Ueber den

Asterismus und die Brewster'schen Lichtfiguren am Calcit.

Ein Beitrag zur Physik der Krystalle.

Habilitationsschrift

von

Dr. Karl Haushofer.

Mit sechs Tafeln.

München, 1865.

Mathias Rieger'sche Universitäts-Buchhandlung.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

10263733

Vorwort.

Seit den ersten Mittheilungen Sir D. Brewster's über die Lichtfiguren, welche auf geätzten Krystallflächen im durchfallenden und reflectirten Lichte sich zeigen, haben sich in dieser Hinsicht Reihen neuer, interessanter Thatsachen ergeben, ohne dass bis jetzt der ursächliche Zusammenhang der Erscheinungen mit der morphologischen Beschaffenheit der Krystallflächen auch nur in einem Falle entscheidend dargelegt wäre. S. D. Brewster erwähnt wohl in seinem ersten Berichte darüber, dass er zunächst durch das Studium kleiner Vertiefungen auf den basischen und Pyramidenflächen des brasilianischen Topases zur Wahrnehmung dieser schönen Phänomene geführt wurde; allein er liess bei der weiteren Verfolgung der allerdings

höchst merkwürdigen Thatsachen diesen für die Erklärung derselben wichtigen Umstand aus dem Auge. Dass die Ursache der Lichtfiguren wirklich in der Existenz sehr vieler kleiner, regelmässiger Vertiefungen in der Oberfläche des Krystalles zu suchen ist, darauf wies ferner eine Beobachtung des Herrn Professor v. Kobell in seiner Abhandlung über die Brewster'schen Lichtfiguren hin, in welcher bei Beschreibung der Erscheinungen am Calcit kleiner parallel gelagerter Dreiecke, die durch die Aetzung auf den Flächen des Spaltungsrhomboeders entstehen, gedacht wird.

Es war somit Grund genug vorhanden, dieser Idee weiter nachzugehen, nicht blos um über die Entstehung der Brewster'schen Lichtfiguren genauere Angaben machen zu können, sondern auch um möglicherweise neue Anhaltspunkte für die Erklärung der so ähnlichen Erscheinungen des Asterismus zu finden; endlich versprach eine solche Untersuchung ähnliche Aufschlüsse über die Aggregationsverhältnisse der Krystalle, wie durch die ausgezeichneten Arbeiten Leydolt's über den innern Bau der Quarz- und Arragonitkrystalle erzielt wurden.

Die folgende Untersuchung beschränkt sich im Wesentlichen auf Beobachtungen am Calcit, dessen Durchsichtigkeit, Gleichförmigkeit und häufiges Vorkommen in Krystallen zu solchen Versuchen ebenso einlud, als die überraschende Deutlichkeit und Mannigfaltigkeit der an ihm beobachteten Lichtfiguren. Es ist jedoch nicht zu bezweifeln, dass die dadurch gewonnenen Anschauungen in allen ähnlichen Fällen sich als richtig erweisen lassen werden. Die Untersuchung an einigen andern Mineralien erstreckte sich nur auf einzelne Flächen derselben.

Das Material der Untersuchung und die im Verlauf derselben verwendeten optischen Apparate stellten mir meine verehrten Lehrer, die Herren Professoren v. Kobell und Jolly in deren Laboratorien die Arbeit ausgeführt wurde, mit gewohnter Liberalität zur Verfügung; es sei mir an diesem Orte gestaltet, denselben hiefür öffentlich meinen wärmsten Dank auszusprechen.

München, im Mai 1865.

Der Verfasser.

10263733

Ueber die auf geätzten Krystallflächen entstehenden Lichtfiguren liegen blos zwei Untersuchungen vor. Die erste von Sir D. Brewster findet sich in London, Edinburgh and Dublin Philos. Magazin vom Jahre 1853. In dieser sind die Erscheinungen an einer grossen Anzahl von Mineralien beschrieben, welche ohne vorausgegangene absichtliche Aetzung der Krystallflächen solche Phänomene zeigen und dargethan, dass viele der Erscheinungen, welche man als Asterismen bezeichnete und einer inneren Structureigenthümlichkeit zuschrieb, sich auf eine natürliche, vorausgegangene Corrodirung der Flächen (durch kohlensaure Wässer, Gasarten etc.) zurückführen lassen. Ferner finden wir daselbst einen ausführlichen Bericht über die Erscheinungen, welche durch künstliche Aetzung und Rauhschleifen der Flächen sich zeigten, mit dem Nachweis, dass verschiedene Lösungsmittel eine verschiedene Wirkung hatten; endlich dass darin auch die verschiedenen Flächen eines Krystalls verschieden sich verhielten.

Eine zweite Untersuchung, welche sich speciell mit den durch Aetzungherv orgerufenen Lichtfiguren beschäftigt, veröffentlichte Herr Prof. v. Kobell in den Sitzungsberichten der k. bayr. Akademie der Wissenschaften zu München im Jahre 1862, Bd. I. Unter einer grossen Anzahl neuer

Beobachtungen an Mineralien und Salzen sind es besonders die an den verschiedenen Flächen des Calcit's beschriebenen Erscheinungen, auf welche wir im Verlaufe der Untersuchungen noch mehrmals zurückkommen werden.

Ferner muss hier noch einiger Arbeiten gedacht werden, welche sich zwar nicht speciell mit der vorliegenden Materie beschäftigen, jedoch für das Studium derselben manches Wichtige bieten; es sind diess:

1. Babinet über den Asterismus, Comptes rendus 1837 (4.) 757, 762.

2. Volger der Asterismus, Sitzungsberichte der k. k. Akad. der Wissensch. zu Wien. Bd. XIX, 1856, S. 103 ff.

3. Leydolt „über eine neue Methode, die Structur und Zusammensetzung der Krystalle zu untersuchen“ (Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wiss. zu Wien. XV. Bd. Heft 1, 1855 und XIX. Bd. 1. Heft 1856.

4. Scharff „der kohlensaure Kalk“. Neues Jahrbuch für Min. und G. v. Bronn und Leonhart, 1862, p. 684 ff. und 1860, p. 543 ff.

5. Derselbe „über die milchige Trübung auf den Endflächen des säuligen Calcits“. Neues Jahrbuch 1860.

6. Pape „über das Verwitterungsellipsoid wasserhaltiger Krystalle. Göttinger gelehrte Anzeigen, Jan. 1865.

Der Angriff eines Lösungsmittels auf eine glatte Krystallfläche geschieht gewöhnlich nicht in der Weise, dass zunächst eine zusammenhängende Schichte der ersten Individuen weggenommen würde, sondern es bilden sich sofort einzelne, durch Unterbrechungen in der Continuität der Krystallhaut bestimmte Angriffsmittelpuncte, von welchen aus die Trennung der Theile nach bestimmten, den Gesetzen der Symmetrie entsprechenden Richtungen vor sich geht. Dadurch entsteht in der Krystallfläche eine grosse Anzahl von Vertiefungen, welche alle gleichförmig und, soweit der Krystall ein einfacher ist, parallel von Flächen

begränzt sind, die nothwendig der Krystallreihe des Körpers angehören müssen.

Die Gestalten sind zwar bisweilen schon mit unbewaffnetem Auge wahrnehmbar; in der Regel besitzen sie jedoch eine so geringe Ausdehnung und liegen so dicht neben einander, dass sie in ihren Einzelnheiten nur unter einer starken Vergrösserung unterschieden werden können.

Ich bediente mich zu diesem Zwecke anfangs eines gewöhnlichen Mikroskopes, welches eine 30-, 200- und 800malige Vergrösserung erlaubte, später eines Sonnenmikroskopes. Die Benützung des letzteren gab für die Anfertigung genauer Zeichnungen ein bequemes Mittel und gestattete zugleich annähernde Messungen der Horizontalprojectionen; auch für die Herstellung von photographischen Bildern geätzter Krystallflächen dürfte sich dasselbe, wie einige Versuche ergaben, vortrefflich eignen.

Ueber das Verfahren der Aetzung selbst können allgemeine Vorschriften nicht gegeben werden, ausser der, dass man gut thut, mit den schwächsten Lösungsmitteln zu beginnen und dieselben Anfangs nur kurze Zeit wirken zu lassen; die Formen werden dadurch zuerst zwar kleiner, aber viel schärfer und man hat beim Fortschreiten zu stärkeren Aetzmitteln Gelegenheit, die Uebergänge zu studiren. Ich überzeugte mich ferner durch Versuche, dass die Resultate bei verschiedenem Verfahren zu Aetzen — wenn nur im Material nichts geändert war, im Wesentlichen dieselben blieben; dass es für den Erfolg gleichgültig war, ob man das Lösungsmittel mit einem *Pinsel* auftrug oder den Krystall in dasselbe eintauchte etc. Sehr erhitzte Lösungsmittel wirkten nur wenig verschieden von kalt angewendeten.

Mit dem Studium der geätzten Flächen war jedesmal das des dazu gehörigen Lichtbildes verbunden. Ich bediente mich zur Beobachtung derselben einer kleinen Gasflamme in einer Entfernung von 6 bis 10 Fuss. In den bei-

gefügten Tafeln sind die Lichtfiguren in der gleichen Lage der Krystallplatten bei durchfallendem Lichte angegeben, die geätzte Fläche dem Auge zugewendet.

Um die Flächen grösserer oder undurchsichtiger Krystalle zu studiren, wie z. B. die fast immer trüben Endflächen des Calcit's, ist das Verfahren zu empfehlen, welches Leydolt bei seinen Untersuchungen einschlug, indem er die betreffende Fläche in Hausenblasenleim abdrückte. Eine ziemlich concentrirte Lösung von Hausenblase in Wasser trägt man mit einem Pinsel möglichst gleichförmig auf die zu copirende Fläche, welche horizontal gestellt werden muss und lässt sie vollständig trocknen (10—12 Stunden); die Trennung des getrockneten Häutchens geht sehr gut von Statten, wenn man vor dem Auftragen des Leim's die Krystallfläche mit Hülfe des Fingers mit einer Spur von feinem Klauenfett einreibt, welches man hierauf mittelst eines weichen Tuches bis auf einen sehr dünnen Ueberzug wieder entfernt, der, ohne der Schärfe der zarten Formen Eintrag zu thun, eine zu starke Adhäsion des Häutchens verhindért.

Collodium eignet sich wegen seiner ungleichen Zusammenziehung in Folge rascheren Trocknens weit weniger zu solchen Abdrücken.

Die getrockneten und abgenommenen Häutchen presste ich behufs bequemerer Handhabung zwischen zwei Platten von sehr dünnem Glase, welche an den Rändern verbunden wurden.

An solchen Hausenblasenpräparaten ist sowohl die Beobachtung der Aetzformen als auch die der Lichtfiguren möglich; zu bemerken ist, dass die Lage der letzteren natürlich von der Stellung des Abdruckes gegen die ursprüngliche Fläche in einer Weise abhängt, welche später noch erörtert wird und ebenso, wie die Verkleinerung des Bildes im Abdruck, in der Natur der Erscheinung begründet ist.

I. Calcit.

a) Flächen des Grundrhomboeders.

Indem man die Flächen des Spaltungsrhomboeders vor der Aetzung im durchfallenden Lichte auf ihre Asterie prüft, findet man, dass dieselben oft Erscheinungen von Lichtlinien und Sternen wahrnehmen lassen, welche ihren Ursprung in Vertiefungen auf der Oberfläche nicht zu haben scheinen. In sehr reinen gut gespaltenen Stücken ist zwar oft gar keine Radiation zu bemerken; an einigen blos eine Lichtlinie in der kürzeren Diagonale des Rhombus; oft auch ein sechsstrahliger Stern, dessen stärkste Strahlen in der kürzeren Diagonale liegen; die beiden andern Richtlinien verbinden die parallelen Seiten des Rhombus und schneiden sich unter 75^0—80^0 *). Fig. 1.

Volger schrieb (a. a. O.) diese Asterie einer Lamellarstructur des Calcit's zu, indem er geneigt ist, alle Individuen dieses Minerals als oscillatorisch repetirte Hemitropien nach dem bekannten Gesetz: Drehungsfläche die Fläche des nächststumpferen Rhomboeders in verwendeter Stellung (— $^1/_2$ R.) — anzusehen und zwar mit der Erweiterung, dass diese Zwillingsbildung sich nicht blos nach einem Flächenpaare des Rhomboeders — $^1/_2$ R., sondern nach allen drei Flächenpaaren desselben gleichzeitig in jedem Calcitkrystalle wiederholt. Diese Zusammensetzungs-

---

*) Ich benützte zum Messen der Winkel zwischen den Strahlen einen Gradbogen, welcher auf einer grossen Scheibe von steifem Papier aufgetragen war und im Centrum ein kleines Spiegelchen in einer solchen Lage trug, dass es eine in einiger Entfernung rückwärts angebrachte Flamme reflectirte. Indem man mit einem Auge durch die Krystallplatte nach dem erleuchteten Spiegel sieht, ist man im Stande, mit dem andern gleichzeitig den Winkel zwischen zwei Strahlen, von welchen einer auf die Null-Linie gestellt wird, abzulesen; die Genauigkeit des Resultates hängt natürlich von der Schärfe und Deutlichkeit der Erscheinung ab.

flächen stellen demnach drei Systeme von Tangentialebenen vor, welche, ohne die primitive Spaltbarkeitslage zu ändern, durch die individualisirten Massen gehen und deren jede einzelne, für das Auge nicht mehr wahrnehmbare Fläche einen durchgehenden Lichtstrahl reflectirt; in Folge der grossen Anzahl und Nähe solcher Zusammensetzungsflächen erscheinen die Bilder des leuchtenden Punktes als eine ununterbrochene Linie, die normal auf die Sectionslinien der Spiegelflächen stehen muss, in welcher jedoch bei einiger Aufmerksamkeit oft noch die einzelnen Spiegelbilder mit prismatischen Farben unterschieden werden können.

Auf diese Anschauungen stützt sich die Erklärung, welche Volger über die Asterie durch die Flächen des Grundrhomboeders, des nächststumpferen Rhomboeders — $^1/_2$ R. und der basischen Flächen gibt.

Bei seiner Beschreibung der Asterie auf den Rhomboederflächen ist mir der Umstand aufgefallen, dass daselbst der in der kürzeren Diagonale liegende Strahl als der schwächste bezeichnet wird, während ich mich durch Beobachtung an mehr als hundert verschiedenen Spaltungsstücken überzeugt habe, dass gerade dieser Theil der Asterie der lichtstärkste und der am seltensten fehlende war, während von den anderen Strahlen oft einer oder beide nur spurenweise oder gar nicht gesehen werden konnten *).

Ferner erwähnt Volger, dass auf künstlich hergestellten gut polirten Flächen von — $^1/_2$ R. nie auch nur eine Spur einer Lichtlinie beobachtet werden könne. Ich wage nicht zu entscheiden, ob es nur den Unvollkommenheiten der Schleifung und Polirung zugeschrieben werden

---

*) Hausenblasenabdrücke von den Flächen des Spaltungsrhombenders eines Isländischen Calcits, der einen schönen sechsstrahligen Stern zeigte, liessen im durchfallenden Licht Spuren derselben Erscheinung wahrnehmen; an dem Mineral selbst war die Radiation auch im reflectirten Licht zu erkennen.

soll, wenn ich bei der Untersuchung solcher Flächen stets eine der langen Diagonale entsprechende Lichtlinie, sehr oft auch eine zweite bemerkte, welche die erste unter einem rechten Winkel kreuzte. Natürliche Krystalle verhielten sich im reflectirten Licht, sowie im Hausenblasenabdruck ebenso.

