ 45'$$

$$h_{III} p_{II} = 17^\circ 57'$$

$$h_1 h_I = 94^\circ 58'$$

$$h_I h_{II} = 84^\circ 51'$$

$$h_I p_{II} = 18^\circ 25'$$

Die Mittelwerthe sind: $95^\circ 16'$, $84^\circ 47'$, $18^\circ 11'$.

Hieraus ergibt sich für den Winkel zur nächstgelegenen Würfelfläche annähernd für

$$h = 5^\circ 15'$$

$$p = 23^\circ 26'$$

Und die Position für

$$h = 0.1000.96$$

$$p = 1000.433.0$$

Also wiederum sehr ähnliche Zahlen, wie sie für die Reflexe der Würfelfläche abgeleitet wurden.

Auch an den Oktaëderflächen wurden Felder bemerkt, welche von der Hauptmasse der Sektoren etwas in Structur und Schimmerichtung differirten. Fig. 38 lässt im Innern 3 derartige Felder erkennen, welche wahrscheinlich ebenfalls nach Pyritoëderflächen gewachsen waren. Doch war es nicht möglich, die Erscheinungen hier so genau zu verfolgen wie im Würfelschliff.

Aetzung mit Alkalien.

An der natürlichen Oberfläche bewirkt dieses Aetzmittel, wie schon erwähnt, Erscheinungen, welche von denen der normalen Pyrite weit weniger verschieden sind. Die Würfelflächen erhalten deutlichen Oktaëderschimmer, die Pyritoëder zeigen sogar sehr schöne Aetzhügel.

a) Hexaëderfläche.

Eine nicht genau durch die Mitte des Krystalls gelegte Schlifffläche nach 100 lässt ebenfalls Sektorenteilung erkennen. Nur das Mittelfeld, welches ausser der nach jener Würfelfläche gewachsenen Partie, welcher die Schlifffläche parallel geht, auch jene Partien (*c* und *d* in Fig. 36) zu umfassen scheint, welche nach dem Pyritoëder gewachsen sind, zeigt den Oktaëderschimmer; die anderen Theile, welche nach den beiden anderen Würfelflächen 010 und 001 gewachsen sind, zeigen eine ähnliche Riefung wie früher, und Reflexe in jener

Zone, welche auf der Würfelfläche der äusseren Begrenzung senkrecht steht. Fig. 40, Taf. IV, zeigt das betreffende Lichtbild.

Die Messungen, nach denen dasselbe entworfen wurde, waren folgende:

$$\begin{aligned}d_{II} d'_{II} &= 92^{\circ} 1' \\p_I p'_I &= 55^{\circ} 22' \\d_I d'_I &= 89^{\circ} 20'\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}o_1 o_2 &= 68^{\circ} 22' \\o_3 o_4 &= 68^{\circ} 31' \\o_2 o_4 &= 69^{\circ} 50' \\o_1 o_3 &= 70^{\circ} 7'\end{aligned}$$

Die Aetzflächen o und p haben danach ganz ähnliche Position wie bei der Aetzung der Würfelfläche normaler Pyrite. Dagegen ist das Auftreten der Reflexe d , welche dem Rhombendodekaëder nahe kommen, eine auffallende Erscheinung.

Für die einzelnen Flächen ergibt die Rechnung folgende Positionen:

$$\begin{aligned}o &= 1000 . 944 . 962 \\p &= 1000 . 525 . 0 \\d_I &= 1000 . 988 . 0 \\d_{II} &= 965 . 0 . 1000.\end{aligned}$$

b) Oktaëderfläche.

Eine angeschliffene Oktaëderfläche zeigt deutlich die Theilung in drei Felder. Bei einem und demselben Azimut zeigt bei steilerer Incidenz erst ein Sector, bei flacherer Incidenz gleichzeitig die beiden anderen Sektoren Schimmer. Die Aetzflächen der ersten Schimmerstellung liegen beiläufig in Zone mit der Oktaëderfläche und der Würfelfläche. In dieser Zone wurde der Winkel zwischen dieser Schimmerstellung und der Oktaëdernormalen mit $34^{\circ} 40'$ gemessen. Diese Aetzflächen haben also beiläufig die Lage von Dodekaëderflächen. Die zweite Schimmerstellung, bei welcher die beiden anderen Sektoren schimmern, liegt in derselben Zone und fällt mit der benachbarten Oktaëderfläche zusammen. Leider waren die Reflexe zu lichtschwach, genauere Messungen daher nicht ausführbar.

Es ergibt sich aber aus dem Angeführten, dass in jedem Sector eine Dodekaëderfläche und zwei benachbarte Oktaëderflächen als

Aetzflächen auftreten. Dies ergibt für den oberen Sector *I* der Fläche $\bar{1}\bar{1}1$ die Aetzflächen $\bar{1}\bar{1}0$, $\bar{1}\bar{1}1$ und 111 .

Schimmermessungen unter dem Mikroskop waren nur bezüglich der bei steilerer Incidenz auftretenden Schimmerstellungen, herrührend von den Aetzflächen (110), möglich. Bei Drehung des Präparates trat in jedem Sector ein deutliches Schimmermaximum auf (*d*), an welches sich einseitig ein schwächerer Schimmer (*p*) anschloss. Nimmt man als Ausgangspunkt für die Azimutzählung wiederum die Kante zur Würfelfläche 001, so zeigen die Sektoren Schimmer in folgenden Azimuten:

	Berechnet	<i>a</i>	<i>b</i>
Sector <i>I</i> <i>p</i>	66·2°	61° 45'	60°
<i>d</i>	88·0°	88° 23'	90°
<i>II</i> <i>p</i>	182·8°	181° 45'	180°
<i>d</i>	207·4°	208° 23'	210°
<i>III</i> <i>p</i>	304·3°	301° 45'	300°
<i>d</i>	328·3°	328° 23'	330°

Unter *a* sind jene Zahlen angesetzt, welche sich aus der Position von *p* und *d* am Würfelschliff IX. 243 berechnen. Unter *b* jene Zahlen, welche (110) und $\pi(210)$ verlangen würden.

Die Richtigkeit der Beobachtung kann hier auch noch durch die Form der Aetzfiguren geprüft werden. Während nämlich bei allen anderen Schliffpräparaten des Pribramer Pyrit die Aetzfiguren so dicht stehen, dass sie sich gegenseitig verschneiden und die Erkennung der Form vereitelt wird, treten hier an einigen wenigen Stellen die Aetzfiguren weiter auseinander und zeigen auf dem oberen Sector *I* die in Fig. 41, Taf. IV, dargestellte Form, welche sich als vertiefte Combination von $111 \cdot \bar{1}\bar{1}1 \cdot \bar{1}\bar{1}0$ und $2\bar{1}0$ sehr gut deuten lässt. Besonders ist die einseitige Umbiegung der oberen flachen Aetzfläche, welche dem einseitig anschliessenden Schimmer *p* entspricht, sehr gut zu erkennen.

Im Ganzen zeigt sich auch bei der Aetzung mit Aetzkali Uebereinstimmung der Erscheinungen an Oktaëder- und Würfelschliffflächen. In jedem nach einer Würfelfläche gewachsenen Sector erscheinen als Aetzflächen ausser den Oktaëderflächen solche, die der Verticalzone des als rhombisches Individuum aufgefassten Sectors entsprechen. Beispielsweise treten am Sector *I*, welcher am Krystall

auf 001 endigt, ausser den Oktaëderflächen noch auf: 210 und $2\bar{1}0$, ferner 110 und $1\bar{1}0$, sowie die parallelen Gegenflächen.

Die nach Pyritoëderflächen gewachsenen Antheile machen sich hier bei Weitem nicht so deutlich geltend. Es scheint, dass an diesen ausschliesslich Oktaëderflächen zur Ausbildung kommen, Pyritoëder- und Dodekaëderflächen jedoch fehlen.

Ausser den Krystallen, welche Gegenstand der vorstehenden Darstellung waren, kamen vom Příbramer Pyrit auch noch jene seltsamen, nach einer Würfelkante gestreckten Wachstumsformen zur Untersuchung, welche Vrba¹⁾ zum Object einer interessanten krystallographischen Studie dienten. Auch an diesen beobachtete ich das Mattwerden der ganzen natürlichen Oberfläche und die Faserung senkrecht zu derselben. Auf dem Querbruch der langen, meist von 210 , $2\bar{1}0$ und 010 und den parallelen begrenzten Säulchen beobachtet man den sammtartig matten Mittelfleck, welcher dem nach 001 gewachsenen Antheil des Krystalls entspricht und eine äussere Zone, welche glänzt und eine feine Riefung senkrecht zur Begrenzung erkennen lässt.

Pyrit vom Giftberg bei Hořowitz.

Ganz ähnliche Verhältnisse wie bei den Krystallen von Příbram beobachtete ich an Krystallen einer Stufe, welche polysynthetische Pyritkrystalle in halbkugeligen und traubenförmigen Drusen mit Barytkrystallen vergesellschaftet zeigt. Als Fundort der Stufe wurde mir Giftberg bei Hořowitz, Böhmen, genannt.

Die stark verwachsenen Krystalle zeigen selten mehr als zwei freie Würfecken. Sie werden von Flächen des Würfels und des Pyritoëders begrenzt, welche ungefähr im Gleichgewicht ausgebildet sind. Die Würfelfläche ist wiederum stark gestreift parallel dem Pyritoëder, und aus vielen nicht vollkommen parallelen Facetten zusammengesetzt. Die Pyritoëderflächen sind stark gekrümmt und meist durch Vicinalflächen vertreten, welche von der theoretischen Lage von $\pi(210)$ sich weit entfernen.

Häufig beobachtet man ein stumpferes und ein steileres Pentagondodekaëder und ein gewölbtes Diploëder, welche in einer stumpfen Spitze über der Mitte der Pyritoëderfläche zusammenstossen. Oft

¹⁾ Mineralog. Notizen. 5. Pyrit vom Lillschacht in Příbram. Z. f. Kryst. IV, pag. 357, 1880.

treten über einer Pyritoöderfläche mehrere solche stumpfe Spitzen auf, eine Erscheinung welche ja anderwärts häufig genug beobachtet wurde. Nach den besten Messungen entsprechen diese Vicinalflächen den Formen: $\pi(520)$, $\pi(530)$, $\pi(841)$, doch weichen die gemessenen Winkel namentlich bei der letzten um $\frac{1}{2}$ — 6° von den geforderten ab, schwanken auch bei verschiedenen Krystallen beträchtlich.

Nach der Aetzung zeigen die Krystalle ein ähnliches Verhalten wie die von Příbram. Hervorzuheben wäre nur, dass die schärferen Combinationskanten zwischen Würfel und Pyritoöder, sowie die Seitenkanten dieses selbst häufig glänzend erscheinen.

An der angeschliffenen und geätzten Würfelfläche 100 (Fig. 42, Taf. IV) erkennt man deutlich die Sektoren, welche wiederum genau den nach den Würfelflächen, respective Pyritoöderflächen gewachsenen Antheilen entsprechen. Hier zeigt sich aber noch eine beim Pyrit von Příbram nicht beobachtete Erscheinung. Sowohl das sammtartig matte Mittelfeld, als die Grenze der beiden Sektoren ist durch einen, wenn auch vielfach unterbrochenen glänzenden Streifen umzogen, welcher gegen die schärfere Combinationskante zwischen Pyritoöder und Würfel hinzieht. Die Oberfläche ist an diesen in der Figur weiss gelassenen Stellen überaus zart gerieft in derselben Art wie die Würfelfläche normaler Pyrite zwischen den tieferen Aetzfiguren; nach den Seiten verschwimmen diese glänzenden Streifen ohne scharfe Grenze in die benachbarten kräftig gerieften Sektoren. Diese glänzenden Leisten entsprechen dem Verhalten der erwähnten Kanten an der Oberfläche des Krystalls.