Die Richtigkeit der scharfsinnigen Deduction des Hrn. Volger ist in einzelnen ausgesprochenen Fällen nicht zu bezweifeln; doch steht der Anschauung, dass alle Calcitkrystalle in der angegebenen Weise zusammengesetzt seien, das Verhalten derselben im polarisirten Lichte entgegen, auf welches Hr. Prof. v. Kobell schon aufmerksam machte, (Gelehrte Anzeigen der Münchner Akademie der Wissenschaften 1855 Nro. 18 vom 30. März.) Wenn man nämlich einen Calcitrhomboeder, dessen Flächenbeschaffenheit keinen Zweifel an seiner hemitropischen Zusammensetzung lässt — zwei parallele Flächen zeigen die bekannte Streifung nach der Makrodiagonale — rechtwinklig zur Hauptaxe schleift und die so hergestellte basische Fläche im polarisirten Lichte untersucht, so findet man Erscheinungen, welche sich charakteristisch von jenen unterscheiden, die ein, der Natur der Flächen nach einfacher, ebenso behandelter Calcit zeigt.

Ich habe solche Krystallplatten der Untersuchung in einem guten Nörremberg'schen Polarisationsmikroksop unterzogen und fand ausser der von Hrn. Prof. v. Kobell angegebenen Farbenveränderung des Kreuzes auch noch die merkwürdige Thatsache, dass die zwei Arme des Kreuzes, welche der Streifung des Flächenpaares parallel laufen, mochte nun auf hell oder dunkel gestellt sein, in ihrem Verlaufe gekrümmt waren und zwar jedesmal gegen die obere diagonal gestreifte Fläche zu, etwa in der Art, wie in Fig. 1 angedeutet ist. Bei einfachen Krystallen konnte diese Erscheinung nie beobachtet werden. Auch die Asterie solcher Flächen ist eine wesentlich verschiedene, worüber

bei Beschreibung der Lichtfiguren auf den Endflächen noch nähere Mittheilungen gemacht werden.

Die mikroskopische Untersuchung der Flächen des Spaltungsrhomboeders lässt ausser unregelmässig krummlinig-concentrisch abgesetzten Rändern der Krystallschalen, die sich unter starker Vergrösserung in die Flächen des Spaltungsrhomboeders auflösen, ferner einzelnen Rissen, welche den Spaltungsrichtungen entsprechen, nur bei den Hemitropieen und zwar auch bei diesen nur auf zwei parallelen Flächen eine, oft sehr feine, makrodiagonale Streifung wahrnehmen.

Wenn ich bei der Asterie der ungeätzten Rhomboederflächen etwas länger verweilte, so geschah es deshalb, weil bei den durch Aetzung hervorgerufenen Lichtbildern oft Radiationen auftreten, welche mit den beschriebenen der Lage und Beschaffenheit nach eine so grosse Aehnlichkeit zeigen, dass man beide vielleicht auf eine und dieselbe Ursache der Entstehung beziehen kann. Ausserdem sollten damit die Ansichten Volger's über den Bau der Calcitkrystalle nicht widerlegt, sondern nur den möglichen Einwürfen gegen dieselben eine Stelle eingeräumt werden.

Der Grundcharakter aller durch Aetzung auf den Flächen des Stammrhomboeders (auch natürlicher Rhomboeder) erzeugten Gestalten ist der eines vertieften dreiflächigen, zweikantigen Eckes; die einzelne Kante läuft nach dem Scheiteleck des Rhomboeders (a in Fig. 2). Die Kanten und Flächen dieser Formen sind um so schärfer und regelmässiger, je verdünnter und langsamer die Lösungsmittel eingewirkt haben; bei stärkeren Säuren werden sie abgerundet, abgestumpft, verlängert, gewölbt; es treten neue Flächen verschiedener Art auf; doch bleibt dabei der Typus der einfachsten Form stets noch erkennbar. Die Modificationen sind charakteristisch für die Art der angewandten Säure; sehr stark verdünnte Säuren verschiedener Art bewirken gleiche Erscheinungen. Es wurde, um die Ueber-

gänge in den Formen verfolgen zu können, eine Versuchsreihe mit Spaltungsstücken eines und desselben Calcits hergestellt, welcher ungeätzt auf den Flächen des Rhomboeders im durchfallenden Lichte Spuren des erwähnten sechsstrahligen Sterns zeigte. Der Beschaffenheit der Flächen und dem optischen Verhalten nach konnte man denselben als einfach ansehen.

A. Salzsäure.

1. Sehr verdünnt (etwa 5 Vol. Wasser auf 1 Vol. Säure). Dauer der Einwirkung 20—40 Secunden.

Viele Vertiefungsecken liegen so zahlreich und dicht neben einander in der ursprünglichen Rhomboederfläche, dass von dieser fast nichts mehr zu sehen ist*).

In der Richtung der Seiten und Diagonalen treten diese Gestalten oft zu geradlinigen Furchen zusammen, bei Hemitropieen vorzugsweise nach der längeren Diagonale (Fig. 4). Im Uebrigen ist zwischen den auf solche Weise hervorgerufenen Formen kein Unterschied bei einfachen und hemitropischen Krystallen zu bemerken.

Die Winkel, welche die Flächen der kleinen Formen mit einander einschliessen, konnten nur selten der Messung zugänglich gemacht werden; die Messungsresultate schwanken in Folge der Schwierigkeiten zwischen 135 u. 140°. Im durchfallenden Lichte zeigen solche nur auf einer Seite geätzte Spaltungsplatten gewöhnlich einen dreistrahligen,

---

*) Unter dem Mikroskop sowie nach der Zeichnung ist es schwer zu unterscheiden, ob man Vertiefungen oder Erhöhungen vor sich habe. Verstellung des Mikroskopes bei starker Vergrösserung oder leichtes Einreiben der Fläche mit irgend einem feinen, farbigen Pulver, z. B. Colcothar, geben Anhaltspunkte zur Beurtheilung. Bei so dicht und symmetrisch nebeneinander gelagerten Formen wie in Fig. 3 könnte man auch von Erhöhungen sprechen; allein die einzeln in den Rhomboederflächen liegende Gestalt (z. B. Fig. 5, 8) ist eine vertiefte.

symmetrischen Stern, dessen Strahlen wie die Kanten der vertieften Ecken liegen (Fig. II). Der Winkel zwischen den beiden nach den Randkanten gerichteten Strahlen beträgt etwa 130 – 135 °; die Enden der Strahlen laufen büschelförmig auseinander und sind oft durch schwächere nach innen gekrümmte Lichtlinien verbunden (Fig. III, IV.)

Im reflectirten Lichte erscheint dieselbe Figur, meist etwas undeutlicher, jedoch in verkehrter Lage, so dass der einzelne Strahl nach dem Randeck zugekehrt ist.

Spaltungsstücke, welche auf beiden Seiten geätzt sind, zeigen einen symmetrischen, sechsstrahligen Stern.

2. Zu gleichen Theilen verdünnte Salzsäure.

Die Flächen der Vertiefungsecken beginnen gewölbt zu werden; ihre Durchschnitte mit der Ebene, in welcher sie liegen, sind daher krumme Linien und zwar nach auswärts gebogen (Fig. 5); die Ränder erscheinen unter starker Vergrösserung wie ausgefranst (Fig. 6, 7). Häufig tritt eine Abstumpfung des Eckes parallel der Rhomboederflächen auf; die Abstumpfungsflächen erscheinen als krummlinige Dreiecke (Fig. 8); innerhalb dieser setzt die Vertiefung oft wieder fort; bei öfterer Wiederholung solcher Bildung entstehen treppenartig vertiefte Dreiecke, oft bleibt nur eine parallele Streifung in diesem Sinne übrig. Dabei zeichnet sich die einzelne Fläche durch Undeutlichkeit, oft durch gänzlichen Mangel der Streifung aus. In der Lichtfigur ist keine wesentliche Veränderung gegen die vorige bemerklich. Bisweilen finden sich Andeutungen eines zweiten dreistrahligen Sterns, welcher verkehrt gegen den ersten liegt, dessen einzelner Winkel jedoch nur 75 bis 80 ° misst (Fig. V). Die vom Mittelpunkt ausgehenden Strahlen werden oft undeutlich, die Verbindungslinien kräftiger und es erscheint in dem Falle auf der Fläche ein symmetrisches Dreieck.

3. Concentrirte Salzsäure.

Bei Calcitstücken, welche man als krystallographisch

einfache betrachten kann, ist sowohl hinsichtlich der Aetzformen, als auch der Lichtfiguren ein wesentlicher Unterschied nicht zu bemerken, wenn man concentrirte oder verdünnte Salzsäure zur Aetzung anwendet; denn die beschriebenen Wölbungen der Flächen, welche auch bei der concentrirt angewendeten Säure zum Vorschein kommen, gehören doch noch der ersten einfachen Gestalt an. Bei solchen Krystallmassen jedoch, welche durch ihr optisches Verhalten und ihre Flächenbeschaffenheit als Hemitropieen charakterisirt sind, machen sich gewisse Eigenthümlichkeiten in der Form der Vertiefungen und Lichtfiguren geltend. Die einzelne Kante des vertieften Eckes erscheint nämlich fast immer durch eine schmale Fläche ersetzt, welche nach der Basis zu breiter wird (Fig. 9, 10), also der ursprüngliche Kante nicht parallel läuft. Ausserdem zeigt sich oft gleichzeitig eine Abstumpfung des Eckes, welche nicht parallel der Rhomboederfläche zu gehen scheint und eine Auflösung der einzelnen Fläche in zwei gleichartige und eine dritte einzelne (Fig. 10).

Die Lichtfiguren auf solchen Flächen haben im Wesentlichen den Charakter jener auf einfachen Krystallen beobachteten, dazu tritt aber der schon bei diesen beschriebene zweite dreistrahlige Stern, in umgekehrter Lage, dessen zwei gleichartige Strahlen einen kleineren Winkel einschliessen, häufiger, so dass symmetrische Figuren wie in Fig. V. entstehen. Bei fortgesetzter Aetzung verschwinden die Strahlen in der Mitte der Figur und es bleiben nur die verstärkten Verbindungslinien übrig, in welchen die Durchschnittspunkte mit den verschwundenen Strahlen durch besonders helles Licht ausgezeichnet sind. Oft ist nur ein Paar von den Strahlen des zweiten Sterns zu bemerken (Fig. VII), welche auch nach der entgegengesetzten Seite verlängert vorkommen (Fig. VIII), häufig nur ein einzelner (Fig. VI). Diese Erscheinungen konnten bisweilen an Hemitropieen schon durch verdünnte Salzsäure hervorgerufen werden.

In vielen Fällen beobachtete ich Lichtfiguren, welche nach einer Seite besonders verzerrt erschienen, wie in Fig. IX und X. Die Untersuchung der Flächen lehrte, dass auch die Vertiefungsecken eine entsprechend geneigte Lage in der Krystalloberfläche hatten, und zwar entweder rechts oder links, bei jedem einzelnen Spaltungsstück gleichartig.

Zur Erklärung dieser Thatsache müsste man entweder annehmen, dass die Lagerung der kleinsten Individuen eine unregelmässige gewesen oder dass die Spaltungsfläche nicht genau mit der Ebene des Rhomboeders zusammengefallen sei*); endlich könnte auch eine durch heftige Gasentwicklung einseitig verhinderte Einwirkung der Säure solche Assymetrien veranlasst haben.

B. Aetzung mit Salpetersäure.

1) Sehr verdünnte Salpetersäure kommt in ihren Wirkungen auf die Rhomboederflächen der mässig verdünnten Salzsäure gleich und gibt Veranlassung zur Entstehung derselben Lichtfiguren.

2) Bei einer Verdünnung von 2 Vol. Säure auf 5 Vol. Wasser beginnen die specifischen Wirkungen der Salpetersäure bemerkbar zu werden; sie bestehen in einer Abrundung der beiden gleichartigen Kanten; dadurch erscheint die Abstumpfungsfläche der Ecken, welche parallel der Rhomboederfläche liegt, in einer herzförmigen Gestalt (Fig. 11). Das Lichtbild solcher Flächen unterschied sich jedoch nicht wesentlich von dem der vorhergehenden.

3) 1 Vol. Säure und 2 Vol. Wasser. Die Formen ähnlich wie bei den vorhergehenden; die Abrundung der Kanten noch auffallender (Fig. 12). In der Lichtfigur macht sich wesentlich der Umstand geltend, dass die Verbindungs-

---

*) Der Umstand, dass man oft bei der Spaltung gewölbte Flächen von vollkommener Glätte erhält, verleiht dieser Annahme einige Wahrscheinlichkeit.

linien der Strahlenenden fast nie fehlen und in ihrem Verlaufe eine Aehnlichkeit mit den Kanten der herzförmigen Abstumpfungsfläche zeigen. (Fig. XI.) Was oben über die links und rechts geneigten Gestalten gesagt ist, wiederholt sich hier. (Fig. 12.)

4) Zwei Vol. Säure und 3 Vol. Wasser (Fig. 13, Fig. XI).

5) Gleiche Volumina Wasser und Säure — Fig. 14 und Fig. XIII. Wir sehen bei der Steigerung der Concentration das Verhältniss der Dimensionen in den Gestalten allmälig sich ändern, indem die Ausdehnung der Vertiefungsformen nach der Richtung der langen Diagonale des Rhombus gegen die darauf rechtwinklige bedeutend wächst bis zu jenem Punkte, wo die Formen sich nicht mehr wesentlich ändern. Dies ist bei höheren Concentrationsgraden, als der letztangegebene war, der Fall. Zwischen den Wirkungen solcher und concentrirter Säure ist kein Unterschied wahrzunehmen.

6) Concentrirte Säure.

Die wichtigste Erscheinung ist die Veränderung der beiden gleichartigen Kanten. In den meisten Fällen sind dieselben durch zwei glatte Flächen abgestumpft (Fig. 15, 16, 17, eine Andeutung schon bei Fig. 14), manchmal noch einfach abgerundet (Fig. 18); die übrigen Flächen erscheinen unter stärkster Vergrösserung rauh, parallel der Basis mit Löchern bedeckt, deren Form nicht mehr genau zu unterscheiden war. (Bei Fig. 16 ist eine 800mal vergrösserte derartige Form abgebildet.) Die Abstumpfung der Kanten ist auch dann noch zu erkennen, wenn die Ecken parallel der Rhomboederfläche abgestumpft sind (Fig. 16).

Oft findet man, ähnlich wie bei den durch concentrirte Salzsäure hervorgerufenen Formen, neben der einzelnen Fläche ein Paar gleichartiger Flächen unter sehr stumpfen Winkeln angelegt. (Fig. 17.)

Dagegen tritt die Abstumpfung der einzelnen Kante nur sehr selten auf.