Die Sektoren zwischen diesen Leisten zeigen ähnliche Schimmerverhältnisse wie die analogen Sektoren vom Příbramer Pyrit. Genauere Messungen habe ich nicht angestellt, da Vorversuche grosse Unregelmässigkeiten ergaben, offenbar Folge des unvollkommenen Baues, der sich schon in den facettirten, gestreiften und gewölbten Krystallflächen verräth.

Analoge Erscheinungen zeigen auch Schläfe nach dem Oktaöder (vergl. Fig. 43, Taf. IV). Hier sind die breiten glänzenden Leisten, welche von dem ebenfalls glänzenden Mittelfeld gegen die schärferen Randecken hinziehen, namentlich nach Aetzung mit Alkalien, sehr auffallend. Dieselben sind mit seichten dreiseitigen Aetzfiguren bedeckt, und geben ein deutliches dreistrahliges Lichtbild wie normaler Pyrit.

Weniger deutlich sind die nach der Würfel­fläche und der Pyritoöderfläche gewachsenen Antheile der drei Sectors unterschieden. Doch erkennt man, dass sich die kleinen mit *a* bezeichneten an die Würfel­fläche angeschlossenen Felder so verhalten wie die Sectors des Pribramer Pyrites, während die mit *b* bezeichneten Antheile, die an die Pyritoöderfläche anschliessen, den Dodekaëderschimmer vermissen lassen und in der Richtung aller drei benachbarten Oktaöderflächen Schimmer zeigen. Sie verhalten sich somit ähnlich, wie die nach dem Pyritoöder gewachsenen Antheile in dem mit Aetzkali geätzten Pribramer Würfelschliff.

Somit bestehen die Pyritkrystalle vom Giftberg aus dreierlei Antheilen: *a* Antheile, die sich verhalten wie normaler Pyrit; sie stellen Platten dar, welche von den Seitenkanten des Pyritoëders und von den schärferen Combinationskanten dieser Form mit den Würfel­flächen nach der Mitte des Krystalls hinziehen. An der Oberfläche des Krystalls verrathen sie sich durch glänzende Streifen, welche längs jener Kanten verlaufen, auf Schliff­flächen als glänzende Leisten, welche verschieden orientirte Sectors trennen; *b* und *c* Antheile, welche sich an die Würfel- und Pyritoöderflächen anschliessen und das von jenen Leisten gebildete Fachwerk ausfüllen. Diese Antheile verhalten sich so, wie die gleichen der Pribramer Krystalle, sie treten aber auffälliger als verschieden hervor, da beiderlei Antheile ungefähr gleiche Ausdehnung besitzen.

Auf die ausserordentlich grosse Analogie, welche zwischen den beschriebenen Erscheinungen und dem Verhalten gewisser optisch anomaler tesseraler Krystalle besteht (Alaun, Granat, Nitrate der Bleigruppe) brauche ich wohl nur hinzuweisen.

Pyrit vom Harz.

Als drittes Vorkommen dieser Art sind endlich kleine Pyritkrystalle zu erwähnen, welche mit Apophyllit und Calcit auf Kiesel­schiefer aufsitzen. Der Fundort der Stufe ist nicht bekannt. Sie dürfte nach dem Habitus der begleitenden Minerale vom Harz (Andreasberg) stammen. Auch diese Krystalle zeigen grobgestreifte Würfel­flächen in Combination mit gewölbten Flächen des Pyritoëders, sind aber in ihrer Ausbildung womöglich noch unvollkommener als die Pyrite vom Giftberg. Gegen Aetzmittel verhalten sie sich ganz wie diese.

Es entsteht nunmehr die Frage, welche Deutung man den beobachteten Erscheinungen geben solle. Nach den ersten Beobachtungen an den Krystallen von Příbram glaubte ich eine Mimesie annehmen zu sollen. In der That haben die Sektoren — wenn wir von den kleinen nach dem Pyritoëder gewachsenen Feldern absehen — die Symmetrie rhombischer Individuen. Dieselben wiederholen sich in drei Stellungen, wodurch einige Aehnlichkeit mit einer Zwillingungsverwachsung hervorgerufen wird. Allerdings fügt sich das Verwachsungsgesetz nicht den bis jetzt aufgestellten Definitionen eines Zwillings.

Die in unserem Falle supponirten Individuen hätten zwar eine Fläche parallel (111) aber in dieser keine gleichnamige Kante, sondern die Kanten, welche beim Uebergang von der rhombischen pseudo-regulären Grenzform zum tesserale System gleich würden, nämlich $[111.001]$, $[111.010]$, $[111.100]$ erscheinen cyclisch vertauscht, wodurch drei verschiedene Stellungen zum Vorschein kommen, die man auch erhält, wenn man ein Individuum um die Normale von 111 um je 120° dreht.

Es würde demnach hier eine Verwachsung vorliegen, welche entweder zur Erweiterung des Begriffes Zwilling oder zur Construirung eines neuen Begriffes führen müsste.

Abgesehen von dieser Schwierigkeit würde diese Annahme nicht ausreichen, um alle Erscheinungen zu erklären. Es wäre nicht erklärt das Auftreten der kleinen Felder, welche nach Pyritoëderflächen gewachsen sind; es bliebe ferner die sehr auffallende That- sache unerklärt, dass die Grenzen der anzunehmenden rhombischen Individuen genau den Umbiegungsstellen der Anwachsstreifen folgen, während sonst ein Uebergreifen eines Individuums in das Gebiet eines zweiten zu den am meisten charakteristischen Eigenthümlichkeiten echt mimetischer Krystalle gehört. Endlich würden uns die Verhältnisse des Pyrit vom Giftberg zu der complicirten Annahme nöthigen, dass regulärer und rhombisch-mimetischer Pyrit in sonderbarer Weise miteinander verwachsen auftreten.

Alle diese Schwierigkeiten veranlassten mich, diese Deutung aufzugeben und eine zweite Annahme zu versuchen, welche dem unleugbaren Zusammenhang der Anomalien mit dem Wachsthum des Krystalls Rechnung trägt, das an der Hand der Anwachsstreifen leicht verfolgt werden kann. Es wurde also die Ursache der

abweichenden Erscheinung nicht in der Molecularstructur, sondern in der Tektonik gesucht, und hierbei gleichzeitig eine Annäherung an die Erklärung der Anomalien der Traversella-Pyrite angestrebt.

Diese zweite Annahme wäre die, dass bei den in Rede stehenden anomalen Pyriten beim Wachsen Störungen im Molecularbau unterliegen, von solcher Beschaffenheit, dass sie in jedem Theil des Krystalls ein Eindringen des Aetzmittels senkrecht zur Fläche, nach der das Wachsthum stattfand, besonders erleichtern. Man darf sich diese Störungen vielleicht wieder als sehr feine Canäle vorstellen, welche senkrecht zur wachsenden Oberfläche orientirt sind. Diese Canäle müsste man in ungeheurer Anzahl und überaus dichter Anordnung annehmen, so dass in jedem Theil des Krystalls eine Art Faserung senkrecht zur wachsenden Oberfläche vorhanden ist.

Mit dieser Annahme scheinen mir die meisten Schwierigkeiten auf einfachem Wege gelöst.

Es ist nunmehr verständlich, warum Säuren immer nur jene Aetzflächen hervorbringen, welche auf der wachsenden Oberfläche senkrecht stehen. Denn Aetzflächen, welche der Faserung parallel sind haben offenbar bessere Aussicht sich zu erhalten, als alle anderen durch den Molecularbau vorgezeichneten Aetzflächen, umsomehr, als auch die Enden der Fasern von Flächenelementen mit grossem molecularen Lösungswiderstand gebildet werden, die Verkürzung der Fasern daher relativ langsam erfolgen wird.

Auch das Verhalten gegen Aetzkali erscheint verständlich: Greift das Aetzmittel in der Richtung der Fasercanäle an, so ändert das nicht viel an dem Verhalten, da diese Richtung auch beim normalen Pyrit eine Richtung geringsten Widerstandes darstellt. Daher werden sich auf der natürlichen Oberfläche und auf jenem Theil der Schlißfläche, auf welchem die Faserrichtung senkrecht steht, die Fasern rasch verkürzen und am Ende durch Flächen grössten Lösungswiderstandes (Oktaëderflächen) zugespitzt werden. Wenn die Fasern in der Ebene liegen, welche der Aetzung ausgesetzt ist, werden sie sich wiederum geltend machen und, wenn in der Zone der Faserung mögliche Aetzflächen liegen, diesen zur vorwiegenden Ausbildung verhelfen. Daher die Aetzflächen parallel $\pi(210)$ in den Sektoren des Würfelschliffes.

In den nach $\pi(210)$ gewachsenen Feldern geht keine bei alkalischer Aetzung mögliche Aetzfläche der Faserung parallel, daher verhalten sich diese sowie das Mittelfeld und geben Oktaëderschimmer.

Auch das Auftreten der Dodekaëderfläche als untergeordnete Aetzfläche können wir uns nunmehr zurecht legen. Durch die eigenthümliche Fasertektonik wird für jeden Antheil des Pyritkrystals eine bestimmte Zone gewissermassen zur „tektonischen Aetzzone“ gestempelt. In dieser werden nun immerhin die Dodekaëderflächen als Flächen mit einfachsten Indices Aussicht haben, sich als Aetzflächen zu erhalten, wenn gleich zu Folge des Molecularbaues allein ohne Beihilfe der Tektonik ihr relativer Lösungswiderstand hiezu zu klein ist.

Die hier durchgeführte Annahme hat ferner den grossen Vortheil, dass sie die „anormalen“ Pyrite als Endglied einer Reihenentwicklung auffassen lässt, deren Anfänge schon bei den normalen Pyriten erkennbar sind. Auch zur Erklärung der Anomalien der Pyrite von Traversella waren wir zur Annahme von feinen Canälen genöthigt, welche senkrecht zur wachsenden Oberfläche orientirt sind. Der einzige Unterschied würde in ihrer grossen Zahl und dicht gedrängten Stellung liegen. Unsere anomalen Pyrite von Příbram würden also nur das Endglied einer Reihe sein, welche mit jenen ungemein compacten Pyriten beginnt, welche in krystallinischen Schiefen eingewachsen auftreten, welche sich durch Seltenheit und Kleinheit tieferer Aetzfiguren auszeichnen. Das nächste Glied stellen jene Krystalle (meist Pentagon-Dodekaëder) von Traversella und Elba dar, bei welchen eine ungemein dichte Stellung der grösseren Aetzfiguren in der Mitte jeder Fläche wahrgenommen wird. Ein ferneres Glied wäre der Pyrit vom Giftberg bei Hořowitz, bei welchem unter der Mitte der Flächen eine ausgesprochene Fasertektonik erscheint, während normale Pyritsubstanz auf ein unbedeutendes Skelet zusammenschrumpft. Beim Pyrit von Příbram verschwindet diese ganz, die mit verschieden orientirter Faserung ausgestatteten Sektoren stossen unmittelbar aneinander.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass sich keine der beobachteten Anomalien im Sinne einer tetartoëdrischen Structur des Pyrit deuten lässt, deren Möglichkeit mit Rücksicht auf die thermoelektrischen Eigenschaften mancher Pyrite und auf das Vorkommen tetraëdrischer Combinationen bei einem verwandten Mineral (Ullmannit)¹⁾ im Auge behalten wurde.