Durch die Entstehung dieser neuen Flächen wird der Typus der einfachsten Form so verdeckt, dass er oft nur schwer wiederzufinden ist.

Die drei Flächen, welche nach dem Randeck des Rhomboeders zu liegen, erscheinen häufig nur als eine gewölbte, gewöhnlich der Basis parallel gestreifte Fläche, welche oft unmerklich in die beiderseitig die gleichartigen Kanten abstumpfenden Flächen verläuft. (Fig. 14, 15, 18.)

Ebenso verändert sehen wir die Lichtfiguren. In den complicirtesten Erscheinungen finden sich die beiden gegeneinander verkehrt liegenden, dreistrahligen Sterne der Salzsäurepräparate wieder, verbunden durch jene charakteristisch nach auswärts gebogenen Lichtlinien, deren oft zwei und mehr vorhanden sind. Andeutungen von Verlängerungen der Strahlen des zweiten Sternes geben dann dem Lichtbild die Form von Fig. XIV. Einzelne Strahlenpaare verschwinden oft und sehr häufig bleibt nur ein 6strahliger Stern, ähnlich dem auf ungeätzten Flächen, symmetrisch durch Lichtbogen verbunden (Fig. XIII). Oft waren auch jene theilweise verloren und dadurch entstanden Lichtfiguren wie in Fig. XV.

Diese höchst interessanten Erscheinungen wurden von Brewster, welcher zur Corrodirung der Flächen concentrirte Säure nicht angewandt hatte, nicht beobachtet, sondern sind zuerst von Prof. v. Kobell beschrieben und abgebildet. (Die Zeichnung, welche Brewster von einer durch Aetzung mit verdünnter Salpetersäure erhaltenen Lichtfigur gibt, hatte Aehnlichkeit mit Fig. III.)

Die Formen und Lichtfiguren, welche durch die Einwirkung verdünnter und concentrirter Salpetersäure auf hemitropische Krystallaggregate entstanden, unterscheiden sich in nichts von jenen, welche man auf scheinbar einfachen, ebenso geätzten Krystallplatten beobachtet.

Man kann durch Aenderung des Aetzmittels auf ein und derselben Krystallplatte successive die einem jeden eigenthümlichen Wirkungen hervorrufen; ein Spaltungsstück, welches nach dem Eintauchen seiner Fläche in verdünnte Salzsäure den dreistrahligen Stern im durchfallenden Lichte wahrnehmen lässt, zeigt nach der Einwirkung concentrirter Salpetersäure auf derselben Fläche die beschriebenen Strahlen, welche durch herzförmige Ranken verbunden sind und umgekehrt. Gemenge beider Säuren geben jedesmal das Bild, welches den Wirkungen der in vorwiegender Menge vorhandenen Säure entspricht. Gleiche Vol. conc. Salz- und Salpetersäure erzeugen Formen wie Fig. 14.

Durch eine länger fortgesetzte Einwirkung der Lösungsmittel auf die Krystalloberfläche werden die Formen zwar grösser; wenn sie jedoch ein gewisses Maass erreicht haben, fangen die Kanten und Ecken an, sich abzurunden und endlich wird die Symmetrie der Formen so undeutlich, dass die Oberfläche des Krystalls ein schlackiges, löcheriges oder zerfressenes Ansehen erhält; durch vorsichtige Anwendung verdünnter Säuren ist es möglich, auf diesen unebenen Flächen wieder kleine scharfe Formen hervorzurufen, deren oft nur theilweises Auftreten eine Folge der Wölbungen der Grundfläche und ein Beweis für den Parallelismus ihrer Lage ist. —

Die krystallographische Betrachtung der Resultate der Aetzung führt nicht zu den einfachen Sätzen, welche der erste Anblick erwarten lässt. Zunächst gestattet schon der Mangel an Messungsresultaten eine präcise Specialisirung der Gestalten nicht. Ferner ergaben die rohen Messungen, dass die meisten der vorkommenden Formen an natürlichen Krystallen nicht beobachtet sind und wahrscheinlich erst sehr spät in der Krystallreihe auftreten. Endlich muss auch das thatsächliche Schwanken der Winkelgrössen von einer genauen Charakterisirung der Gestalten abschrecken. —

Wenn wir zunächst die einfachsten Formen, jene

durch Aetzung mit sehr verdünnten Säuren erhaltenen Vertiefungsecken (Fig. 3, 5, 6) in's Auge fassen und die Flächen als Theile ganzer Krystallgestalten, welche sich durch die Säure gleichsam aus dem Aggregat herausspalten lassen, betrachten, so unterliegt es keinem Zweifel, dass die Flächen zweierlei Art sind nach Lage und Beschaffenheit. Die krystallographische Analyse zeigt ferner, dass die zwei gleichartigen Flächen nur einem Skalenoeder, die einzelne Fläche einem stumpfen Rhomboeder, beide in erster Stellung, angehören. Die an den gleichartigen Kanten auftretenden Flächenpaare entsprechen andern Skalenoedern, die Fläche, welche die einzelne Kante abstumpft einem spitzeren Rhomboeder derselben Stellung. Wir sehen demnach ein System von Rhomboedern und Skalenoedern der verschiedensten Art entstehen, unter welchen jedoch das an natürlichen Krystallen sehr häufige stumpfe Rhomboeder $-{}^1/_2\,R$, welches nach den Entwicklungen von Volger und Scharff eine so wichtige Rolle im Bau der Calcitkrystalle spielt, zu fehlen scheint. Es ist mir wenigstens trotz aller Aufmerksamkeit gerade in dieser Hinsicht nicht gelungen, Flächen zu finden, deren Durchschnitte mit der Rhomboederfläche sie als Flächen eines Rhomboeders in verwendeter Stellung charakterisirt hätten. Auch an den durch concentrirte Säuren erzeugten Gestalten lassen sich die eben bezeichneten Krystallformen wieder finden, allein gewöhnlich gewölbt und verzerrt. Zur Beurtheilung dieser Eigenthümlichkeit und ihrer Entstehung möchte ich noch einmal auf die oben berührte Anschauung von der Existenz oder Bildung vieler einzelner Angriffsmittelpuncte für die lösende Flüssigkeit zurückführen. Es lässt sich denken, dass bei der langsameren Trennung der ersten Individuen durch verdünnte Säuren ein regelmässigeres Los-

lösen nach den Trennungswiderständen, also nach den Symmetralrichtungen statthaben muss, als bei dem stürmischen Angriff stärkerer Lösungsmittel, wo der Ueberschuss an trennender Kraft, abgesehen von der Eigenthümlichkeit dieser selbst, sich auf die nächstliegenden Theile wirft und somit theilweise wohl eine rodiale Wirkung zu erwarten ist. Eine Auflösung von einem Angriffsmittelpunkte aus, wenn ein solcher auf der Fläche eines amorphen Körpers gedacht werden könnte, muss sphärische Vertiefungen erzeugen. — Leydolt stellte die Vermuthung auf, dass die Gestalten, welche diesen Vertiefungen entsprechen, den kleinsten regelmässigen Körpern zukommen, aus welchen man sich den Krystall zusammengesetzt denken kann. Dafür spricht allerdings sowohl die einfache Betrachtung, als auch die Thatsache, dass zwar bei Anwendung schnell wirkender, verschiedener Lösungsmittel die Formen wesentliche Verschiedenheiten zeigen, dass aber bei Einwirkung langsam lösender Flüssigkeiten stets dieselben Gestalten entstehen. Zwei Umstände geben uns jedoch die Berechtigung, an der Allgemeingültigkeit jenes Satzes zu zweifeln. Die Beobachtung, dass bei genauer Untersuchung solcher Formen stets noch regelmässig angeordnete Streifungen und Vertiefungen auf den Flächen derselben gefunden werden, sowie die Thatsache, dass man es selbst nach der Anwendung ganz schwacher Lösungsmittel so häufig mit gewölbten Flächen zu thun hat, machen es wahrscheinlich, dass man nicht bei der Form der ersten Krystallindividuen angekommen ist, sondern immer noch Aggregate solcher vor sich hat. Damit ist keineswegs die Möglichkeit ausgeschlossen, dass diese Aggregate die Form der ersten Individuen repetiren und so mittelbar eine Kenntniss dieser gestatten.

Ueber die Natur der Lichterscheinungen im re-

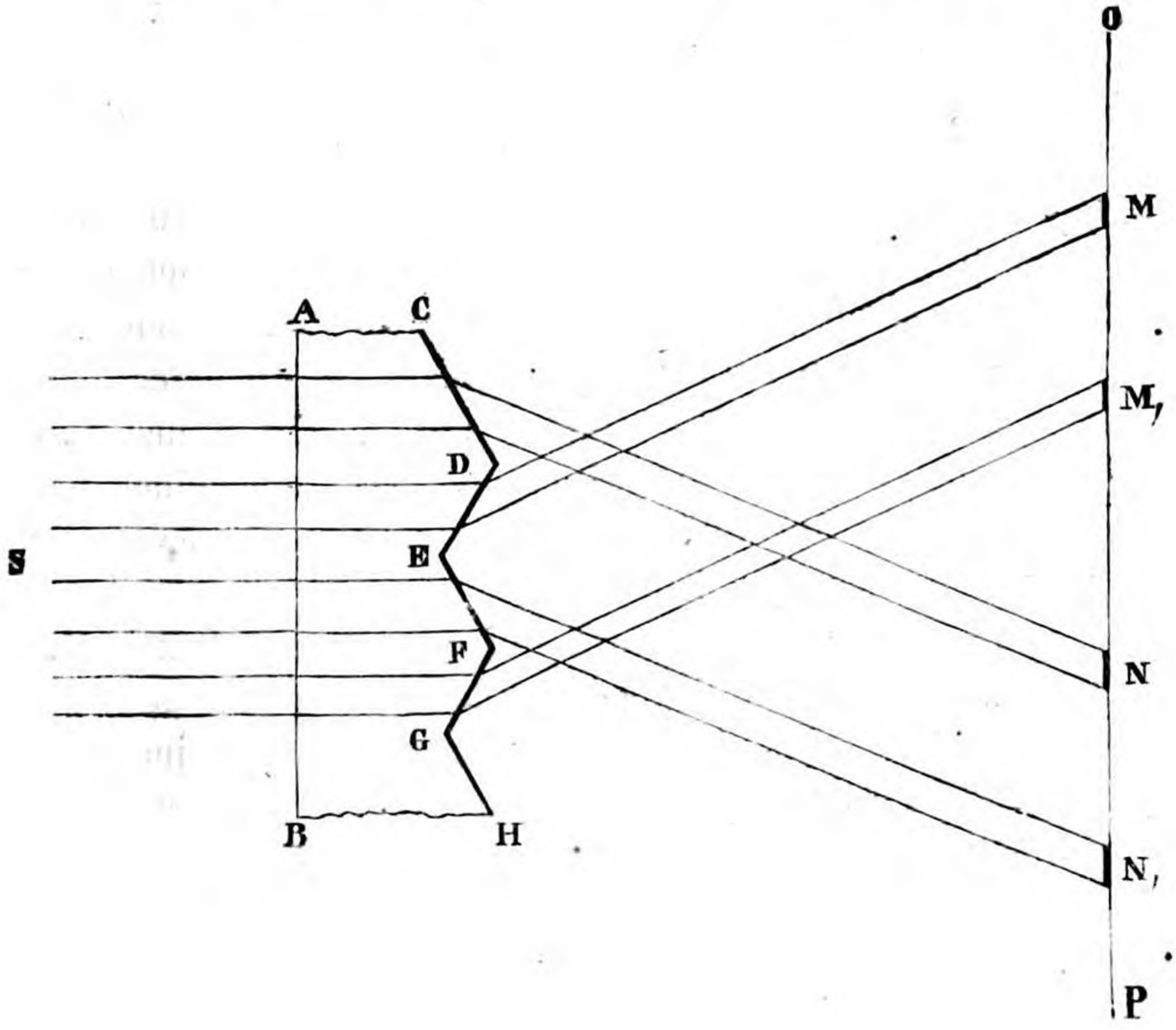
flectirten und durchfallenden Lichte auf Krystallflächen überhaupt existiren mehrere Ansichten. Nach der einen, welche Babinet zuerst aufstellte, waren die Lichtlinien eine Folge der Interferenz der Lichtstrahlen auf der von vielen feinen parallelen Furchen und Nischen durchzogenen Krystallfläche. Rechtwinklig auf jedem solchen System von parallelen Linien entsteht eine Reihe von kleinen Interferenzspectren rechts und links vom leuchtenden Mittel, die einander zum Theil berühren und dadurch als continuirliche Lichtlinien erscheinen. Nach einer zweiten Ansicht bestehen die Lichtlinien aus einem System sehr nahe liegender Spiegelbilder der Lichtflamme, erzeugt auf den Spaltungs- oder auch Zusammensetzungsflächen im Innern des Krystalls, endlich auch auf regelmässig eingelagerten fremdeu Krystallen. Volger machte zuerst darauf aufmerksam, dass man die Erscheinungen, welche aus der Aggregation faseriger Krystallindividuen (Faserquarz, Fasergyps) und aus deren Einschluss in anderen Krystallen (Katzenauge, manche Glimmer und Amphibole) hervorgehen, getrennt halten müsse, endlich auch jene, welche durch Spiegelung auf inneren Texturflächen entstehen. Wenn man aus den Erscheinungen Schlüsse auf die Aggregation und Texturverhältnisse der krystallisirten Körper ziehen will, ist eine solche Trennung allerdings nothwendig, allein im einzelnen Falle nicht immer ausführbar, da in vielen, ja gewiss in den meisten Fällen die Möglichkeit der gemeinsamen Wirkung mehrerer Ursachen nicht bestritten werden kann.

Es kann sich hier nicht darum handeln, die Vorzüge der einzelnen Anschauungen zu begründen oder zu bekämpfen, sondern ihre Anwendbarkeit für die Erklärung der Entstehung der Lichtfiguren auf geätzten Krystallflächen zu prüfen.

Es leuchtet ein, dass die Erscheinungen, welche durch Interferenz und Spiegelung entstehen, nur in geraden Linien, Kreisbögen oder Kreisen bestehen, welche durch einen Lichtmittelpunkt laufen (wie bei der Asterie der ungeätzten Rhomboederflächen des Calcits.)

Unter den brewster'schen Lichtfiguren finden wir jedoch eine grosse Anzahl mannigfaltiger, geschlossener Bilder, für deren Erklärung die Theorie der Gitter- oder Netz- und Spiegelungserscheinungen nicht ausreicht. Man muss sich deshalb für solche nach einer anderen Erklärung umsehen und diese glaube ich in der Brechung der durch die Krystallplatten gehenden Lichtstrahlen nachweisen zu können.

Wenn parallele Lichtstrahlen (s. die beistehende Figur) von S aus durch eine durchsichtige Krystallplatte



gehen, welche auf der einen Seite plan, auf der andern durch Systeme geneigter, paralleler Flächen begränzt ist, deren Durchschnitte die Linien CD, EF und DE, FG sind, so erleiden sie beim Austritt durch letztere eine Ablenkung von ihrer ersten Richtnng, welche um so grösser ist, je grösser das Brechungsverhältniss der Mittel und der Einfallswinkel der Strahlen auf den kleinen Flächen ist. Alle Strahlen, welche auf DE fallen, werden nach M gebrochen, die auf FG fallenden nach M, während die auf CD und EF fallenden nach N und N, gebrochen werden. Auf einer in OP befindlichen Fläche entstehen somit Reihen heller Stellen, welche in einer Linie in der Schnittebene liegen, deren Breite aber von der Breite der kleinen Flächen abhängt. Durch eine in geeigneter Lage an die Stelle der Wand OP gebrachte Linse werden die Strahlen so gesammelt, dass die hellen Streifen kleiner und die dazwischen liegenden dunklen Stellen grösser werden. Ein solcher biconvexer Apparat ist auch das Auge.

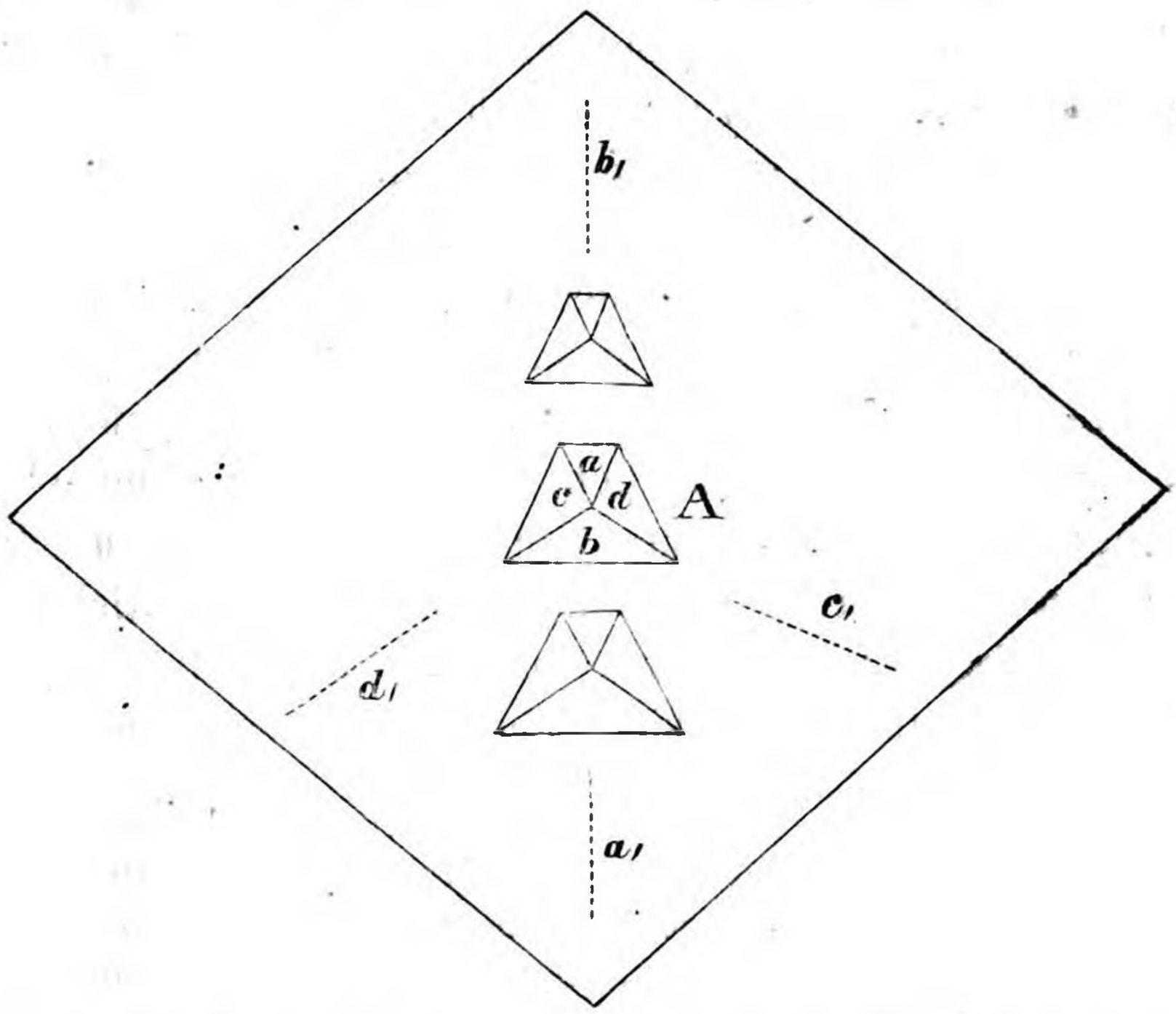
Nachdem nun auf einem kleinen Raume einer solchen Krystallplatte sehr viele solcher Flächen dicht neben einander liegen, rücken auch die hellen und dunklen Stellen bei MM, etc. so nahe an einander, dass sich die einzelnen Lichtbilder fast berühren und nun als helle Linie in der Richtung OP erscheinen, in welcher man die dunklen Stellen nur mit Mühe, oft gar nicht unterscheiden kann.

Es ist ersichtlich, dass von der grossen Anzahl der zwischen C und H liegenden Flächen nur ein gewisser Theil Bilder des leuchtenden Punktes auf einer begränzten Fläche OP, also auch in einem an deren Stelle befindlichen Auge erzeugen kann. Wie viel solcher Bilder zur Wahrnehmung gelangen, d. h. welche Ausdehnung die dadurch erzeugten Lichtlinien haben, hängt

von der Entfernung des Auges, von dem Brechungsverhältniss der Mittel und von der Neigung der kleinen Flächen ab. Bei einer gewissen Neigung derselben kann sogar totale Reflexion des eintretenden Lichtstrahles stattfinden und es kann also auch Flächen zwischen C und H geben, welche kein Lichtbild für das davor befindliche Auge veranlassen.

Durch eine zwischen CH befindliche AB parallele Fläche gelangt der Lichtstrahl ungebrochen in das Auge.

In der Anwendung auf einen gegebenen Fall stellt sich die ganze Erscheinung so, dass die kleinen Flächen a der in beistehender Figur schematisirten Vertiefungen



A eine Reihe von Lichtbildern etwa in der Lage und Richtung der Linie a, die Flächen b eine solche bei b_1, ähnliche die Flächen c und d bei c_1 und d_1 erzeugen (siehe Fig. 9 u. VI). — Bei weiterer Betrachtung des

Vorganges ergibt es sich, dass, wenn die Lichtstrahlen von der Seite der facettirten Fläche her durchgehen, dasselbe Bild, jedoch etwas kleiner erscheinen muss; dass eine solche Verkleinerung eintritt, wenn ein stärkerbrechendes Mittel als die Luft die Krystallplatte umgibt; dass endlich in einem Medium, welches das Licht stärker bricht als die Krystallplatte, eine Umkehrung des Bildes stattfinden muss. Alle diese Voraussetzungen findet man bei der Untersuchung in der That bestätigt. Indem ich geätzte Krystallplatten in der Luft, hierauf im Wasser und in Petroleum hinsichtlich ihrer Lichtfigur untersuchte, sah ich das Bild immer kleiner werden, ebenso, wenn die Platte so gestellt wurde, dass das Licht auf der geätzten Seite einfiel; die Veränderung in letzterem Falle wird jedoch nur bei aufmerksamer Vergleichung wahrzunehmen sein, da die Unterschiede in der Grösse nicht bedeutend sind.*)

Für parallel einfallendes Licht treten die Bilder zu schmalen Lichtlinien zusammen; stellt man jedoch die Beobachtung bei einer gewöhnlichen Kerzenflamme an, so fallen zwischen den parallelen Strahlen eine Menge Lichtstrahlen unter anderen Winkeln auf die Flächen und werden unter ein wenig anderen Richtungen gebrochen; die Folge ist, dass die entstehenden Lichtlinien viel breiter sind, und einen verschwommenen

---

*) Die Umkehrung der Lichtfigur in stärkerbrechenden Mitteln kann man sehr gut am Alaun beobachten. Die Octaederflächen dieses Salzes zeigen häufig einen dreistrahligen Stern, dessen Strahlen durch Lichtbrechung in den oscillatorischen Streifungen jener Flächen entstehen und nach den Octaederkanten zu gerichtet sind. Bringt man einen solchen Krystall unter Schwefelkohlenstoff, so sieht man, dass der beschriebene Stern nicht blos viel kleiner, sondern auch um 180° gedreht worden ist; die Strahlen sind nun nach den Octaederecken gerichtet.

Saum zeigen. Wenn sehr vielerlei Flächen von geringen Neigungen oder der ungeätzten Fläche parallele kleine Flächen häufig vorkommen, wird nicht blos ein Lichtcentrum in der Erscheinung, sondern auch eine gewisse Erhellung des ganzen Feldes der Lichtfigur auftreten. Entfernt man sich von dem Lichte mehr und mehr, so fallen die Strahlen immer mehr in einer Richtung auf, die sich der parallelen nähert; die Lichtlinien müssen dem zufolge immer schmäler werden, was der Versuch in der That bestätigt.

Grössere Schwierigkeiten bietet die Erklärung der verschiedenen krummen Linien, Kreisbögen, Kreise, Ellipsen u. s. f., welche den Brewster'schen Lichtfiguren einen so eigenthümlichen Charakter verleihen. Dass auch diese Phänomene durch Brechung der Lichtstrahlen entstehen, lässt sich durch die oben angegebenen Versuche wenigstens qualitativ nachweisen.

Ich will noch bemerken, dass die scheinbare Grösse der einzelnen Theile der Lichtfiguren bei geeigneter Methode ein Mittel an die Hand geben wird, die Neigungswinkel der kleinen Flächen ziemlich genau zu bestimmen. Die Gränzen dieser Untersuchung erlaubten mir jedoch nicht, die Versuche, welche ich hierüber anstellte, so zu vervollkommnen und auszudehnen, dass ich hinreichend genaue Resultate mittheilen konnte.

Rückt man mit dem Auge weiter von der Krystallplatte hinweg, so kann man natürlich nur einen kleinen Theil der Lichtfigur sehen; in grösserer Entfernung scheint das Licht über die ganze Platte gleichmässig verbreitet. Vermittelst einer Linse, die in geeigneter Entfernung zwischen dem Object und dem Auge aufgestellt wird, kann man ein verkleinertes Bild der Lichtfigur bei grösserer Entfernung des Auges anschaulich

machen und durch Anwendung eines stark divergirenden Lichtkegels von einer kräftigen Lichtquelle, wie man im Sonnenmikroskop besitzt, gelingt es leicht, die Erscheinungen objectiv zu machen.

Mit den Brechungserscheinungen zugleich treten gewiss auch Theile in den Brewster'schen Lichtfiguren auf, welche auf Spiegelung von inneren Texturflächen ebensowohl, als auf Interferenz der Lichtstrahlen bezogen werden können. Im einzelnen Falle wird es überhaupt schwer, die beiden letzten Erscheinungen mit Sicherheit zu trennen, da ihre Wirkungen so grosse Aehnlichkeit besitzen; bei beiden, so wie auch zum Theil bei Brechungserscheinungen kommen Lichtlinien rechtwinklig auf die Sectionslinien der kleinen Flächen mit der Ebene, in welcher die Vertiefungen liegen, zu Stande.

Wendet man die gewonnenen Anschauungen zur Kritik der oben beschriebenen Thatsachen an, so ergibt sich Folgendes: Die Flächen der einfachen, dreiflächigen Vertiefungsecken (Fig. 3) erzeugen durch Brechung der Lichtstrahlen einen dreistrahligen Stern ohne Verbindungslinien (Fig. II); letztere erscheinen meistens da, wo sich Abstumpfungen dieser Ecken (Fig. 8) oder einzelne in die Fläche eingelagerte Formen finden (Fig. 5). Ueber ihre Entstehung lässt sich mit Wahrscheinlichkeit nur so viel sagen, dass sie das Resultat der Strahlenbrechung an den Kanten, welche die Vertiefungsecken mit der Grundfläche oder der dieser parallelen Abstumpfungsfläche bilden, sein dürften. Dasselbe gilt von den Lichtbogen, welche nach der Aetzung mit concentrirter Salpetersäure die Radiationen verbinden (Fig. XIII, XIV.)

Bei der Vergleichung der Lichtfigur XIV mit den sie verursachenden Gestalten Fig. 17 zeigt es sich, dass der

einzelne, nach dem Scheiteleck gerichtete Strahl auf die Fläche a (die einzelne Fläche des einfachen Vertiefungseckes) zu beziehen ist, dessen Verlängerung nach der entgegengesetzten Seite wahrscheinlich der kleinen Fläche e, die nach den Randkanten zu laufenden zwei Strahlenpaare den Flächenpaaren cc und bb entsprechen, während die den Scheitelkanten zulaufenden Strahlen sich durch die Lichtbrechung in den Flächen dd erklären lassen; die Abstumpfungsfläche f lässt die senkrecht einfallenden Lichtstrahlen ungebrochen durchgehen und erzeugt damit den Lichtmittelpunkt der Erscheinung, welcher bei der Drehung der Krystallplatte um eine auf der Fläche senkrecht stehende Axe keinen Kreis beschreibt.

In manchen Fällen ist die Deutung der Erscheinung nicht so naheliegend, besonders hinsichtlich der krummlinigen Verbindungsstrahlen; es scheint mir jedoch, dass die meisten Theile der Lichtfiguren in ähnlicher Weise sich auf ihre Ursachen zurückführen lassen werden, namentlich, wenn man in exacten vergleichenden Messungen feste Anhaltspunkte gewonnen hat.

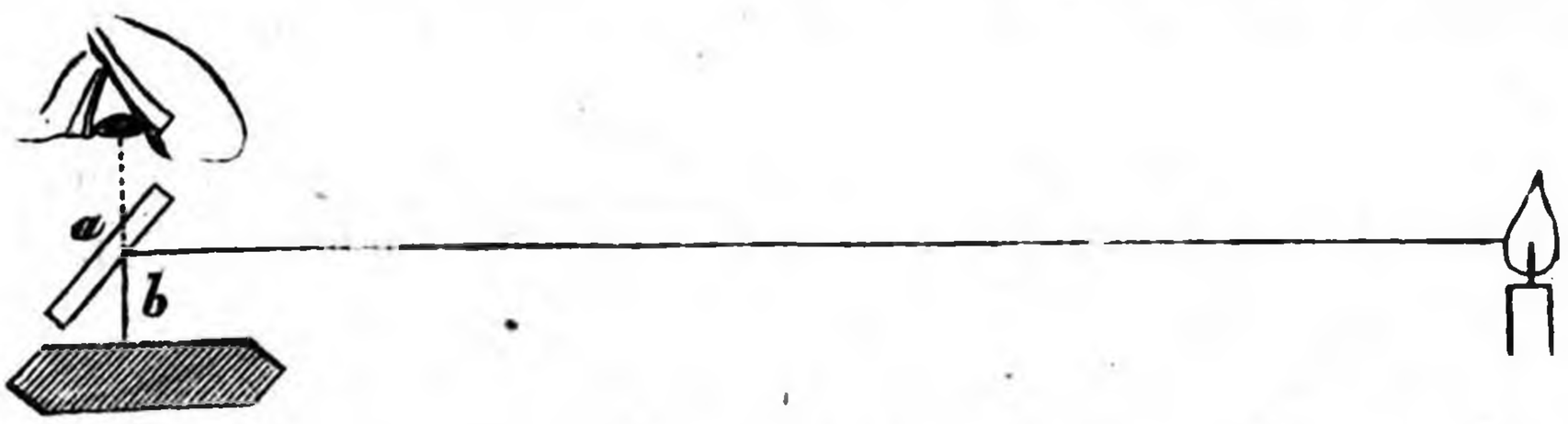
Die Bilder der Hausenblasenabdrücke erscheinen in entsprechender Stellung des Abdruckes in derselben Lage, jedoch viel kleiner, weil das Brechungsvermögen dieser Substanz ein viel geringeres ist, — ein weiterer Beleg für die Richtigkeit der entwickelten Ansichten.