¹⁾ Březina, diese Mitth. 1872, pag. 23.

IV. Beziehungen zwischen den Aetzflächen und der Krystallstructur.

Es ist nicht meine Absicht, eine Theorie der in dem Titel angedeuteten Beziehungen zu geben. Zu einem solchen Unternehmen scheint mir das vorliegende Beobachtungsmaterial noch zu dürftig. Nur diejenigen Thatsachen sollen hier hervorgehoben werden, in welchen sich ein Zusammenhang zwischen den Aetzflächen und der Molecularstructur verräth, und einige vergleichende Betrachtungen angefügt werden, welche infolge der auffallenden Aehnlichkeit mancher Erscheinungen mit den an anderen Krystallen beobachteten sich gewissermassen von selbst aufdrängen.

Als möglichst objective Grundlage für die hier darzulegenden Betrachtungen soll die Fig. 45, Taf. IV, dienen, welche eine gnomonische Projection der an 25 Pyritkrystallen verschiedener Fundorte beobachteten und goniometrisch bestimmten Aetzflächen auf die Würfeläche 001 darstellt.

Durch die Beschränkung auf die durch Goniometermessung fixirten Aetzflächen wird allerdings eine gewisse Unvollständigkeit bedingt. So enthält die Projection eine einzige von den auf der Oktaëderfläche durch Säure hervorgerufenen Aetzflächen, da dieselben in einem einzigen Fall messbar gefunden wurden. Durch Schimmermessungen liesse sich da das Material leicht vervollständigen.

Aehnliches gilt von den durch Alkalien auf $\pi(102)$ hervorgerufenen Aetzflächen, welche in unmittelbarer Nähe dieser Fläche liegen. Auch die an den „anormalen Pyriten“ beobachteten Flächen wurden ausgeschlossen, da diese offenbar vielfach von der Tektonik abhängen und so die Beziehung zur Molecularstructur verdunkeln konnten. Uebrigens würde die Eintragung der Aetzflächen anomaler Pyrite das Bild nicht wesentlich geändert haben, mit Ausnahme der schon gewürdigten Gruppe von Aetzflächen, welche sich an 101 anschliessen.

Es ist nur der zwischen den Flächen 001 . 111 . 101 liegende Krystallraum projectirt, da die Verhältnisse sich in den anderen einfach wiederholen.

Die neben den Projectionspunkten stehenden Ziffern verweisen auf die folgende Tabelle, in der die in den vorhergehenden Capiteln durch Messung abgeleiteten Zeichen der Aetzflächen nebst Angaben über Aetzmittel, Aetzdauer, über die Fläche, durch deren Aetzung die betreffende Aetzfläche erhalten wurde, zusammengestellt sind.

Der Fundort der Krystalle ist durch eine römische Ziffer bezeichnet, welche sich auf die Zusammenstellung der untersuchten Pyritvorkommen auf pag. 240 bezieht.

Die Zeichen der Aetzflächen sind in der auf pag. 247 angegebenen Weise geschrieben, bestehen aus zwei Zahlen (hk) zu denen die dritte $l = 1000$ zu ergänzen ist. Es wurde grundsätzlich vermieden, an den Zahlen, wie sie die Berechnung ergab, etwas zu Gunsten rationaler Verhältnisse abzurunden. Diese Zeichen erlauben eine leichte Uebertragung in die gnomonische Projection, indem die erste Zahl auf der Linie 001 . 101 als Abscisse, die zweite auf der Linie 001 . 011 als Ordinate aufgetragen wird.

Bei der Eintragung wurden jene Aetzflächen eingezeichnet, welche auf den Flächen 001, 102, 111, 101 entstehen. Da aber auf diesen Flächen auch steiler gestellte Aetzflächen auftreten, welche ausserhalb des projectirten Krystallraumes fallen, wurden diese Projectionspunkte in den ersten Krystallraum übertragen und durch einen angesetzten Pfeil jene Fläche angedeutet, welche geätzt werden müsste um eine Aetzfläche der projectirten Lage zu erhalten. So zeigt Nr. 25, 33, 34 einen Pfeil nach rechts oben, also sind sie durch Aetzung der Fläche 021 entstanden; 29, 30 weisen auf 210, 11, 13 auf 100 hin u. s. w.

Nummer Fig. 45	Indices	Aetzmittel	Aetzdauer	Geätzte Fläche	Fund- ort	Nr.
1	394 . C	$HNO_3 + aq$	5 Minuten	001	VII	173
2	380 . 0	"	5 "	001	I	201
3	423 . 0	$HNO_3 + HCl$	1 "	001	I	180 α
4	470 . 263	"	1 "	001	I	180 α
5	498 . 0	"	1 "	001	VIII	235
6	180 . 0	"	1 "	001	VIII	235
7	463 . 210	"	1 "	001	VIII	235
8	218 . 0	"	3 "	001	I	185
9	434 . 0	"	3 "	001	I	185
10	579 . 0	"	3 "	001	I	185
11	614 . 0	"	3 "	100	I	185
12	511 . 342	"	3 "	001	I	185
13	558 . 257	"	3 "	100	I	185
14	459 . 0	rauch. HNO_3	3 "	001	I	301
15	553 . 0	$HNO_3 + HCl$	1 "	102	II	210
16	427 . 0	"	1 "	102	II	210
17	321 . 0	"	1 "	102	II	210
18	500 . 180	"	1 "	102	II	210
19	17 . 0	"	2 "	102	II	233

Nummer Fig. 45	Indices	Aetzmittel	Aetzdauer	Geätzte Fläche	Fund- ort	Nr.
20	268 . 0	$HNO_3 + HCl$	2 Minuten	102	II	233
21	483 . 0	"	2 "	102	II	233
22	559 . 0	"	2 "	102	II	233
23	482 . 224	"	2 "	102	II	233
24	465 . 123	"	2 "	210	II	233
25	343 . 111	"	2 "	021	II	233
26	507 . 0	"	2 "	102	I	302
27	546 . 0	"	2 "	102	I	302
28	610 . 0	"	2 "	102	I	302
29	603 . 185	"	2 "	210	I	302
30	468 . 366	"	2 "	210	I	302
31	602 . 271	"	2 "	021	I	302
32	455 . 244	"	2 "	021	I	302
33	390 . 64	"	2 "	021	I	302
34	418 . $\bar{7}3$	"	2 "	021	I	302
35	483 . 0	rauch. HNO_3	20 Sekunden	102	VI	240
36	647 . 333	"	20 "	102	VI	240
37	677 . 355	"	20 "	102	I	303
38	572 . 144	"	20 "	102	II	220
39	393 . 0	Verd. HNO_3	2 Minuten	102	II	236
40	438 . 0	"	2 "	102	II	236
41	540 . 62	"	2 "	102	II	236
42	570 . 140	$HNO_3 + HCl$	1 "	111	I	203
43	970 . 539	$NaOH$	45 "	111	I	232
44	977 . 697	KOH	10 "	111	I	180 b
45	974 . 658	"	10 "	111	I	180 b
46	978 . 742	"	15 "	111	I	186
47	980 . 776	"	35 "	111	VI	247
48	953 . 653	"	35 "	111	VI	247
49	940 . 973	"	35 "	111	VI	247
50	562 . 462	"	5 "	102	II	216
51	925 . 948	"	35 "	102	II	247
52	959 . 659	"	35 "	102	II	247
53	449 . 0	$NaOH$	45 "	102	II	218
54	964 . 483	"	45 "	102	II	218
55	899 . 928	KOH	10 "	001	I	180 b
56	530 . 0	"	20 "	001	I	180 b
57	900 . 950	"	20 "	001	I	180 b
58	516 . 516	"	20 "	001	I	180 b
59	553 . 0	"	60 "	001	I	204
60	562 . 0	"	60 "	100	I	204
61	875 . 887	"	60 "	101	VIII	248
62	528 . 123	"	60 "	101	VIII	248

Die durch Säuren hervorgebrachten Aetzflächen sind durch Ringeln, die durch Alkalien hervorgebrachten durch volle Punkte bezeichnet.

Aus der Projectionsfigur lassen sich nun folgende Beziehungen entnehmen:

1. Säure-Aetzflächen.

Die Projectionspunkte eines grossen Theiles der durch Säuren hervorgebrachten Aetzflächen liegen gedrängt in der Zone [001 . 102]. Abweichungen von dieser Zone zeigen sich nur bei jenen Aetzflächen, welche auf ausserhalb dieser Zone liegenden Krystallflächen entstanden waren. Jenseits der Fläche 102 liegen nur wenige Projectionspunkte. Wenn Flächen dieser Lage auf 001 oder 102 entstehen, haben sie stets den Charakter „falscher Aetzflächen“.

Ausserhalb dieser Aetzzone treten noch andere Aetzflächen auf; diese scharen sich hauptsächlich um die Zonen [102 . 010] und [102 . 111] als die beiden einfachsten Zonen dieses Krystallraumes, und entfernen sich niemals sehr weit von 102. Die Zone [102 . 010] wird hauptsächlich von Salpetersalzsäure, [102 . 111] von rauchender Salpetersäure bevorzugt. Man kann aber diesen Zonen den Charakter von Aetzonen in dem Sinne wie er für die Zone [102 . 001] und in früheren Arbeiten für andere Minerale gebraucht worden, nicht zuerkennen.

Während die Aetzflächen der Aetzzone diese mit Genauigkeit einhalten, wie auch aus den Aetzfiguren auf 001 und 102 zu ersehen ist, sieht man bei den in Rede stehenden Zonen ein gewisses Schwanken; die Zone wird nur mit einer gewissen Annäherung eingehalten, in ähnlicher Weise wie die Flächen der Aetzzone Positionen von einfachen Indices bevorzugen. Und dies geschieht in Fällen, wo äusserliche mechanische Gründe für diese Abweichung (wie Schleppung) durchaus nicht geltend gemacht werden können.

Es ergibt sich hieraus, dass die Definition der Aetzerscheinungen durch Aetzonen, welche bei Zinkblende, Bleiglanz und Magnetit vollkommen ausreichte, beim Pyrit nicht genügt. Es scheint zweckmässiger zu sagen:

Beim Pyrit sind die primären Aetzflächen für Säureätzung die Pyritoëderflächen. Die Zone [102 . 001] hat den Charakter einer Aetzzone. Ausserdem liegen secundäre Aetzflächen in den einfachsten durch π (102) gelegten Zonen [102 . 010] und [102 . 111].

2. Alkali-Aetzflächen.

Bei der Aetzung mit Alkalien tritt gar keine Zone als Aetzzone hervor. Die Aetzflächen liegen fast alle in dem Krystallraum $102 \cdot 112 \cdot 111 \cdot 101$ und gruppieren sich einerseits um 111 , andererseits um 102 .