Auf den einfachen Sätzen von der Reflexion des Lichts beruht die Erklärung der Lichtfiguren im reflectirten Lichte und ist in einzelnen Fällen mit derselben Ungezwungenheit durchzuführen, wie hinsichtlich jener im durchfallenden.

Es entspricht der Natur der Erscheinung vollkommen, wenn wir dabei finden, dass die Lichtfiguren

im reflectirten Lichte dem Auge grösser erscheinen, als im durchgehenden und dass eine geringe Veränderung in der Lage der Krystallplatte gegen die Richtung der Lichtstrahlen auffallendere Verschiebungen des Bildes zur Folge hat.

Für die Beobachtung im reflectirten Lichte ist es wünschenswerth, die Lichtstrahlen möglichst senkrecht auf die Krystallflächen einfallen zu lassen. Diess kann man vollkommen erreichen, wenn man über der horizontal gestellten Krystallfläche ein kleines, sorgfältig gereinigtes Glassplättchen a unter einem Winkel von 45° so aufstellt, dass es, wie in beistehender Figur



angedeutet ist, das Bild einer im gleichen Niveau befindlichen Flamme auf die Krystallfläche b wirft, von welcher aus das durch Reflexion entstandene Lichtbild ungehindert durch das Glas in das senkrecht darüber befindliche Auge des Beobachters gelangt.

b. Die Prismenflächen ∝ R.

Die Flächen ∝ R sind hinsichtlich ihres optischen Verhaltens als auf- oder abwärtsgehende charakterisirt, entsprechend der Anschauung über ihre krystallographische Entwicklung aus dem Grundrhomboeder. Dieser Unterschied macht sich in der Regel schon durch ihre äusserliche Beschaffenheit bemerklich*), indem auf den

*) S. Scharff „über die milchige Trübung“ etc. a. a. O.

Flächen schuppenähnliche, spitzwinklige Unebenheiten erscheinen, deren Spitzen bei den drei Flächen, welche der oberen Hälfte des Grundrhomboeders entsprechen, abwärts, auf den Flächen der unteren Hälfte aufwärts gerichtet sind, also conform der Randkanten eines Skalenoeders erster Stellung. (Fig. 19.)

Die Asterie solcher Flächen ist sehr undeutlich und verschwommen; ein Lichtschein, der rechtwinklig zur Hauptaxe steht, ist in den meisten Fällen noch bestimmbar. Aetzt man die Prismenflächen durch Säuren, gleichviel welche und von welchem Concentrationsgrad, so zeigen sich unter dem Mikroskop auf denselben kleine, spitzwinklige, gleichschenklige Dreiecke, welche wie die vorher beschriebenen Schuppen liegen (Fig. 20) und sich unter starker Vergrösserung (die Abbildung auf der Tafel ist nach der 800fachen Vergrösserung) in von drei Flächen gebildete Vertiefungen auflösen, von welchen zwei gleichartige am spitzen Winkel, die einzelne — mit Bezug auf die der Fläche entsprechende Rhomboederfläche — nach dem Scheiteleck des Grundrhomboeders zugekehrt liegt. (Fig. 21.) Die Flächen sind, wie aus den auswärts gebogenen Kanten zu entnehmen ist, mehr oder minder gewölbt, die vertiefte Ecke oft parallel ∞R abgestumpft. Die gleichartigen Flächen scheinen rauh, mit einer Andeutung von Streifung, während die einzelne stets vollkommen spiegelt. Messungen konnten bei der Kleinheit der Formen nicht ausgeführt werden.

Die Vertiefungen sind oft so dicht an einander gereiht, dass sie fortlaufende Furchen über die Krystalloberfläche bilden, welche vorzugsweise die Richtung der Randkanten eines Skalenoeders einhalten.

Die Lichtfigur, welche sich auf solchen Flächen

nach dem Aetzen zeigt, ist schon durch Herrn Professor v. Kobell a. a. O. beschrieben worden. Von dem leuchtenden Mittelpunct aus laufen nach den Prismenkanten zwei Lichtbogen, deren concave Seite, wenn man die Prismenflächen auf die Flächen des Grundrhomboeders bezieht, nach dem jedesmaligen Randeck desselben zugewendet ist; eine sich verjüngende Lichtlinie zieht sich vom Mittel in derselben Richtung parallel der Hauptaxe herab und ist jenseits des Mittelpunctes bisweilen noch in einer Andeutung fortgesetzt, welche jedoch häufiger fehlt. (Fig. XVII.) Durch zwei geätzte parallele Flächen erscheint, da das Bild auf der gegenüberliegenden natürlich in umgekehrter Lage sich zeigt, ein rechtwinkliges Kreuz, dessen horizontale Arme (wenn der Krystall nach der Hauptaxe vertical steht) büschelförmig auseinandergehen; die verticalen Arme sind bisweilen nur spurenweise vorhanden. Wenn man die durch Aetzung entstandenen Formen krystallographisch analysirt, charakterisiren sich die zwei gleichartigen Flächen als Flächen eines Skalenoeders; die einzelne gehört einem spitzeren Rhomboeder an, beide in erster Stellung.

Die Beziehung der Theile der Lichtfigur auf die Flächen der Aetzformen hat keine Schwierigkeit; die zwei gekrümmten Arme lassen sich auf die gewölbten, gleichartigen Skalenoederflächen, der in unserer Figur nach unten gehende Strahl auf die einzelne Rhomboederfläche zurückführen; für die Erklärung der Verlängerung desselben in entgegengesetzter Richtung gibt vielleicht die abgerundete Kante, welche die beiden gleichartigen Flächen mit einander bilden, einen Anhaltspunct, vielleicht auch die Streifungen der Skalenoederflächen. Ich habe die Lichtfigur meist nur im reflectirten Lichte oder im

Hausenblasenabzug beobachten können, da die säulenförmigen Calcite selten eine für die Untersuchung im durchfallenden Licht genügende Durchsichtigkeit besitzen, wenigstens die Exemplare nicht, welche mir zu Gebote standen. Die grossen Krystalle ∞ R. o R. von Andreasberg zeigen die Lichtfiguren im reflectirten Lichte meistens sehr deutlich.

c. Die Endfläche o R.

Die natürliche Fläche o R besitzt meist nur geringe Durchsichtigkeit, Perlmutterglanz und nur selten Spiegelglätte. Es kommen zwar ganz wasserhelle Krystalle der Form ∞ R. o R vor, allein über solche hatte ich nicht zu verfügen und musste zum Studium der Endflächen mich geschliffener Krystallplatten bedienen. — Auf den trüben Endflächen der grossen Krystalle von Andreasberg kann man mit der Lupe, oft schon mit freiem Auge, Dreiecke von gleichen Winkeln unterscheiden, welche über die Ebene der Fläche hervorragen und mit ihren Winkeln nach den Flächen des Grundrhomboeders gerichtet sind. (Fig. 22.)*) Die Seitenflächen dieser Erhabenheiten sind so klein, dass es unentschieden bleiben muss, ob sie als die Flächen eines trigonalen Prisma's oder des Rhomboeders — $^1/_2$ R anzusehen sind.

Die Asterie solcher Flächen im reflectirten Licht ist ein dreistrahliger Stern, dessen Strahlen rechtwinklig auf den Seiten der beschriebenen kleinen Dreiecke stehen. — Künstliche basische Flächen lassen sich in solcher Glätte und Vollkommenheit herstellen, dass selbst die stärkste Vergrösserung keine Unebenheiten mehr

*) Scharff „über die milchige Trübung" &c. Tafel VI, Fig. 23.

entdecken lässt. Nur bei Krystallaggregaten, welche als Hemitropieen angesehen werden müssen, finden sich feine Streifungen auf o R, parallel den makrodiagonalen Streifungen e i n e s rhomboedrischen Flächenpaares, welche durch die sorgfältigste Politur nicht zum Verschwinden gebracht werden können. Sie sind als die Durchschnitte sehr dünner Krystall-Lamellen zu betrachten, welche hinsichtlich ihrer Lage in dem Krystallaggregat dem erwähnten Zwillingsgesetze entsprechen.

Die Unterschiede solcher einfacher und hemitropischer Krystallplatten im polarisirten Lichte sind schon angegeben; eben solche finden sich in der Asterie derselben. Einfache Krystalle zeigen bei hoher Politur bisweilen gar keine, gewöhnlich aber eine Radiation, wie die in Fig. XVIII. abgebildete. Die Lichtlinien stehen rechtwinklig auf den Spaltungsrichtungen und enden in einem vollkommenen Spiegelbild auf der Rhomboederfläche.

Hemitropische Krystallplatten zeigen eine starke Lichtlinie parallel der erwähnten Streifung, welche sich in ihrem Verlaufe nach der makrodiagonal gestreiften Rhomboederfläche hin krümmt, conform den Armen des Kreuzes solcher Krystalle im Polarisationsapparat (Fig. 1); rechtwinklig auf dieser — wenigstens an den von mir untersuchten sechs Exemplaren — nie fehlenden Linie ist eine zweite, weniger deutliche zu bemerken; in vielen Fällen findet sich noch ein sechsstrahliger Stern, wie in V o l g e r beschrieben, nebst mehreren schwächeren Linien in verschiedenen Lagen. An den meisten Exemplaren konnte ich nur die erstgenannte Lichtlinie deutlich beobachten.

Die durch Aetzung auf den Flächen o R hervorgerufenen Formen sind dadurch charakterisirt, dass bei

fortgesetzter Einwirkung jeder Säure schliesslich ganz ähnliche Erscheinungen auftreten, nachdem sie zuerst sehr verschiedene, krystallographisch schwer zu erklärende Phasen durchlaufen haben. Zuerst zeigen sich gewöhnlich sphärische oder elliptische, concentrisch gestreifte Vertiefungen, deren tiefster Punct besonders markirt und in der Regel nicht in der Mitte der Form erscheint. (Fig. 22.)

Im weiteren Verlaufe lösen sich diese Formen zu Aggregaten von dreiflächigen Vertiefungsecken auf, deren Kanten den Flächen des Rhomboeders zulaufen. Schliesslich bilden sich aus diesen Aggregaten einfache dreiflächige Ecken, oder durch Theilung der Flächen skalenoederähnliche Gestalten, oft parallel o R abgestumpft, wodurch dreiseitige und ungleichwinklich sechsseitige Flächen sichtbar werden, häufig noch durch drei Flächen zugespitzt. Die Kanten sind in der Regel abgerundet.

Auf der Fläche einer optisch einfachen Krystallplatte erhielt ich durch eine nur kurze Zeit andauernde Einwirkung verdünnter Salpetersäure zuerst sehr viele kleine Vertiefungen der Form **a**, **b** und **c**, Fig. 24. Auf dieser Fläche erschien im durchfallenden Lichte die schöne Lichtfigur, Fig. XIX. Bei fortgesetzter Aetzung wurden die Formen noch schärfer und regelmässiger, die Lichtfigur hatte die sonderbare Gestalt von Fig. XX. Zunächst verschwanden nun, bei immer wiederholter Aetzung mit derselben Säure, die grösseren Formen b Fig. 24; die Formen a zeigten mehr und mehr Streifung (Fig. 24 e, f); die Lichtfigur hatte die in Fig. XXI abgebildete Form. Hierauf nahmen die meisten Formen die Gestalt von Fig. 24, g an, dazwischen traten sehr viele kleine Vertiefungen, deren Aussehen wie in Fig. 24 h war, auf; die Lichtfigur änderte sich in die Fig XXII dargestellte.

Nach neuer Aetzung erschienen die Vertiefungen grösser, rauh durch parallele Streifung (Fig. 24, i); an ihrem tiefsten Puncte war häufig eine dreiflächige Ecke deutlich ausgebildet. (Fig. 27.) Neben diesen bemerkte man viele kleine sechseckige Vertiefungen. (Fig. 24, k.) Die Lichtfigur war wie die vorhergehende, nur von etwas geringerer Deutlichkeit.

Die fortgesetzte Aetzung liess neben den vorher beschriebenen Formen, welche sich wenig geändert hatten, viele kleine, über die ganze Fläche vertheilte dreieckige Vertiefungen (Fig. 24, l) erscheinen, welche hinsichtlich ihrer Flächenbeschaffenheit selbst unter 1000facher Vergrösserung nicht genauer unterschieden werden konnten. Die Lichtfigur war wie Fig. XXIII.

Ich wendete, nachdem bei fortgesetzter Einwirkung derselben Säure die Formen und Lichtfigur, ohne sich zu ändern, nur undeutlicher geworden waren, zur Corrodirung derselben Fläche eine etwas stärkere Salpetersäure an und erhielt Vertiefungsformen von auffallend rundlichen Umrissen (Fig. 24, m) mit der eigenthümlichen Lichtfigur Fig. XXIV. Fortgesetzte Aetzung brachte keine wesentliche Aenderung hervor; als ich jedoch die Fläche in concentrirte Salpetersäure wenige Secunden lang eingetaucht hatte, zeigte die mikroskopische Untersuchung nur Formen wie Fig. 24, n mit der Lichtfigur Fig. XXV.

Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass durch fortgesetzte Einwirkung neue Aenderungen nicht eintraten, versuchte ich die Wirkung concentrirter Salzsäure auf dieselbe Fläche kennen zu lernen; nach wenigen Secunden waren durch den Einfluss derselben alle Kanten und Ecken abgerundet und alle Flächen gewölbt, das Lichtbild ganz undeutlich; fortgesetzte Aetzung

ergab nur eine unregelmässig gewellte Fläche ohne Bild. Durch die Anwendung stark verdünnter Salzsäure entstanden jedoch sofort auf der ganzen Fläche sehr viele kleine Dreiecke mit auswärts gebogenen Seiten, oft mehrere concentrisch in einander (Fig. 24, o) und die Lichtfigur hatte die schöne Form wie Fig. XXVI. Fortgesetzte Aetzung vergrösserte die Vertiefungen zum Theil, zum Theil rief sie Formen hervor, welche am Besten mit dem Scheiteleck eines stumpfen Skalenoeders verglichen werden. (Fig. 24, p.) Die Lichtfigur blieb dieselbe, nur etwas grösser und lichtschwächer. Jedesmal erhielt ich mit stark verdünnter Salzsäure auf schon geätzten und frisch polirten Flächen ähnliche Formen und Lichtbilder.