Man sollte danach erwarten, dass auf 111 die Zone $[111 \cdot \bar{1}\bar{1}]$ oder $[111 \cdot 102]$ als Aetzzone hervorträte. Allein dies ist nicht der Fall. Die secundären Aetzflächen liegen vielmehr mit einer kleinen in ziemlich engen Grenzen schwankenden Abweichung neben der Zone $[111 \cdot \bar{1}\bar{1}]$. Eine andere Gruppe von Aetzflächen ist jene, welche in den Lichtfiguren mit w bezeichnet wurde und sich dadurch auszeichnet, dass sie im negativen Krystallraum allerdings ganz nahe an der Grenze liegt. Sie verhält sich ähnlich wie die mit η bezeichneten Nebenätzflächen der Zinkblende.

In der Nähe von 102 finden wir Flächen, welche in der Zone $[102 \cdot 001]$, aber nahe bei 102 gegen 101 liegen. Die einzige Ausnahme betrifft eine „falsche Aetzfläche“. Dadurch wird gewissermassen eine Fortsetzung der Säureätzzone über 102 hinaus angedeutet. Nebstdem liegen Aetzflächen noch mit Annäherung in der Zone $[102 \cdot 010]$ aber mit constanter Abweichung nach abwärts im Gegensatz zu den Säureätzflächen. Durch Schimmerbeobachtungen sind ausserdem noch die Zonen $[102 \cdot 111]$, $[102 \cdot 323]$ und $[102 \cdot 212]$ als solche angedeutet, in welchen nahe bei 102 Aetzflächen liegen. In der Projection konnten dieselben wegen mangelnder Goniometermessung nicht eingetragen werden. Danach lässt sich sagen:

Beim Pyrit sind für alkalische Aetzung die Flächen (111) primäre Aetzflächen, ferner etwas untergeordnet $\pi(102)$. Secundäre Aetzflächen nähern sich den einfachsten durch diese Flächen gelegten Zonen

Vergleicht man die Lage der durch verschiedene Aetzmittel hervorgebrachten Aetzflächen, so findet man einen auffallenden Gegensatz zwischen den Aetzflächen, welche durch Säuren und jenen, welche durch Alkalien hervorgebracht werden. Die Aetzzone $[102 \cdot 001]$ ist ausschliessliches Gebiet der ersteren, die Umgebung von (111) ausschliessliches Gebiet der letzteren. Eine Berührung findet insoferne statt, als $\pi(102)$ bei beiden Aetzmitteln eine Rolle spielt. Die Gegensätze sind am schärfsten ausgesprochen zwischen

Alkalien einerseits und Salpetersäure andererseits. Rauchende Salpetersäure nimmt eine vermittelnde Stellung ein.

Die zuletzt angeführten Gegensätze weisen wohl wieder auf eine räumlich bestimmte Lagerung der Elementenatome innerhalb der Krystallmolekel hin, und zwar müsste man nach den in einer früheren Arbeit ¹⁾ entwickelten Ideen annehmen, dass die Eisenatome vorzüglich von Seite der Oktaëderflächen, die Schwefelatome von Seite der Würfelflächen zugänglich seien. Diese Annahme würde den Gegensatz in dem Verhalten der Würfelfläche und Oktaëderfläche gegen die verschiedenen Aetzmittel erklären. In der angeführten Mittelstellung der rauchenden Salpetersäure würde der Umstand zum Ausdruck kommen, dass diese Säure sowohl Eisen als Schwefel kräftig oxydirt, während Salpetersalzsäure zum Eisen, Alkalien zum Schwefel grössere Verwandtschaft besitzen.

Mit dieser Annahme ist aber nur der kleinste Theil der Erscheinungen erklärt. Viele Thatsachen bleiben noch unerklärt, namentlich alle jene, welche mit der pyritoëdrischen Hemiëdrie in Zusammenhang stehen. Diese Thatsachen, welche daher gerade für den Zusammenhang mit der Molecularstructur die grösste Wichtigkeit haben, sind folgende:

1. Sämmtliche Aetzflächen liegen in positiven Krystallräumen oder doch diesen sehr nahe.

2. Sowohl bei Säure- als bei Alkaliätzung spielt die Fläche $\pi(102)$ eine wichtige Rolle.

3. Zwischen $\pi(102)$ und (001) liegt eine ausgesprochene Aetzzone, während solche dem Krystallraum $102 \cdot 112 \cdot 111 \cdot 101$ fehlen.

Diese Thatsachen können nur mit der pyritoëdrischen Hemiëdrie zugleich erklärt werden. Aus der Bravais-Frankenheim'schen Theorie sind sie eben so wenig ableitbar, als die Hemiëdrie selbst. Die Ursache dieser Erscheinungen müsste also innerhalb der Bravais'schen Krystallmolekel gesucht werden, in dem Aufbau derselben aus kleineren Theilchen. Hierüber scheint gegenwärtig noch eine gewisse Zurückhaltung geboten. Jedenfalls ist das Vergleichen verschiedener Krystalltypen der Weg, auf welchem wir den Fortschritt zu suchen haben. In dieser Beziehung lassen sich folgende Punkte schon jetzt hervorheben:

¹⁾ Aetzversuche an Mineralen der Magnetitgruppe. Diese Mitth. VII, pag. 246.

1. Der Bau der Würfelfläche des Pyrit lässt sich sehr gut vergleichen mit dem der Zinkblende; nur hat man die eine Fläche gegen die andere um 45° zu verwenden. Den gleichen Bau scheint auch die Dodekaëderfläche des Magnetit zu haben. Die Dodekaëderfläche des Bleiglanz verhält sich zwar bei Aetzung mit Säuren ähnlich, allein sie liegt auch bei Aetzung mit Alkali in einer Aetzzone, welche sich in der Dodekaëderfläche mit der Säureätzzone rechtwinklig kreuzt, was bei den ersteren nicht der Fall ist.

2. Die Dodekaëderfläche (101) des Pyrit zeigt ebenfalls einige Aehnlichkeit mit der gleichen Fläche der Zinkblende. Wiederum sind die gleichwertigen Richtungen verschieden orientirt. Bei der Aetzung mit Alkalien zeigen sich jedoch Verschiedenheiten.

3. Bezüglich der Oktaëderfläche ist Folgendes zu bemerken: An den bisher untersuchten tesserale Mineralen kann man dreigliedrige und sechsgliedrige Oktaëderflächen unterscheiden. Erstere liegen im Kreuzungspunkte von drei gleichen Aetzonen, letztere im Kreuzungspunkte von sechs Aetzonen, die zu dreien gleich sind, aber abwechselnd ungleich und welche durch verschiedene Aetzmittel hervorgerufen werden.

Zu den sechsgliedrigen gehören: $\times(111)$ der Zinkblende, (111) von Magnetit und Linnéit; zu den dreigliedrigen $\times(1\bar{1}1)$ der Zinkblende und (111) des Bleiglanz. An die letzteren schliesst sich (111) des Pyrit an, indem es Hauptätzfläche für eine Art von Aetzung ist, für die andere Art sich wie eine ausserhalb der Aetzzone liegende Fläche verhält. Allein sie unterscheidet sich dadurch, dass von ihr keine Aetzonen ausgehen.

4. Gänzlich abweichende Verhältnisse bietet die Pyritoëderfläche dar. Besonders eigenthümlich ist ihr Verhalten bei alkalischer Aetzung. Während sie der Würfelfläche gegenüber die Rolle einer Aetzfläche spielt, erhält sie selbst Aetzhügel, gebildet von Oktaëderflächen. Bei der Aetzung der Oktaëderfläche selbst kommt sie wenigstens bei normalen Pyriten nicht zum Vorschein.

Ueber das Verhalten der Aetzflächen zum Parametergesetz ist schliesslich nur zu bemerken, dass die Erfahrungen am Pyrit die früher gemachten Beobachtungen bestätigen. Namentlich in der Aetzzone ist die Anhäufung der Aetzflächen in bestimmten Gruppen deutlich. Für mehrere dieser Gruppen lässt sich die Annäherung an Flächen mit relativ einfachen Indices darthun.

So kommen die Projectionspunkte

1, 2, 39	der Lage von	205
3, 9, 16, 40	" " "	307
5, 21, 26, 35	" " "	102
15, 22, 27, 59, 60	" " "	509

nahe, welche die einfachsten auf dieser Strecke möglichen Axenschnitte darstellen.

Auch unter den ausserhalb der Aetzzone liegenden Aetzflächen beobachtet man ähnliche Gruppen:

4, 7, 23, 32	liegen nahe bei	214
36, 37	" " "	213
45, 48, 52	" " "	323

Unter denselben Gesichtspunkt fällt auch eine eigenthümliche und lehrreiche Erscheinung, welche bei alkalischer Aetzung der Pyritoöderfläche beobachtet wird.

Bei fortschreitender Aetzung ändert sich nämlich das Azimut der vorherrschenden Aetzflächen, dabei ist aber immer eine Bevorzugung der einfachsten, durch $\pi(102)$ gelegten Zonen zu erkennen. Besonders deutlich ist das an den Schimmernmessungen zu erkennen. Zuerst liegen die Aetzflächen nahezu in dem Azimut der Zone [102.010]; dann in den Zonen [102.111] und [102.323], endlich in den Zonen [102.111] und [102.212]. Die bezüglichen Messungen zeigt folgende kleine Tabelle:

Fundort	Nr.	Aetzmittel	Aetzdauer	Schimmerwinkel		
				gemessen	gerechnet	
II	216	<i>KOH</i>	5 Min.	174°	180°	[102.010]
II	217	"	10 "	132°	131° 49'	[102.111]
				112°	112° 18'	[102.323]
II	218	<i>NaOH</i>	45 "	133·3°	131° 49'	[102.111]
				93·6°	96° 22'	[102.212]

V. Die Aetzflächen sind Flächen grössten Lösungswiderstandes.

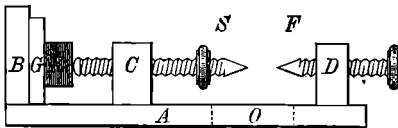
Nach den von mir in früheren Arbeiten ausgeführten Vorstellungen verrathen sich in den primären Aetzflächen die Flächen grössten Lösungswiderstandes. Ich suchte auch beim Pyrit diese

Anschauung experimentell zu prüfen, indem die Dickenabnahme bei der Aetzung an mehreren parallelen Flächenpaaren desselben Krystalles gemessen wurde.

Da die Löslichkeit des Pyrit in schmelzenden Alkalien eine geringe ist und überhaupt bei dieser Aetzung wegen der nothwendigen Anwendung kleiner Gefässe gleichartige Verhältnisse an verschiedenen Stellen des Krystalles schwer herstellbar waren, beschränkte ich mich vorläufig auf Salpetersalzsäure.

Da nach den Auseinandersetzungen des III. Abschnittes für Säuren die Flächen $\pi(102)$ primäre Aetzflächen, das Zonenstück $[102 \cdot 001 \cdot \bar{1}02]$ Aetzzone ist, durfte ich erwarten, dass die Dickenabnahme auf (001), $\pi(102)$ eine geringere sein werde, als auf den Flächen (101), $\pi(201)$, (111).