Eine andere Krystallplatte wurde der Behandlung mit concentrirter Salzsäure unterworfen. Es zeigten sich nach kurzer Einwirkung auf der Fläche eine grosse Anzahl dicht neben einander liegender rundlicher Vertiefungen mit excentrischem tiefsten Punct, concentrisch gestreift, daneben viele von glatten Flächen gebildete dreiflächige Vertiefungen mit abgerundeten Kanten und Streifungen parallel der Basis. (Fig. 27.) Das Lichtbild bestand in einem Lichtkreis, innerhalb welches das Bild der Flamme excentrisch stand; drei Strahlen liefen vom Umfange des Kreises nach den Scheitelkanten des Rhomboeders, also normal auf den Flächen der Vertiefungsdreiecke. (Fig. XXX.)

Eine andere Krystallplatte, welche nach der Aetzung mit halbverdünnter Salzsäure sehr viele Aggregate von solchen Vertiefungsdreiecken zeigte (Fig. 26), gab ein Lichtbild, wie Fig. XXXI, bei fortgesetzter Aetzung Formen wie Fig. 27, mit der Lichtfigur XXXII; eine andere neu polirte, mit concentrirter Salpetersäure, die

in Fig. 28 abgebildeten seltsamen Vertiefungsgestalten mit dem Lichtbild Fig. XXVII. Hemitropische Krystallaggregate zeigten nach geringer Aetzung zuerst gewöhnlich die sonderbaren Formen, welche in Fig. 23 dargestellt sind, die wir jedoch auch bei optisch einfachen Krystallplatten gefunden haben (Fig. 24, a, c, f, m), an welchen bei der sorgfältigsten Untersuchung scharfbegränzte Flächen nicht entdeckt werden konnten, welche jedoch im Habitus den grösseren Gestalten in Fig. 28 ähnlich waren. Die Durchschnittslinien der Zwillingsebenen ziehen sich nach der Aetzung als wenig gebogene, mit scharfen Kanten versehene Furchen über die Krystallfläche, aus drei Flächen bestehend, von welchen zwei etwas gegeneinander geneigt sind, die dritte parallel der bas. Fläche zu liegen scheint. Diese Formen erzeugten die Lichtfigur Fig. XXIX. Nach fortgesetzter Aetzung gelangte man durch ähnliche Uebergangsformen, wie solche bei einfachen Calciten beschrieben sind, stets zu Gestalten, wie die in Fig. 25 abgebildeten mit der Lichtfigur XXXIII und XXVIII. Die durch die Zwillingsbildung veranlassten Furchen fehlten niemals bei optischen Hemitropien, waren jedoch bei einfachen Krystallen nicht aufzufinden. Sie werden von Säuren nur auf die erwähnte gleichförmige Weise angegriffen und gehören gewiss Krystall-Lamellen an, welche zwischen den anderen normal gelagerten sich befinden, in welchen jedoch durch die andere Lage andere Theile der ersten Individuen dem Angriff der Säure entgegenstehen.

Wenn gegenüber den Erscheinungen auf den Rhomboeder- und Prismenflächen an eine krystallographische Erklärung der auftretenden Flächen wenigstens im Sinne der vorhandenen Symmetralrichtungen gedacht werden

konnte, so stehen wir bei den nun beschriebenen Formen und Lichtfiguren zum Theil vor Thatsachen, welche sich mit unsern bisherigen Anschauungen über Symmetrie schlechterdings nicht zu vertragen scheinen. Einzelne der beschriebenen Gestalten, wie z. B. die excentrischen, sphärischen Vertiefungen (Fig. 27), die einseitig verzerrten Rhomboederscheitel (Fig. 26), Formen wie in Fig. 22, lassen sich wohl in ihrer Entstehung erklären, wenn man an eine ungenaue Lage der künstlich hergestellten Krystallfläche, an einen durch Gasentbindung veranlassten einseitigen Angriff der Lösungsmittel denkt. Allein die Erscheinungen, die bei Hemitropieen vorzugsweise beobachtet, jedoch auch bei einfachen Krystallen gefunden werden, wie die in Fig. 23, 24, a, c, f, m dargestellten Vertiefungsgestalten, sowie die Formen der Fig. 28, scheinen, ehe man an ihre Entwicklung gehen kann, noch zahlreichere Experimente, als mir vorzunehmen erlaubt war oder neue Erfahrungen über Krystallaggregation vorauszusetzen, wenn man nicht auf den unsicheren Boden neuer Hypothesen sich stellen mag. Selbst die in vielen Fällen unbestreitbar richtigen Ansichten Volgers über die Aggregation des Calcit's gaben mir keinen Anhaltspunct, von welchem aus man Herr über diese merkwürdigen Thatsachen zu werden vermöchte.

Auch die Lichtfiguren, die scheinbar ganz einfachen und gesetzmässigen Formen ihre Entstehung verdanken, zeigen oft Theile, deren nähere Begründung fehlt. Schon Brewster beschrieb solche Lichtfiguren, welche die Endfläche in zwei symmetrische Hälften theilten, anstatt, wie das Gesetz verlangt, in drei Theile; auf den beiliegenden Tafeln sind die treuen Nachbildungen von einer grossen Anzahl dergleichen Phänomene auf ein-

fachen Krystallplatten unter Fig. XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI und XXVIII gegeben — lauter Probleme, an welchen wir den vorhandenen Apparat der Wissenschaft vergebens mühen.

Bei der krystallographischen Entwicklung der einfachen Formen findet es sich, dass die am häufigsten auftretenden Flächen Rhomboedern und Skalenoedern in erster Stellung angehören; wir haben gesehen, dass es ähnliche Formen sind, zu welchen die Aetzung der Rhomboeder- und Prismenflächen führt. Es finden sich wohl auch, obgleich viel seltener, Flächen, welche man einem negativen Rhomboeder zuerkennen könnte (Fig. 24 n); allein der Mangel genauer Messungen der Scheitelkantenwinkel solcher Formen muss uns abhalten, darüber endgültig zu entscheiden.

Dass die meisten Erscheinungen in den Lichtfiguren der Strahlenbrechung zugeschrieben werden müssen, kann kaum bezweifelt werden; die Untersuchung in stärker brechenden Flüssigkeiten gibt den besten Nachweis darüber.

d. Die Flächen des Rhomboeders $-{}^1/_2$ R.

Die Flächen des stumpferen Rhomboeders zweiter Stellung kommen an natürlichen Krystallen wohl spiegelnd, allein selten vollkommen glatt vor. Gewöhnlich zeigen sie eine Streifung nach den Combinationskanten mit dem ersten Rhomboeder; eine Varietät aus dem Münsterthale liess unter dem Mikroskop viele vorzugsweise in dieser Richtung laufende Ränder von übereinanderliegenden Krystallschalen erkennen (Fig. 29). Die Asterie solcher Flächen bestand in einer Lichtlinie in der Richtung der längeren Diagonale des Rhombus.

Durch Aetzung mit Säuren entstanden auf der Oberfläche solcher Flächen schuppenähnliche sehr kleine längliche Vertiefungen (Fig. 30), deren Flächenanordnung selbst unter sehr starker Vergrösserung*) nicht genau unterschieden werden konnte (Fig. 31). Die Vertiefungen lagen mit ihrer Längenrichtung parallel den Combinationskanten mit dem ersten Rhomboeder und waren an einzelnen Stellen in der Richtung der langen Diagonale so dicht neben einander gelagert, dass sie Furchen über die Oberfläche hin bildeten.

Im reflectirten Lichte und Hausenblasenabdruck zeigten die Flächen dieses Rhomboeders nach der Aetzung ein rechtwinkliges Lichtkreuz, oft auch nur eine Linie in der langen Diagonale; von der Zweiten rechtwinklig darauf stehenden nur Spuren.

Künstlich hergestellte Flächen der Art besass ich leider zu wenig, um ausgiebige Versuche anzustellen. Allein die wenigen, welche ich vorzunehmen hatte, überraschten mich durch die Eigenthümlichkeit der Resultate.

Die durch Schleifung hergestellten Flächen $-{}^1/_2$R. zeigten sich bei starker Vergrösserung noch vollkommen spiegelglatt. Bei allen war im durchfallenden Lichte eine Lichtlinie nach der Makrodiagonale, bei manchen zugleich eine darauf rechtwinklige wahrzunehmen. Diese wurden nach der Aetzung der Flächen mit starken und schwachen Säuren aller Art trübe und verschwommen, oft nur einen Lichtschein in der Richtung der Makrodiagonale zurücklassend. Die Flächen selbst erwiesen sich nach der Aetzung wohl angegriffen, allein trotz mannigfaltiger Abänderung der Säure, des Aetzverfahrens und der Vergrösserung gelang es mir doch in keinem

*) 800fach.

einzigen Falle, regelmässige Formen auf der geätzten Fläche zu entdecken. Stets waren nur unregelmässig wellenförmige und rundliche Auswaschungen zu finden, welche gleichmässig über die ganze Oberfläche vertheilt waren. Bei einer Hemitropie zeigten sich wohl noch einzelne tiefere Furchen, welche parallel den Combinationskanten mit dem ersten Rhomboeder in der Fläche lagen, allein auch diese besassen nur undeutliche Begränzungselemente und entsprachen nur Spaltungsrissen, welche durch die Säure erweitert waren — kurz, die künstlich hergestellte Fläche $-^1/_2$ R. verhielt sich der Einwirkung von Lösungsmitteln gegenüber wie die Fläche eines amorphen Körpers.

Ich kann mir gegenüber der geringen Anzahl von Versuchen ein entscheidendes Urtheil über diese Thatsache nicht erlauben, welche um so mehr zum Nachdenken auffordert, als sie eine wesentliche Verschiedenheit der künstlichen und natürlichen $-^1/_2$ R-Flächen darzuthun scheint. Welches die Lage der kleinsten Individuen in einer solchen Fläche sei, dass die trennende Kraft nach allen Richtungen gleichen Widerstand finde — ob wir hier und auf welche Art Flächen der Molekule wir kommen, das zu entscheiden reichen die gesammelten Erfahrungen nicht aus. Ich hoffe, dass es mir gelingen werde, das nöthige Material zur Fortsetzung der Untersuchung speciell in dieser Richtung, aber auch überhaupt hinsichtlich anderer Krystalle der formenreichen Reihe des Calcit's zu gewinnen, um alle Thatsachen dieser Art zu erschöpfen, welche uns zur richtigen Anschauung über die Aggregation seiner Krystalle den Weg bahnen könnten.

Bei der Verwandtschaft dieses Minerals in krystallographischer Beziehung mit dem Dolomit schien es mir wünschenswerth, das Verhalten des letzteren bei ähnlichem Verfahren kennen zu lernen. Ich ätzte einige Spaltungsrhomboeder von wasserhellem Dolomit (aus dem Zillerthale), indem ich sie wenige Minuten den Wirkungen kochender Säuren aussetzte. Die Resultate waren so unerwartet, dass ich mir es nicht versagen kann, sie in Kürze hier mitzutheilen. Es entstanden auf den Flächen eines mit verdünnter (etwa 1 Vol. Wasser auf 1 Vol.) Sapetersäure behandelten Spaltungsstückes parallel gelagerte Vertiefungen, welche von vier Flächen ganz ungleicher Art begränzt sind; der unsymmetrische Bau derselben ist am besten aus Fig. 32 ersichtlich. Diese Formen waren auf derselben Fläche parthieenweise rechts und links geneigt, manchmal auch in Reihen in der Richtung der Makrodiagonale und Seiten aneinandergedrängt.

Ein anderesmal erhielt ich bei etwas längerer Dauer der Einwirkung die in Fig. 35 abgebildeten Vertiefungsformen, welche eine gewisse Aehnlichkeit in der Anordnung der Flächen zu zeigen scheinen.

Die Scheitelkanten der Spaltungsrhomboeder zeigen sich durch eine dieser Flächen in enger Aneinanderreihung solcher Formen charakteristisch zugeschärft, eine Beobachtung, welche schon Hr. Prof. v. Kobell machte.

Mit Salzsäure von derselben Stärke entstanden Vertiefungsgestalten, welche von drei verschiedenen Flächen begränzt waren (Fig. 34). Die Lichtfiguren solcher Flächen, welche man beobachten konnte, nachdem die geätzten Stücke noch einmal gespalten waren, so dass man es mit nur auf einer Seite corrodirten Krystallplatten zu thun hatte, bestanden aus unsymmetrischen

dreistrahligen Sternen, oft von einigen undeutlichen Radiationen anderer Lage begleitet (Fig. XXXIV).

Es sei mir gestattet, zum Schluss noch einiger vergleichender Beobachtungen an Alaunkrystallen, am Steinsalz und Kaliumeisencyanür zu gedenken.

Die Octaederflächen des Alaun zeigen nach der Aetzung mit Wasser (für welche die von Prof. v. Kobell beschriebene Methode zu empfehlen ist) dreistrahlige Sterne, deren Strahlen nach den Ecken des Octaeders gerichtet sind. Die mikroskopische Untersuchung — oft schon die einfache Lupe — lässt als Ursache derselben dreiflächige, gleichkantige Vertiefungen. (mO?) erkennen, welche häufig parallel O abgestumpft waren. Aehnliche Formen entstanden durch Salzsäure und Schwefelsäure. Aetzversuche mit Spaltungsstücken von wasserhellem Steinsalz gaben bei aller Sorgfalt keine deutlichen Formen, jedoch stets einen vierstrahligen, den Spaltungsrichtungen entsprechenden Stern.

Das quadratisch krystallisirende Kaliumeisencyanür wurde von Prof. v. Kobell schon früher als optisch zweiaxig erkannt und die Untersuchung an vielen kleinen Krystallen im Nörremberg'schen Polarisationsmikroskop zeigten mir stets die Lemniskaten optisch zweiaxiger Krystalle. Aetzt man die basische Fläche solcher Krystalle mit Wasser sehr vorsichtig, so kommen diagonalstehende, treppenartig vertiefte vierflächige Formen zum Vorschein. Das Auffallende an diesen Gestalten ist die Thatsache, dass die Basis derselben in den meisten Fällen einen rhomboidalen Charakter zeigt (Fig. 33).

Im durchfallenden Lichte erscheint auf solchen Flächen ein vierstrahliger Stern, dessen Strahlen sich nicht unter einem rechten Winkel zu schneiden scheinen.

Grailich schrieb die Zweiaxigkeit dieses Salzes inneren Spannungszuständen zu; die Resultate der Aetzung unterstützen jedoch die Vermuthung, dass die Krystalle dieses Salzes vielleicht einem optisch zweiaxigen Systeme angehören dürften; jedenfalls aber liegt darin eine Aufforderung zu erneuten krystallometrischen Bestimmungen.

Fassen wir die Resultate der vorliegenden Untersuchung kurz zusammen, so gelangen wir zu folgenden Sätzen:

1) Die durch Einwirkung lösender Flüssigkeiten auf natürlichen oder künstlichen Flächen der Krystalle entstehenden Vertiefungen entsprechen Krystallformen der Krystallreihe des geätzten Körpers; sie sind nicht als die Formen der ersten Individuen anzusehen, sondern vielmehr als Aggregate solcher, können jedoch die Gestalt jener wiederholen.