Zur Dickenmessung konnte ich Dank der Zuvorkommenheit meines geehrten Collegen, Professor T a n g l, ein dem botanischen Universitäts-Institut gehöriges Schraubmikrometer von Zeiss verwenden. Dasselbe besitzt eine Schraubenspindel deren Umgang = 0.2 Millimeter. Die Trommel ist in 100 Theile getheilt, Zehntel derselben konnten noch geschätzt werden.



Um die Messung der Krystalldicke unter dem Mikroskop auszuführen, wurde mit demselben ein zweiter Apparat verbunden, welchen Fig. c in halber Grösse zeigt.

Auf einer bei o durchbrochenen Metallplatte A ist ein Widerlager B senkrecht aufgenietet, auf welches eine Spiegelglasplatte G aufgekittet ist. Ausserdem trägt A noch zwei kurze Säulen C , D , in welche die Muttern für zwei gleichmässig gearbeitete Schrauben S und F eingeschraubt sind. Schraube S (Stellschraube) ist am linken Ende abgerundet, am rechten Ende trägt sie einen gerändelten Knopf und läuft in eine feine Spitze aus. Die andere Schraube F (Fixschraube) hat am linken Ende ebenfalls eine feine Spitze, am anderen Ende einen Knopf. Sie behält während einer ganzen Versuchsreihe unverändert dieselbe Stellung. Herr Professor H a n d l hatte die Güte, den beschriebenen Apparat im physikalischen Universitäts-Institut ausführen zu lassen, wofür ich an dieser Stelle meinen lebhaften Dank ausspreche.

Um mit diesem Apparat die Dickenabnahme eines Krystalles zu messen, wurde derselbe zwischen G und das abgerundete Ende von S gebracht; um zu vermeiden, dass sich dieses in die Oberfläche des Krystalles einbohre, wurde derselbe noch mit einem planparallelen Glasplättchen gedeckt. Die Schraube S wurde bis zur leichten Klemmung des Krystalles angezogen.

Dann wurde mittelst des Schraubenmikrometers die Entfernung der beiden Spitzen F und S unter dem Mikroskop gemessen. Wenn dieselbe Messung nach der Aetzung wiederholt wird, so wird diese Entfernung grösser gefunden; die Differenz entspricht der Dicke der gelösten Schichte.

Bei der Messung unter dem Mikroskop ist auf folgende Momente Rücksicht zu nehmen. Eine richtige Ermittlung der absoluten Länge zwischen den beiden Spitzen vor und nach der Aetzung, also auch der absoluten Dicke der gelösten Schichten, würde erfordern, dass die Verbindungslinie beider Spitzen genau durch die Axe der Schraube S und gleichzeitig genau parallel der Schraubenaxe des Schraubenmikrometers gehe. Dies war jedoch nur annähernd der Fall. Da indessen die absoluten Werthe nicht gesucht wurden, sondern bloss das Verhältniss der Dicken gleichzeitig gelöster Schichten auf verschiedenen Krystallflächen, so genügt es dafür zu sorgen, dass der Fehler bei allen Messungen möglichst der gleiche sei, was offenbar dann der Fall war, wenn die Mikrometeraxe und die Axe der Schraube S bei allen Messungen denselben kleinen Winkel einschlossen. Da die rechteckige Grundplatte mit ihren Kanten genau auf den verschiebbaren Schlitten des Mikrometers passte, konnte dieser Bedingung mit genügender Genauigkeit entsprochen werden.

Dagegen war ein anderer Fehler des Apparates schwieriger zu eliminiren. Die Spitze von S lag nämlich nicht genau in der Axe der Bewegung von S ; wurde S gedreht, so beschrieb die Spitze von S kleine Excursionen, durch welche sie bald vor bald hinter der Spitze F erschien. Dieser Fehler ist dann von Einfluss, wenn der Ocularfaden im Mikroskop, auf welchen beide Spitzen eingestellt wurden, einen schiefen Winkel mit der Axe des Schraubenmikrometers bildet (vergl. Fig. d).

Beträgt die seitliche Entfernung der Spitze S von der durch F gelegten Bewegungsrichtung der Mikrometerschraube d , der Winkel,

den der Ocularfaden mit dieser Richtung bildet α , so ist der Fehler δ , um den zu viel oder zu wenig gemessen wird:

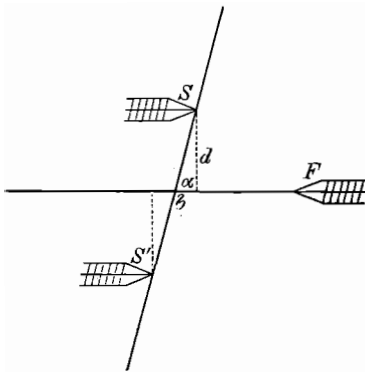
$$\delta = d \cdot \cot \alpha$$

δ wird = 0 wenn $\alpha = 90^\circ$. Diese für den Ocularfaden erforderliche Stellung wurde dadurch erzielt, dass das Ocular mit einem Oculargoniometer versehen wurde. Der Ocularfaden wurde zuerst der Bewegung des Mikrometers parallel gestellt, die Stellung des Theilkreises abgelesen und dann das Ocular um 90° gedreht.

Da d im Maximum 0.1 Millimeter war und die Einstellung auf $1/4^\circ$ genau erfolgen konnte, ist der noch mögliche Fehler

$$\delta = 0.1 \cot 89^\circ 45' = 0.000,004 \text{ Millimeter}$$

also jedenfalls als eliminirt zu betrachten.



Bei dem benützten Apparat war nun noch eine mögliche Fehlerquelle darin, dass wegen der nicht genau centrischen Lage der Spitze von S diese bald über bald unter dem Horizonte von F lag und eine etwas verschiedene Einstellung des Mikroskopes erforderte, je nachdem S oder F scharf sichtbar sein sollte. Wenn die Axe des Mikroskopes nicht genau senkrecht gegen die Mikrometeraxe lag, konnte hiedurch ein ähnlicher

Fehler entstehen wie früher. Dieser Fehler wurde dadurch eliminirt, dass der ganze Apparat um 180° in der Horizontalebene gedreht und die Messung wiederholt wurde. Aus beiden Messungen wurde das Mittel genommen. Uebrigens zeigten die so gewonnenen Resultate so geringe Unterschiede, dass die Neigung der Mikroskopaxe von 90° jedenfalls sehr wenig verschieden war.

Die Messungen wurden mit einem Zeiss'schen Mikroskop bei 100facher Vergrößerung vorgenommen. Das Ocular enthielt statt eines Fadenkreuzes sieben in passenden Abständen verlaufende parallele Linien, welche vor dem Beginn einer jeden Messungsreihe mittelst des Oculargoniometers senkrecht zur Axe des Schraubenmikrometers eingestellt wurden.

Unter Berücksichtigung der oben entwickelten Momente ergibt sich folgendes Verfahren für die Messung.

Der Hilfsapparat wurde von dem Mikrometer abgenommen, mit dem Fortsatz *B* horizontal gestellt, der Krystall bedeckt mit dem Glasplättchen auf die Spiegelglasplatte gebracht und die Stellschraube *S* bis zur leichten Klemmung des Krystalls herabbewegt. Dann wurde der Hilfsapparat mit parallelen Kanten auf den beweglichen Schlitten des Schraubenmikrometers gebracht. Durch Bewegen der Schraube in derselben Richtung wurden nacheinander zuerst die Spitze *S* auf alle sieben parallelen Linien im Ocular eingestellt und die betreffenden Stellungen der Mikrometerschraube notirt, dann die Spitze *F* auf dieselben Linien eingestellt und wiederum die Stellungen der Schraube abgelesen. Die Differenzen je zweier auf dieselbe Linie im Ocular bezüglichen Ablesungen gaben sieben Werthe für die Entfernung der Spitzen, deren Mittel genommen wurde. Die ganze Messung wurde nach neuerlicher Einstellung der Stellschraube *S* mehrmals (6—10mal) wiederholt.

Nachdem sämtliche Flächenpaare des Krystalls in der beschriebenen Weise gemessen waren, wurde das Schraubenmikrometer herabgenommen, in der um 180° gedrehten Lage befestigt, die Stellung des Ocularfadens wenn nöthig corrigirt und nun die Messungsreihe wiederholt. Aus den in beiden Reihen erhaltenen Werthen wurde das Mittel genommen. In derselben Weise wurde verfahren, nachdem der Krystall geätzt worden. Die Differenz der Resultate am ungeätzten und geätzten Krystall gab die gesuchte Dickenabnahme auf jedem Flächenpaare.

Aus den Abweichungen vom Mittel wurde der wahrscheinliche Fehler der einzelnen Messungen und des schliesslichen Resultates berechnet.

• Herstellung der Präparate.

Nach mehreren zum Theil missglückten Vorversuchen, welche namentlich daran scheiterten, dass die angewandten Pyrite nicht einschlussfrei sich erwiesen, wurden die entscheidenden Messungen an zwei Krystallen von Traversella durchgeführt. Die Flächenpaare wurden mit möglichster Sorgfalt in der verlangten Richtung angeschliffen und polirt. Die richtige Lage der angeschliffenen Flächen wurde durch Messung controlirt. Die Abweichung von der theoretischen Lage war in der Regel kleiner als $20'$ ausnahmsweise erreichte sie den Betrag von 1° .

Noch genauer wurde der Parallelismus zweier zu einem Flächenpaare gehöriger Flächen angestrebt, da eine geringe Abweichung von der parallelen Lage bereits merkliche Fehler veranlassen konnte. Im Allgemeinen war dieser Fehler meist unter $10'$, im Maximum betrug er $15'$. In diesem ungünstigsten Falle gibt ein solches Flächenpaar an zwei um 1 Millimeter entfernten Stellen gemessen, schon einen Unterschied in der Dicke von 0.066 Millimeter. Ich suchte diesen Fehler dadurch unschädlich zu machen, dass der Krystall vor und nach der Aetzung möglichst genau in derselben Stellung eingeklemmt wurde, so dass sich die beiden Messungen auf Stellen der Platte bezogen, welche sicher nie mehr als höchstens $\frac{1}{4}$ Millimeter von einander entfernt waren. Ausserdem wurde jede Messung mehrmals wiederholt, und das Mittel genommen.

An dem ersten Krystalle waren Flächenpaare angeschliffen worden in folgenden Richtungen:

h_1	100	und	$\bar{1}00$
h_2	001	"	$00\bar{1}$
d	$\bar{1}\bar{1}0$	"	$\bar{1}10$
$+p$	210	"	$\bar{2}\bar{1}0$
o	$1\bar{1}\bar{1}$	"	$\bar{1}11$

Am zweiten Krystall wurden folgende Flächenpaare angeschliffen:

h_1	100	und	$\bar{1}00$
h_2	010	"	$0\bar{1}0$
h_3	001	"	$00\bar{1}$
d	110	"	$\bar{1}\bar{1}0$
$+p$	102	"	$10\bar{2}$
$-p$	012	"	$0\bar{1}\bar{2}$
o	$1\bar{1}\bar{1}$	"	$\bar{1}11$

Die Aetzung wurde an beiden Krystallen in gleicher Weise durchgeführt. Ein Gemenge von 20 Cubikcentimeter reiner Salpetersäure und von 20 Cubikcentimeter reiner Salzsäure wurde im Becherglase erwärmt und der Krystall in einem Probirröhrchen, dessen Boden breit durchbohrt war, eingeführt und unter beständigen Umschütteln durch vier Minuten der Einwirkung der Säure ausgesetzt.

Um die Art der Messung zu illustriren, mögen einige Beobachtungen an dem Krystall I in extenso mitgetheilt werden.

I. Messung der Dicke vor der Aetzung:

Flächenpaar h_1 .

A. Mikrometer rechts.

Entfernung der Spitzen S und F in Theilen der Mikrometertrommel.¹⁾ Einstellung von

	S	F	Differenz
auf den 1. Faden	4346·7	3638·4	708·3
„ „ 2. „	4246·8	3539·1	7·7
„ „ 3. „	4147·0	3439·0	8·0
„ „ 4. „	4047·2	3338·8	8·4
„ „ 5. „	3946·8	3239·0	7·8
„ „ 6. „	3846·2	3138·3	7·9
„ „ 7. „	3746·4	3038·8	7·6

Mittel: 708·0

Die Messung wurde in derselben Art unter Neueinstellung des Krystalles und der Stellschraube S sechsmal wiederholt und ergab folgende Mittelwerthe:

Entfernung der Spitzen S und F	Δ	Δ^2
708·0	— 0·8	0·64
708·9	+ 0·1	0·01
710·5	+ 1·7	2·89
708·3	— 0·5	0·25
709·9	+ 1·1	1·21
706·9	— 1·9	3·61
Mittel: 708·8		$\Sigma \Delta^2 = 8·61$

B. Mikrometer links.

Nach der Umdrehung des Mikrometers gab dasselbe Flächenpaar folgende Zahlen:

Entfernung der Spitzen S und F	Δ	Δ^2
704·4	— 2·1	4·41
707·2	+ 0·3	0·09
707·3	+ 0·4	0·16
706·5	— 0·4	0·16
707·0	+ 0·1	0·01
708·6	+ 1·7	2·89
706·9		$\Sigma \Delta^2 = 7·72$

¹⁾ Ein Theilstrich = 0·002 Millimeter.

Hieraus das Mittel für die Entfernung der Spitzen vor der Aetzung: 707·9.

II. Messung der Dicke nach der Aetzung:

Nach der Aetzung wurden für h_1 folgende Mittelwerthe erhalten:

$$\begin{array}{r} \text{Mikrometer rechts: } 735\cdot4 \quad \Sigma \Delta^2 \quad 31\cdot31 \\ \text{„ links: } 734\cdot2 \quad \Sigma \Delta^2 \quad 15\cdot59 \\ \hline \text{Mittel: } 734\cdot8 \end{array}$$

Für die Dickenabnahme ergibt sich die Differenz $734\cdot8 - 707\cdot9 = 26\cdot9$. Aus den unter $\Sigma \Delta^2$ stehenden Summen der Fehlerquadrate ergibt sich der wahrscheinliche Fehler des Resultates $= \pm 0\cdot97$, so dass für das Flächenpaar h_1 folgende Zahl für die Dickenabnahme herauskommt:

$$h_1 = 26\cdot9 \pm 0\cdot97$$

In gleicher Weise sind auch die übrigen Flächenpaare behandelt worden. Die Zahlen sind folgende:

$$\begin{array}{l} h_1 = 26\cdot9 \pm 0\cdot97 \\ h_2 = 26\cdot2 \pm 0\cdot72 \\ p = 29\cdot2 \pm 0\cdot68 \\ d^1) = 49\cdot1 \pm 0\cdot86 \\ o = 47\cdot1 \pm 1\cdot08 \end{array}$$

Berechnet man hieraus die relative Dicke der gelösten Schichten indem man das Mittel der für h_1 und h_2 erhaltenen gleich 1 setzt, so erhält man:

$$\begin{array}{l} h = 1 \\ p = 1\cdot10 \\ d = 1\cdot84 \\ o = 1\cdot78 \end{array}$$

mit einer Unsicherheit von etwa 5 Einheiten der 2. Decimale.

¹⁾ Es muss bemerkt werden, dass die Zahlen für d und o wahrscheinlich nicht fehlerfrei sind, da die Flächen $\bar{1}10$ und $\bar{1}11$ bei der Aetzung durch entstandene Sprünge gelitten hatten.

Der Krystall II lieferte folgende Zahlen¹⁾:

$$\left. \begin{aligned} h_1 &= 26.1 \pm 0.75 \\ h_2 &= 26.5 \pm 0.66 \\ h_3 &= 28.7 \pm 0.53 \end{aligned} \right\} 1$$

$$\begin{aligned} + p &= 29.2 \pm 0.58 & 1.08 \\ - p &= 41.0 \pm 0.52 & 1.51 \\ d &= 42.4 \pm 0.53 & 1.56 \\ o &= 40.2 \pm 0.69 & 1.48 \end{aligned}$$

Zu diesen Zahlen ist Folgendes zu bemerken: Bei Krystall II lieferten 2 Würfelflächen nahe übereinstimmende, die dritte dagegen eine zu grosse Zahl. Es ist dies höchst wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass das Flächenpaar h_3 von kleinen Facetten gebildet wurde, welche circa fünfmal weniger Flächeninhalt besaßen als die anderen Würfelflächen.

Wenn daher derartige Messungen mit Anspruch auf grössere Genauigkeit wiederholt werden sollten, so müsste darauf Bedacht genommen werden, dass die zu vergleichenden Flächenpaare möglichst gleichen Flächeninhalt und gleiche Form besitzen. Es würde sich daher empfehlen, in Zukunft nur je drei Flächenpaare in solcher Orientirung anzuschleifen, dass sie einen Würfel ergeben.

Von diesen Differenzen abgesehen, zeigt die Uebereinstimmung der gleich ausgedehnten Würfelflächen bei Krystall I und II, dass die Methode brauchbare Resultate zu liefern im Stande ist. Auch in der Uebereinstimmung der Zahlen für h und $+p$ beim ersten und zweiten Krystall liegt ein Beweis für die Brauchbarkeit dieser Art der Untersuchung. Bei Berücksichtigung der hier gemachten Erfahrungen dürfte es daher gelingen, Zahlen zu erhalten, welche eine eingehendere mathematische Behandlung vertragen.

Es könnte vielleicht gelingen, eine Lösungsfläche aus den Messungen zu berechnen, welche angeben würde, wie weit die Lösung von einem Punkte im Innern des Krystalls ausgehend, nach allen Richtungen in derselben Zeit fortschreitet.

Ich halte jedoch die bis jetzt gewonnenen Zahlen noch nicht für genau genug, um einen solchen Versuch jetzt schon zu wagen.

¹⁾ Der wahrscheinliche Fehler erscheint hier geringer, da jede Messung nicht 6 Mal wie im früheren Falle, sondern 10 Mal wiederholt wurde, bei den Relativzahlen beträgt die Unsicherheit etwa 3 Einheiten der 2. Decimale.

Indessen lässt sich mit vollkommener Sicherheit Folgendes` entnehmen:

Die Würfelfläche erweist sich als die Fläche grössten Lösungswiderstandes. Ihr zunächst kommt die Fläche des positiven Pyritoëders. Ein grosser Sprung trennt diese beiden Formen von den übrigen. Das Rhombendodekaëder erscheint unter allen untersuchten Formen als diejenige, welche den geringsten Lösungswiderstand besitzt, doch muss betont werden, dass ebenso, wie der Unterschied zwischen Würfel und + Pyritoëder ein geringer, die Unterschiede zwischen Dodekaëder, — Pyritoëder und Oktaëder vergleichsweise geringfügig sind.

Vergleicht man diese Resultate mit den oben mitgetheilten Untersuchungen über die Aetzflächen, denen zu Folge, bei Aetzung mit Säuren, die + Pyritoëderflächen als primäre Aetzflächen und das Zonenstück zwischen der Würfelfläche und den beiden benachbarten Pyritoëderflächen [$\pi(2\bar{1}0) \cdot \pi(210)$] als Aetzzone charakterisirt wurde, so ergibt sich in schönster Uebereinstimmung mit den Messungsergebnissen am Magnetit, dass die Flächen der Aetzzone den grössten Lösungswiderstand besitzen.

Schlussbemerkungen.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchung lassen sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Die Aetzfiguren, welche der Pyrit bei Aetzung mit Säuren und Alkalien annimmt, entsprechen der Symmetrie des tesseraleen Krystallsystems mit pyritoëdrischer Hemiëdrie. Die vorkommenden Abweichungen lassen sich durch die Tektonik erklären.

2. Bei der Aetzung mit Säuren sind die Flächen von $\pi(102)$ primäre Aetzflächen, das Zonenstück [$\pi(102) \cdot 001$] verhält sich wie eine Aetzzone. Ausserdem treten Aetzflächen in den einfachsten durch $\pi(102)$ gelegten Zonen auf.

Dem entsprechend entstehen auf den Flächen von $\pi(102)$ und (001) Aetzgrübchen, auf (111) , (101) , $\pi(201)$ Aetzhügel.

3. Bei der Aetzung mit Alkalien sind die Flächen von (111) , untergeordnet die von $\pi(102)$ primäre Aetzflächen. Aetzzone ist keine vorhanden, secundäre Aetzflächen liegen in den einfachsten, durch (111) und $\pi(102)$ gelegten Zonen. Dem entsprechend entstehen auf

(001) und (101) Aetzhügel, auf (111) Aetzgrübchen, auf $\pi(102)$ kommen Aetzgrübchen und Hügel nebeneinander vor.

4. Sämmtliche Aetzflächen des Pyrit liegen in positiven Krystallräumen oder doch nahe an der Grenze derselben.

5. Bei der Aetzung mit Säuren bieten die Flächen der Aetzzone $\pi(102)$ und (001) der Auflösung einen grösseren Widerstand als die ausserhalb derselben liegenden $\pi(201)$, (101), (111).

C z e r n o w i t z, Mineralog. Universitäts-Institut, November 1886.

Erklärung der Tafel II.

- Fig. 1. Aetzfiguren auf 001. Traversella. Verdünnte Salpetersäure. 5 Minuten Aetzdauer. Vergr. 500/1.
- „ 2. Aetzfiguren auf 001. Traversella. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 1 Minute. Vergrößerung 750/1. $a b$ die häufigste Form, a mit seichterem, b mit tieferem Centralheil; $c d e$ Verzerrungen durch übermässige Ausdehnung einzelner Flächen entstanden. $f g$ seltenere Form, bei welcher blos die beiden nächsten Flächen $\pi(h 0 k)$ auftreten. h die feinen Rinnen, welche über die ganze Fläche verbreitet die Streifung hervorrufen.
- „ 3. Lichtfigur des Präparates, dessen Aetzfiguren in Fig. 2 dargestellt sind. Um die Lage der Aetzflächen besser zu fixiren, sind die Projectionspunkte von $\pi(102)$, $\pi(214)$ und $\pi(213)$ eingezeichnet. Die sämmtlichen Lichtfiguren sind nach denselben Principien und nach demselben Massstab gezeichnet wie in meinen früheren Arbeiten. Vergl. diese Mitth. VI. 275.
- „ 4. Aetzfiguren auf 001. Würfel aus Chloritschiefer. Salpeter-Salzsäure. Vergrößerung 400/1. Der Centralheil klein, canalartig eingesenkt; kahnförmige Rinnen zwischen den grösseren Figuren in grosser Zahl und Schärfe.
- „ 5. Lichtfigur auf 001. Traversella. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 3 Minuten. Die Figur ist in stereometrischer Projection entworfen $r = 30$ Millimeter. Die Durchkreuzungspunkte der eingetragenen Zonenkreise geben die Positionen von $\pi(102)$ und $\pi(214)$ an. Um Raum zu sparen ist nur der mittlere Theil des Projectionsbildes gezeichnet.
- „ 6. Aetzfiguren auf 001. Traversella. Rauchende Salpetersäure. Aetzdauer 20 Sekunden. Vergrößerung 800/1.
- „ 7. Lichtfigur auf 001. Traversella. Rauchende Salpetersäure. Aetzdauer 3 Minuten. Die Linien geben die Zonen $[001 . \pi(102)]$ und $[\pi(102) . 111]$ an.
- „ 8. Aetzfiguren auf $\pi(102)$. Elba. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 1 Minute. $e f g$ vollkommen ausgebildete, isolirte Aetzfiguren. $a b c d$ verschiedene Formen des centralen tiefer eingesenkten Theiles. h seichte Grübchen, welche dicht gedrängt den Raum zwischen den grossen Figuren erfüllen. Vergrößerung 420/1.
- „ 9. Aetzfiguren auf $\pi(102)$. Traversella. Aetzung wie bei Fig. 8.