2) Die durch die Aetzung hervorgebrachten Gestalten am Calcit zeigen fast ausschliesslich rhomboedrische und skalenoedrische Formen erster Stellung.

3) Durch die mittelst Aetzung hervortretenden Formen sowohl als durch das Verhalten im polarisirten Lichte und die Asterie geätzter und ungeätzter Flächen unterscheiden sich einfache und hemitropisch gebildete Calcite.

4) die Ursachen der Asterieen im durchfallenden Lichte sind dreierlei Art:

1) Interferenzerscheinungen;
2) Reflexion von inneren Texturflächen;
3) Brechung der Lichtstrahlen in den Flächen der kleinen Vertiefungsgestalten und Streifungen.

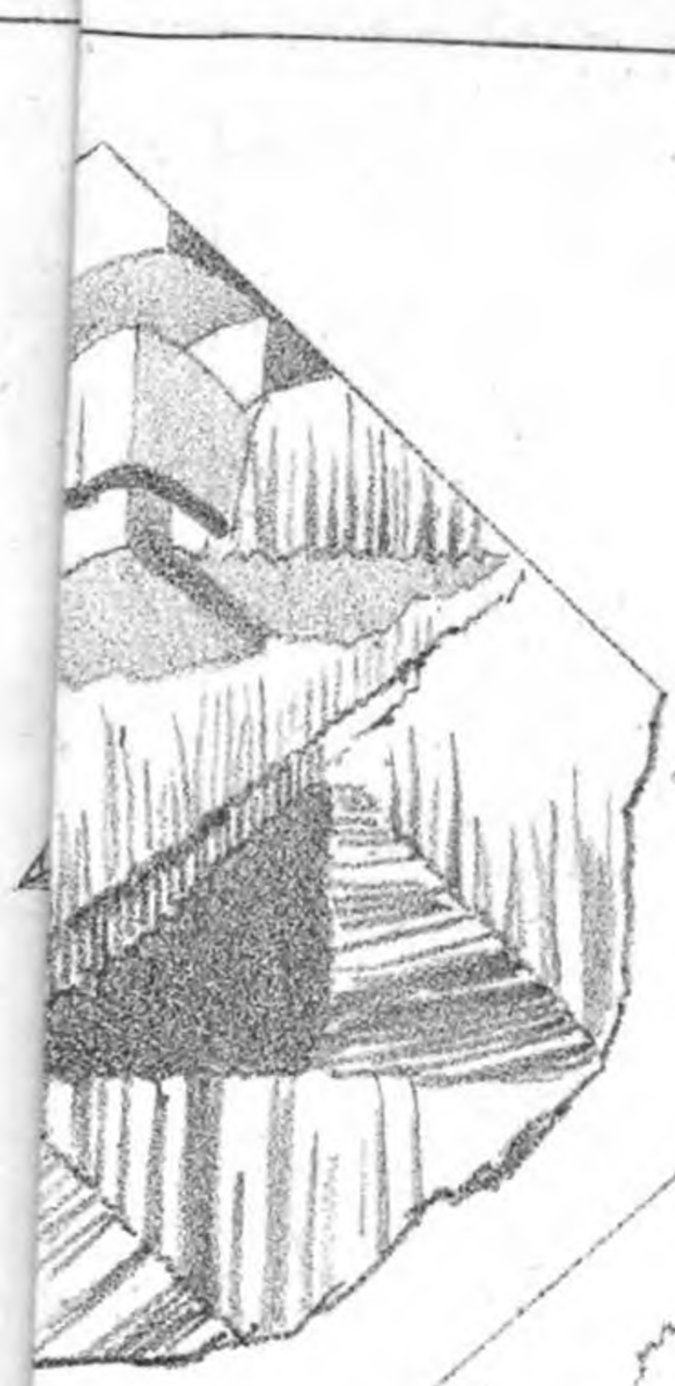
5) Für die Brewster'schen Lichtfiguren ist die leztere Ursache die vorwiegende und wahrscheinlich auch für die meisten ähnlichen Erscheinungen an natürlichen Krystallen.

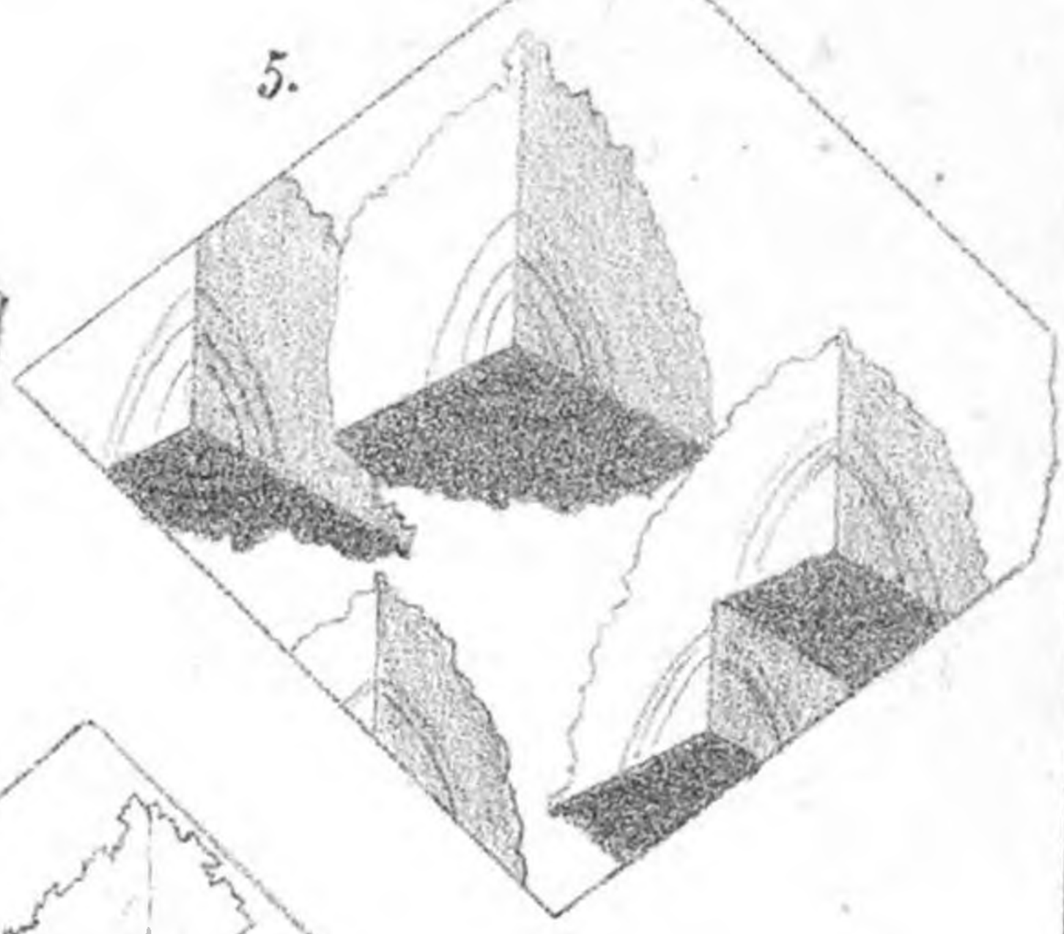
Volger nennt in seiner Abhandlung über den Asterismus die Verwerthung dieser Eigenschaft der krystallisirten Körper ein Secirmesser zur Anatomie der Krystalle — und gewiss nicht mit Unrecht. Es sind zwar bis jetzt nur die ersten, fast noch unmethodischen Schritte in dieser Richtung geschehen, und diese mag man, sowie auch den in vorliegender Abhandlung versuchten, immer bescheiden nennen gegenüber dem weiten Felde, welches dem Blick der Forschung hier sich öffnete. Allein die werthvollen Arbeiten der genannten Mineralogen auf diesem Gebiete, welches vergleichsweise eine *Physiologie der Krystalle* genannt werden könnte, sind eine ernste Aufforderung zur Nachfolge, durch welche gewiss nicht blos der mineralogischen und krystallographischen Terminologie neue, schätzbare Charaktere zugeführt, sondern auch im Bereich der Molecularphysik Erfolge von Bedeutung errungen werden können.

Anmerkung zu den Tafeln.

Die Rhomboederflächen sind so gezeichnet, dass das Scheiteleck sich oben befindet; die basische Fläche ist dreiseitig durch die Combinationskanten mit den primitiven Rhomboederflächen begränzt dargestellt; bei Hemitropieen wurde die Lage der Streifungen angegeben.

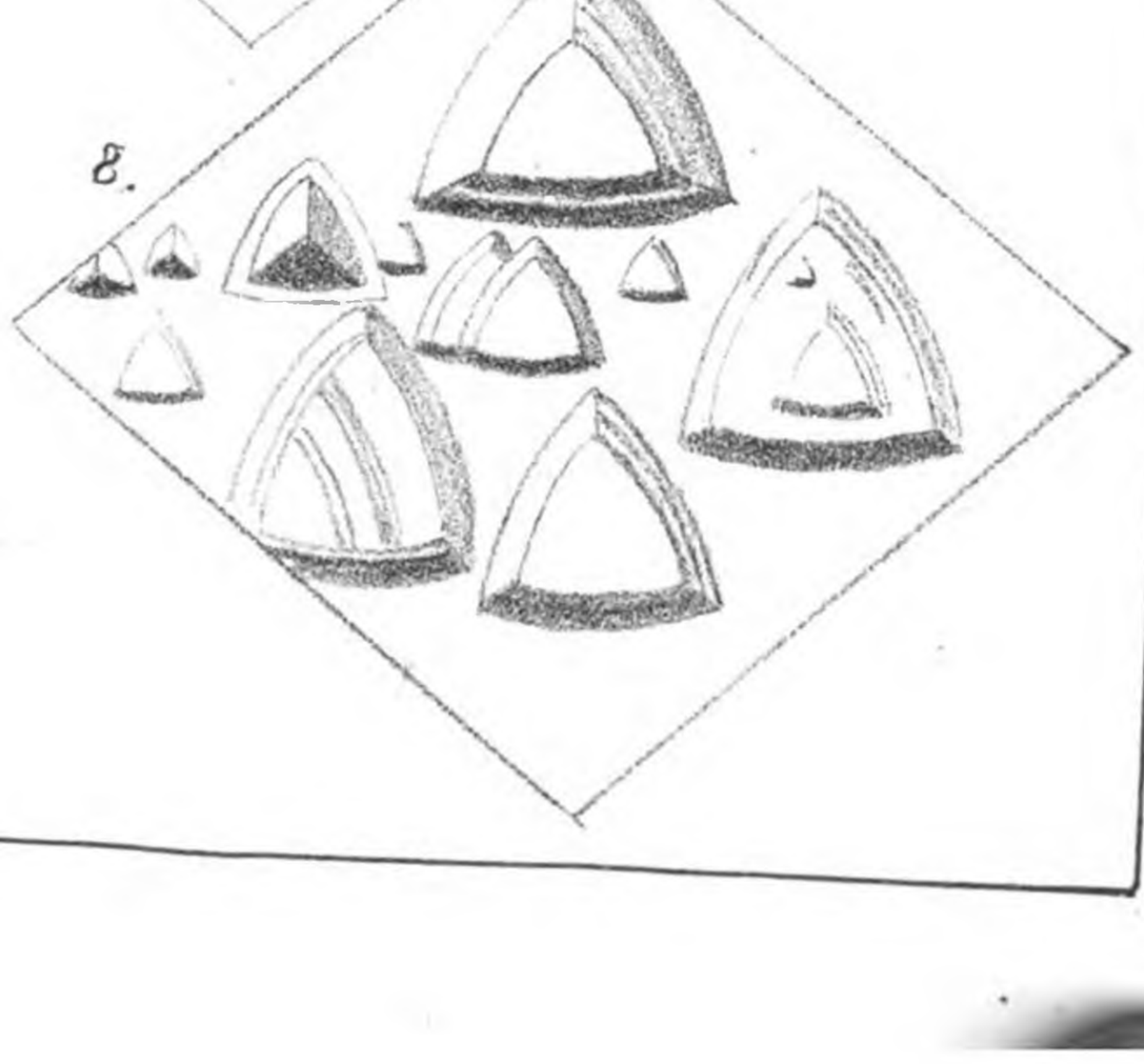
10265755





5.

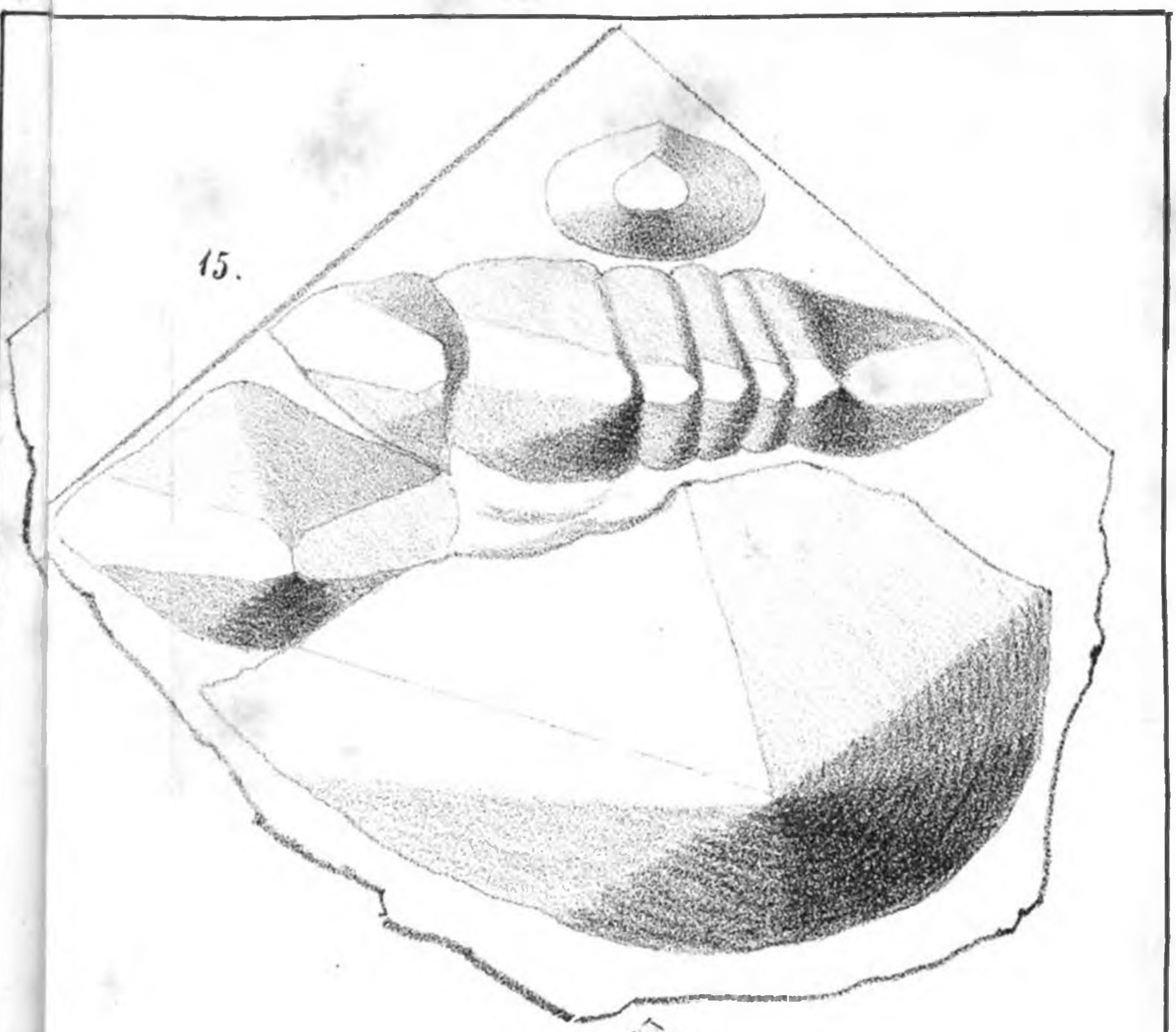
7.