- Fig. 10. Lichtbild der Flächen $\pi(102)$ und $\pi(\bar{1}02)$. Elba, zu Fig. 8 gehörig. Es sind zur Orientirung die Projectionenpunkte von 102 und 214 eingezeichnet. Die ganze Figur ist auf 001 projectirt und gewendet dargestellt; d. h. der untere Theil erscheint eigentlich auf der Fläche $\bar{1}02$, der obere auf 102.
- „ 11. Lichtbild der Fläche 102 eingetragen in sphärischer Projection. Auch hier sind die Reflexe nicht so eingezeichnet, wie sie gesehen werden, sondern gewendet, so dass sie der Projection entsprechen. Mit Ringen sind die den Seitenflächen II und III entsprechenden Positionen des Krystalls 233, eingezeichnet. Die geschummerten Reflexe beziehen sich auf Krystall 302. Vergl. Text pag. 262. Mit strichpunktirten Linien sind 3 Schimmerazimute eingetragen, deren zugehörige Reflexe goniometrisch nicht bestimmt werden konnten. Die eingezeichneten Zonenkreise schneiden sich in den Projectionenpunkten von $\pi(102)$ und $\pi(214)$.
- „ 12. Aetzfiguren auf der Fläche $\pi(102)$. Rauchende Salpetersäure. Aetzdauer 20 Sec. Senkrecht gestreiftes Pyritoëder von Elba. Vergrößerung 800/1.
- „ 13. Lichtfigur auf $\pi(102)$. Horizontal gestreiftes Pyritoëder von Traversella, wie bei Fig. 12. Die Figur ist nicht gewendet gezeichnet, d. h. so wie sie bei richtiger Stellung der Fläche 102 gesehen wird. Die eingezeichneten Linien entsprechen den Zonen 101 . 102 . 001 und 111 . 101 . $\bar{1}\bar{1}1$. Gnomonische Projection auf 102.
- „ 14. Lichtfigur auf $\pi(102)$. Senkrecht zur Grundkante gestreiftes Pyritoëder von Elba. Verdünnte Salpetersäure. Aetzdauer 2 Minuten. Zeichnung wie bei Fig. 13.
- „ 15. Aetzhügel auf 111. Traversella. Die Combinationskante 111 . 001 ist hier und bei den Figuren 16 u. 17 oben und horizontal zu denken. Vergr. 800/1. Salpeter-Salzsäure. Aetzdauer 1 Min.
- „ 16. Aetzgrübchen auf 111. Traversella. Oktaëdrischer Krystall. Oben tiefes Aetzgrübchen von (001) und $\pi(102)$ gebildet. In der Mitte flache Aetzgrübchen. Momentane Aetzung in concentrirter Salpetersäure. Vergr. 250/1.
- „ 17. Aetzgrübchen auf 111. Traversella. Cuboktaëder. Rauchende Salpetersäure. Vergr. 400/1.
- „ 18. Aetzhügel auf 101. Traversella. Angeschliffene Fläche. Salpeter. Salzsäure.
- „ 19. Aetzhügel auf $\pi(201)$. Angeschliffene Fläche.

Erklärung der Tafel III.

- Fig. 20 a) Orientirung der Aetzfiguren auf 111 bei alkalischer Aetzung.
- „ 20 b) Lichtbild der Fläche 111. Pyrit von Traversella. Aetznatron. Aetzdauer 45 Minuten.
- „ 21. Aetzfiguren auf 111. Vom selben Präparat, dessen Lichtbild in Fig. 20 gezeichnet ist. Oben die eigenthümlich abgestumpfte Kante 111 . 001. Vergrößerung 200/1.
- „ 22. Lichtfigur auf 111. Pyrit von Elba. Aetzkali. 35 Minuten Aetzdauer. Die Figur ist in doppeltem Massstabe wie die übrigen gezeichnet.
- „ 23. Aetzfiguren auf 102. Pyrit von Elba. Aetzkali. 5 Minuten Aetzdauer. Vergrößerung 600/1.

- Fig. 24. Zugehöriges Lichtbild.
- „ 25. Aetzfiguren wie Fig. 23. Aetzdauer 10 Minuten. Unten die mit parasitischen Aetzhügeln bedeckte „falsche“ Aetzfläche. Dort wo diese und die steilen Seitenflächen zusammentreffen der Abguss eines in die Tiefe steigenden Canales. Vergrößerung 600/1.
- „ 26. Lichtbild von π (102). Pyrit von Elba. Aetzkali. Aetzdauer 35 Minuten. Es ist derselbe Krystall benützt, dessen Oktaäderfläche das Lichtbild Fig. 22 liefert. Man hätte sich dasselbe links oben im Zusammenhang zu denken, derart, dass die mit gleichem Buchstaben bezeichneten Reflexe nahezu zusammenfallen. (Dabei ist indessen zu berücksichtigen, dass Fig. 22 in doppeltem Massstab gezeichnet ist.)
- „ 27. Aetzfiguren auf π (102). Pyrit von Elba. Aetznatron. Aetzdauer 45 Minuten. a) Aetzhügel die unteren mit Zuschärfung der Mittelkante. b) Gruppe von Aetzgrübchen. c) sehr flache Aetzgrübchen in nahezu rechtwinkelige Streifung übergehend. Bemerkenswerth ist wieder der Gegensatz der glatten Seitenflächen zu der rauhen mit parasitischen Aetzhügeln bedeckten unteren Fläche („falsche“ Aetzfläche). Vergrößerung 600/1.
- „ 28. Zugehöriges Lichtbild.
- „ 29. Lichtbild der Würfelfläche 001. Pyrit von Traversella. Aetzkali. 20 Min. Aetzdauer. Das Lichtbild ist in sphärischer Projection dargestellt.
- „ 30. Specielle Projection des Reflexes w_3 der vorigen Figur. (Vergl. Text pag. 284.)
- „ 31. Lichtbild der Würfelfläche 001. Pyrit von Traversella. Aetzkali. Aetzdauer 1 Stunde.
- „ 32. Aetzhügel auf der Würfelfläche. Pyrit von Traversella. Aetzkali. Dauer der Einwirkung 10 Minuten. Vergr. 800/1.
- „ 33. Aetzhügel auf der Würfelfläche. Pyrit von Traversella. Aetznatron. Dauer 1 Stunde. Combination von Oktaëder und Pyritoëder darstellend. Vergr. 800/1.
- „ 34. Aetzhügel (Oktaëder) und Aetzriefen (Pyritoëder) auf einer anderen Stelle derselben Würfelfläche. Vergr. 800/1.
- „ 35. Aetzhügel (Combination von Oktaëder und Pyritoëder) auf der Dodekaäderfläche (101). Angeschliffene Fläche an einem Würfel aus Chloritschiefer. Aetzkali. Aetzdauer 1 Stunde. Vergr. 550/1.

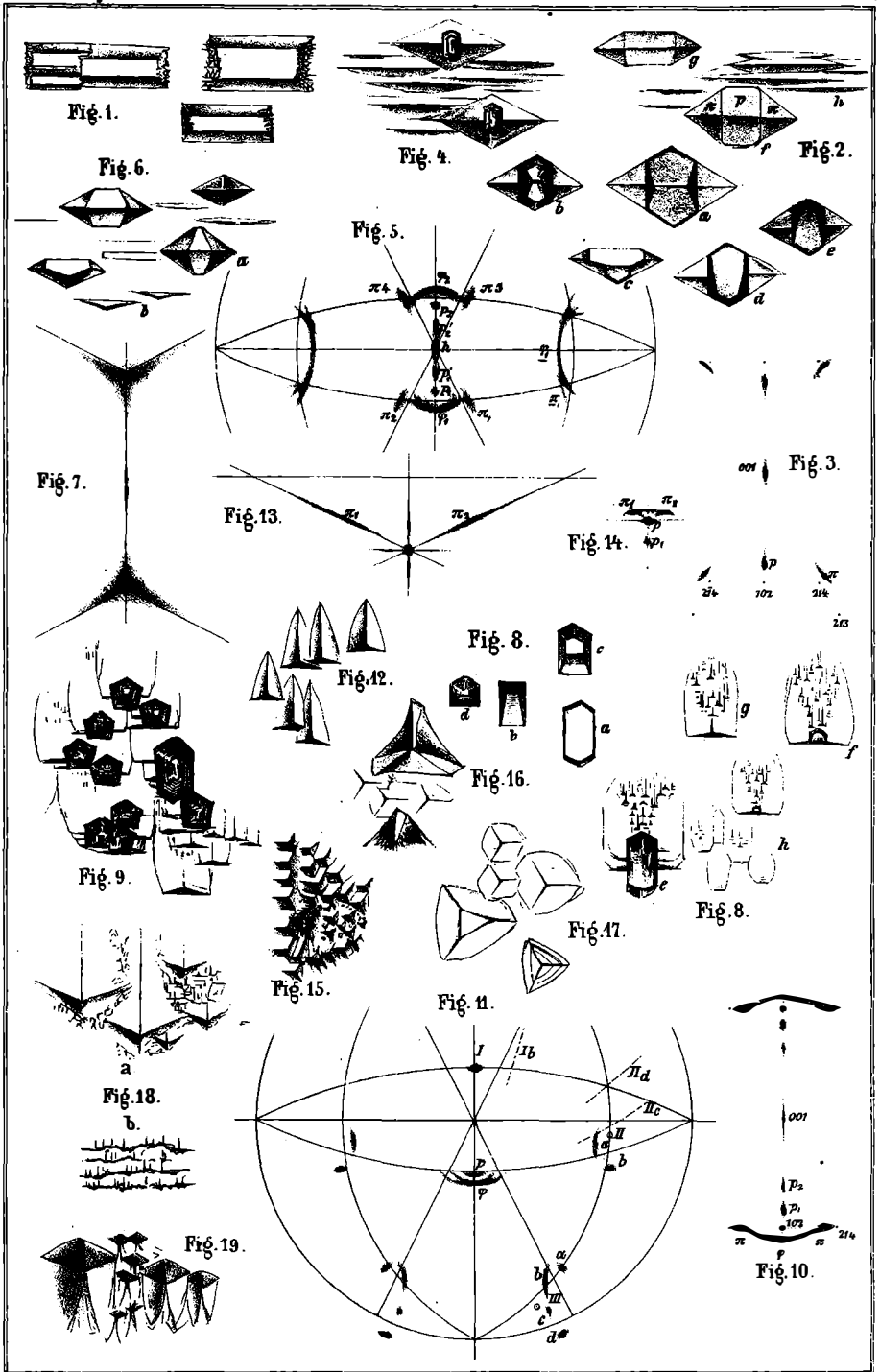
Erklärung der Tafel IV.

- Fig. 36. Pyrit von Příbram. Abgeschliffene Spaltfläche nach 100. Der untere Theil der Platte ist vertieft und zeigt nur durch Spaltung erhaltene Oberfläche. Aetzung mit Salpeter-Salzsäure.
- „ 37. Zugehöriges Lichtbild in stereographischer Projection. Die Reflexe h_{II} p_{II} rühren her von den Sektoren b , die Reflexe p_I von den Sektoren a . Durch kleine Ringeln ist die Position der Flächen von π (210) kenntlich gemacht.
- „ 38. Pyrit von Příbram. Angeschliffene Oktaäderfläche (111). Geätzt wie oben.
- „ 39. Zugehöriges Lichtbild in sphärischer Projection h_1 h_2 h_3 deuten den Ort von $O\bar{1}0$, 100, 001 an; dieselben erscheinen um 180° verwendet, da das Lichtbild, wie es dem Auge erscheint, eingetragen ist. Die Punkte in den Zonen h_1 h_2 etc. deuten die Position der Flächen von π (210) an. Die Reflexe h_I p_I rühren von Sector I in Fig. 33 her und so die anderen.

- Fig. 40. Lichtbild einer mit Aetzkali geätzten Würfelschlifffläche wie Fig. 36. Die Reflexe $o_1—o_4$ liefert das Mittelfeld, welches sich auch über die in Fig. 36 mit c und d bezeichneten Felder ausdehnt. Die Reflexe p_1, d_1 liefert Sector I_a , d_{II} liefert II_b .
- „ 41. Aetzfiguren auf Sector I einer mit Aetzkali geätzten Oktaederschleifffläche wie Fig. 39. Oben flachere Aetzflächen entsprechend $1\bar{1}0$ und $2\bar{1}0$, unten steilere entsprechend $\bar{1}\bar{1}1$ und 111 .
- „ 42. Pyrit vom Giftberg bei Horowitz, Böhmen. Schlifffläche nach 100 geätzt mit Salpeter-Salzsäure. Mittelfeld mit sammtartig matter Beschaffenheit, Sektoren a und b nach Würfelflächen, c und d nach Pyritoëderflächen gewachsen. Weisse Bänder zwischen d und c und um das Mittelfeld herum bezeichnen Stellen, die sich wie normaler Pyrit verhalten.
- „ 43. Schlifffläche parallel $1\bar{1}1$ vom selben Vorkommen nach Aetzung mit Alkali. Theilung in 3 Sektoren. Die weiss gelassenen Stellen verhalten sich wie normaler Pyrit. In dem Sector I schimmert das Feld b mit allen drei benachbarten Oktaëderflächen, das Feld a nur mit 111 , $\bar{1}\bar{1}1$ und mit $1\bar{1}0$.
- „ 44. Pyrit von Traversella Nr. 185. Felder auf der Würfelfläche mit verschieden orientirten Aetzfiguren. Vergl. Text pag. 290.
- „ 45. Projection sämmtlicher am Pyrit durch goniometrische Messung constatirter Aetzflächen in dem Krystallraum $011 \cdot 101 \cdot 111$.

Berichtigung.

pag. 248, Absatz 3, Zeile 19 von oben lies: vierten Abschnitt statt dritten Abschnitt.



Autor gez.

Lith. v. F. Köke Wien.

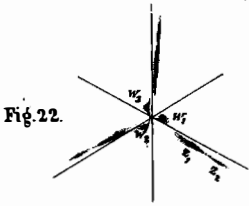


Fig. 22.

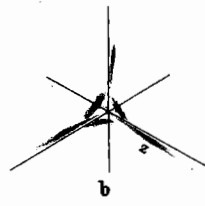


Fig. 20.

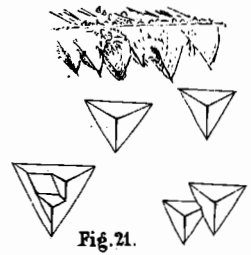


Fig. 21.



Fig. 23.

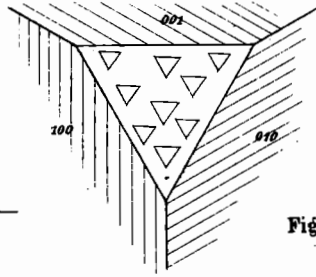


Fig. 24.

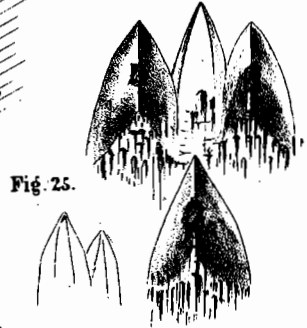


Fig. 25.

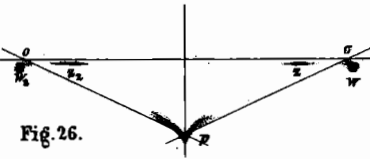


Fig. 26.



Fig. 27.

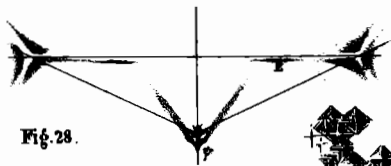


Fig. 28.

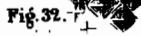


Fig. 32.

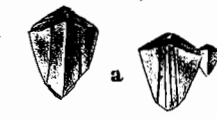


Fig. 35.

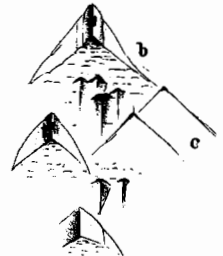


Fig. 29.

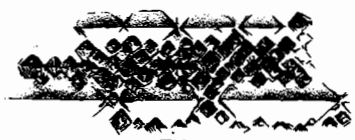


Fig. 34.



Fig. 33.

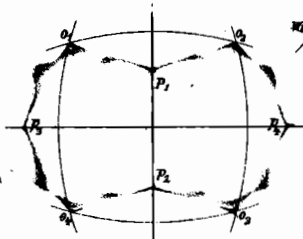


Fig. 31.

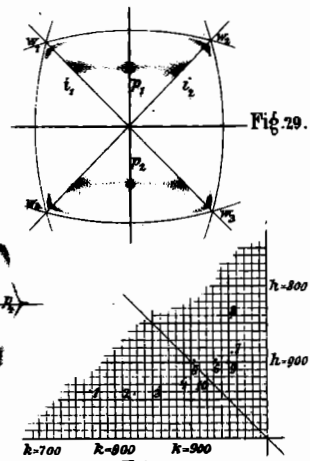


Fig. 30.

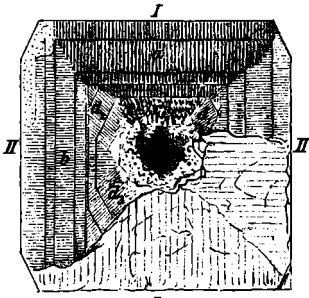


Fig. 36.



Fig. 37.

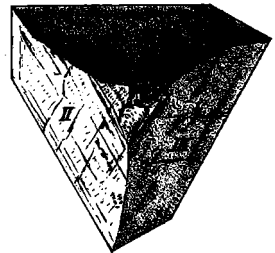


Fig. 38.

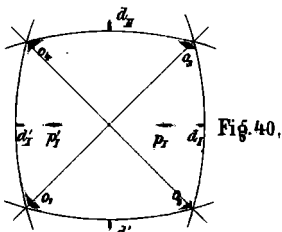


Fig. 40.



Fig. 41.

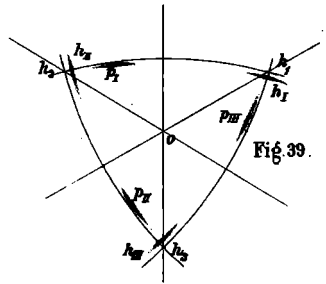


Fig. 39.

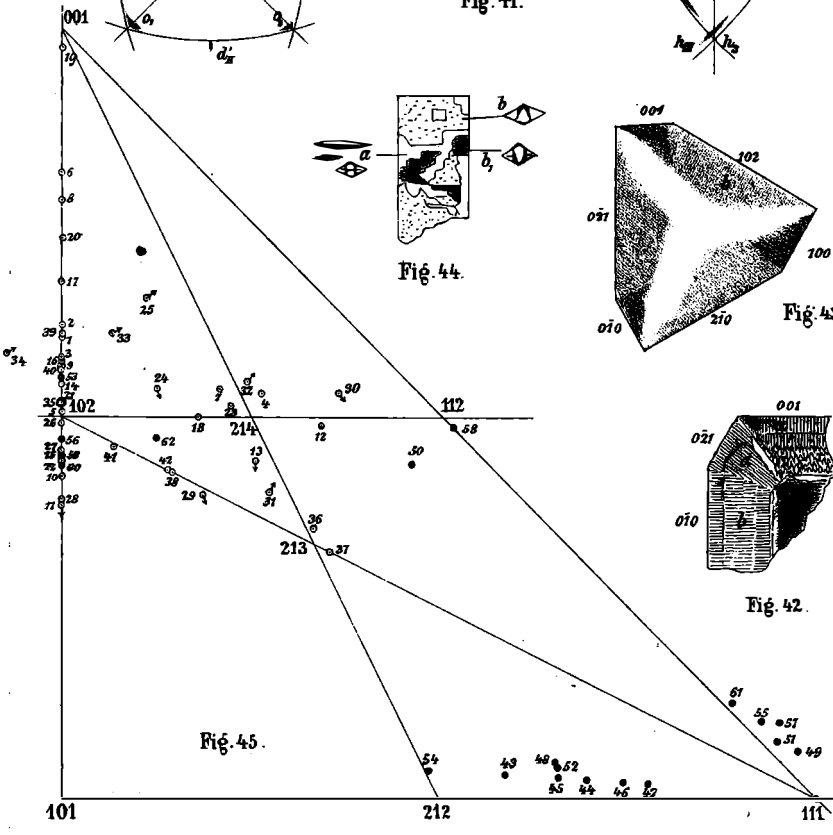


Fig. 45.

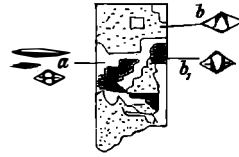


Fig. 44.

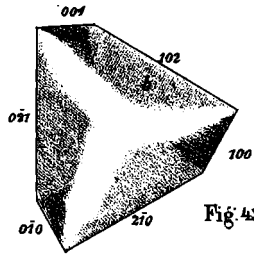


Fig. 43.

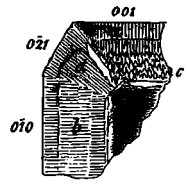


Fig. 42.


~~~~~  
**Druck von Gottlieb Gistel & Comp., Wien, Stadt, Augustinerstrasse 12.**