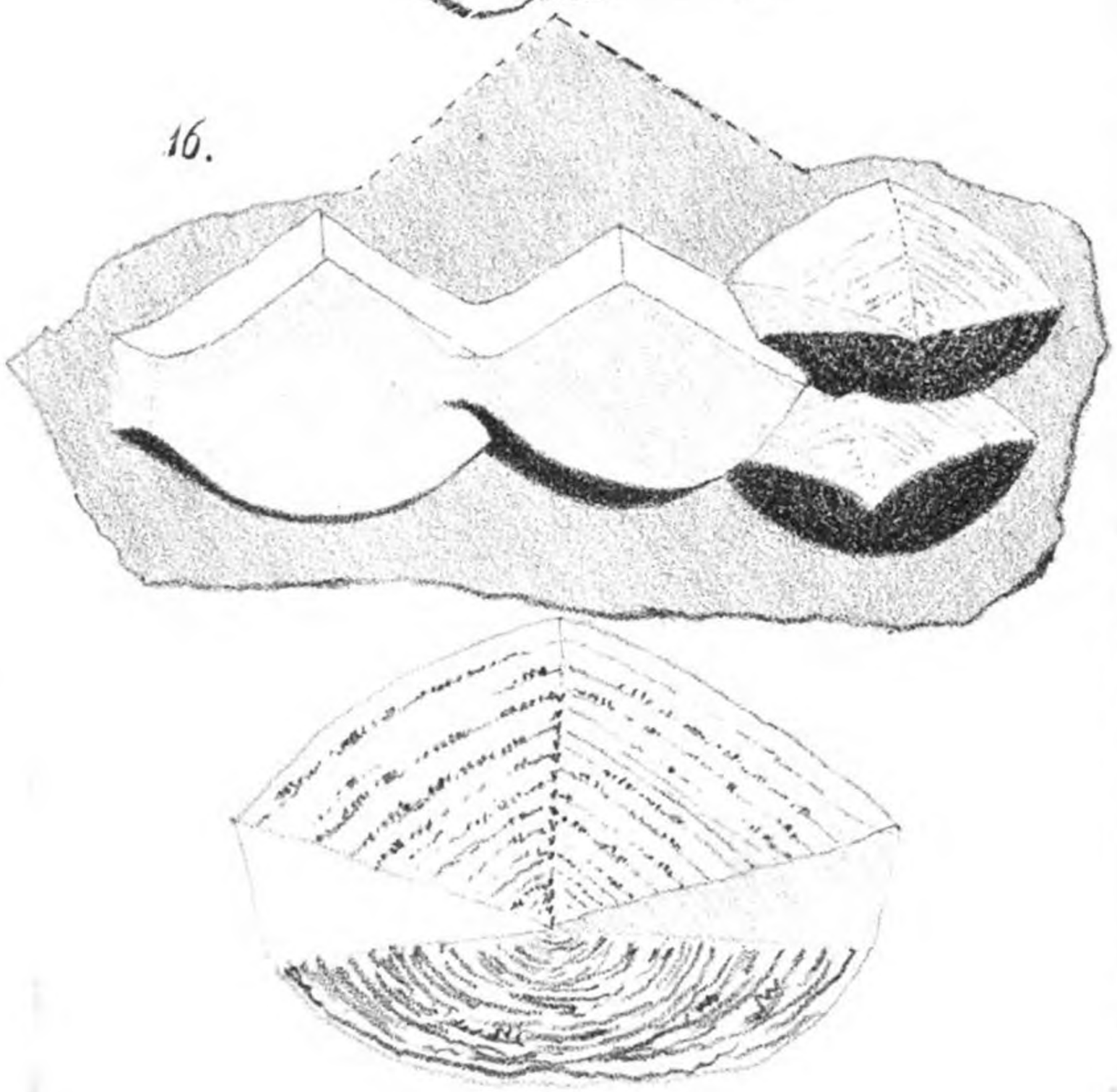
8.

T6263733

15.

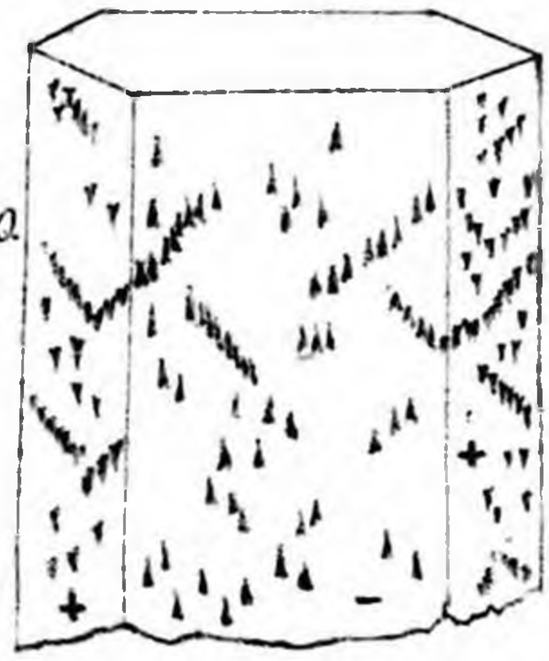


16.

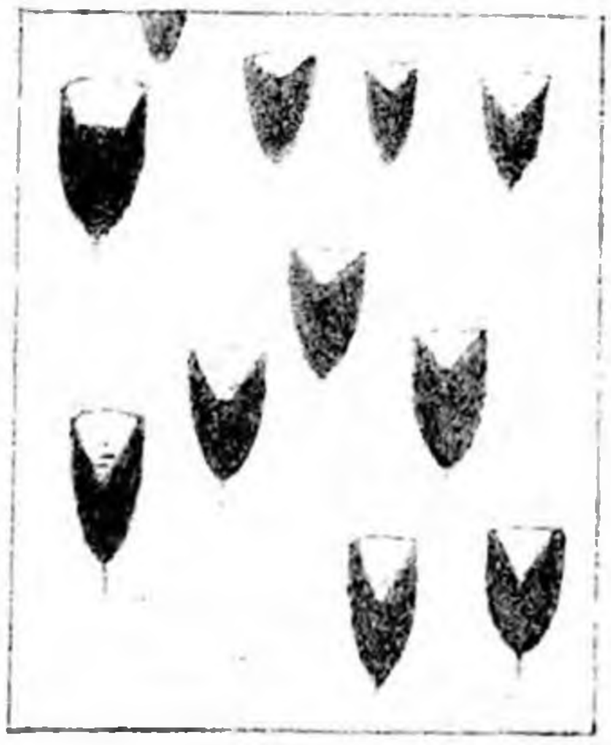


T6263733

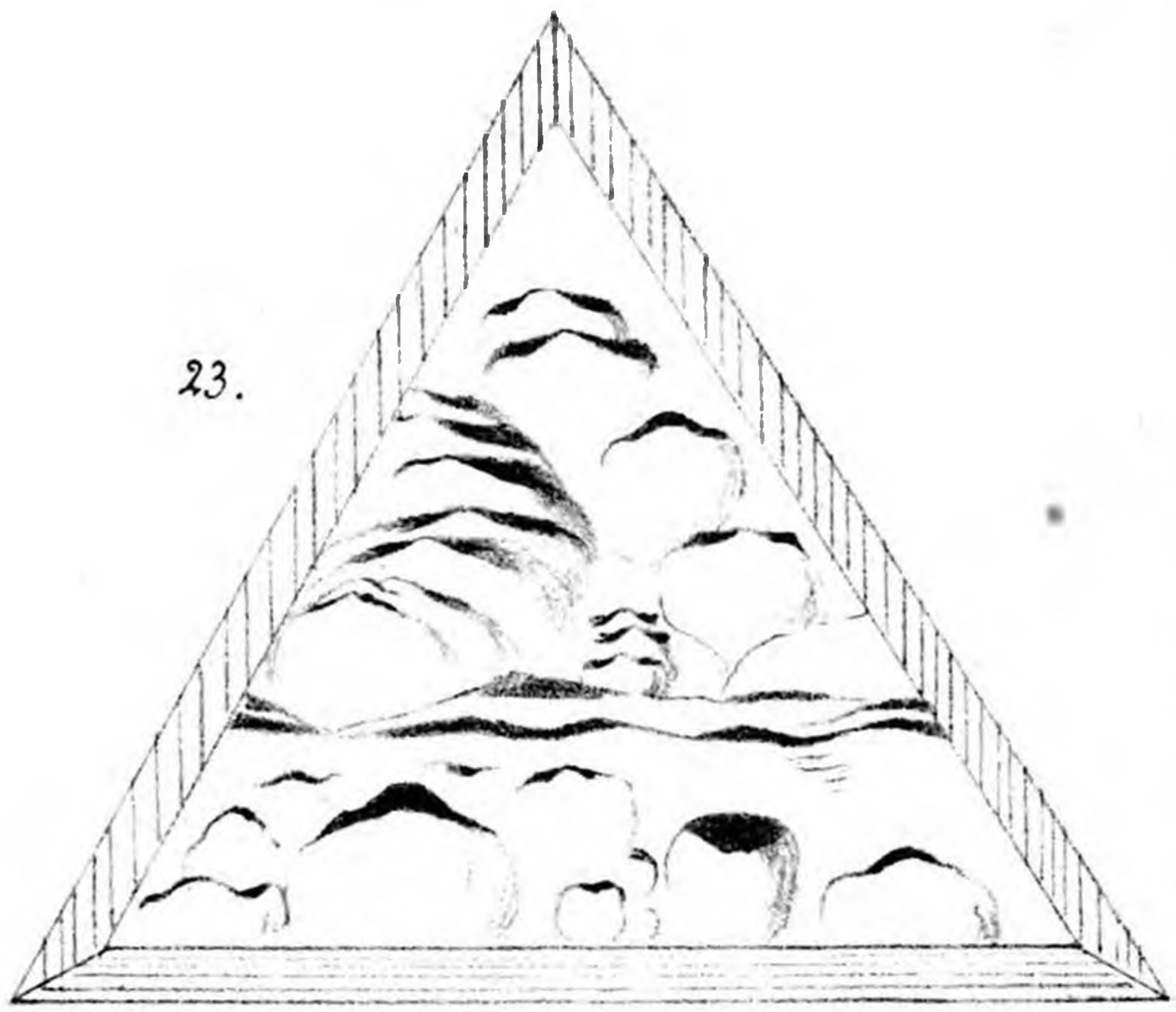
20.



21.



23.

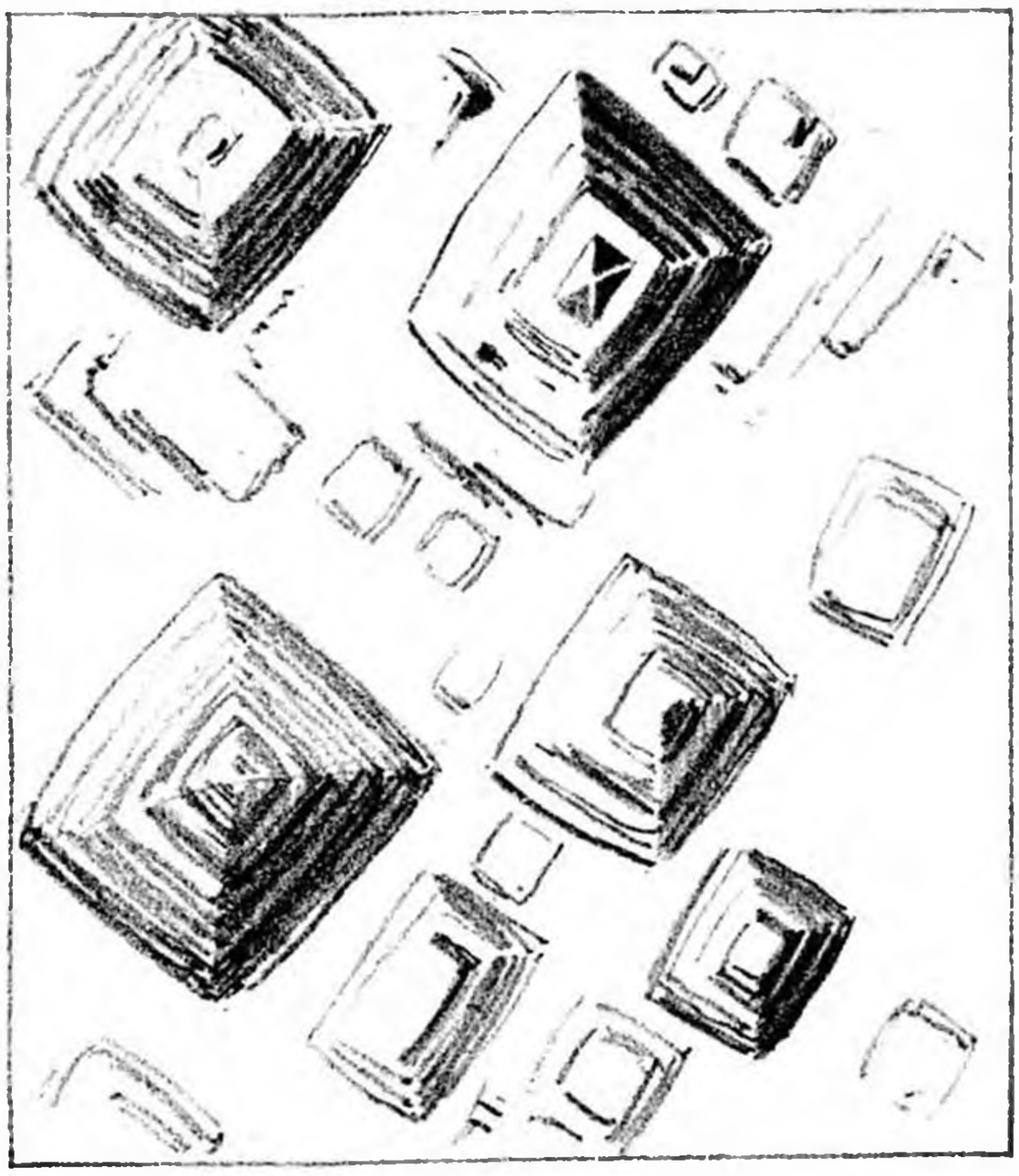


f.

e.

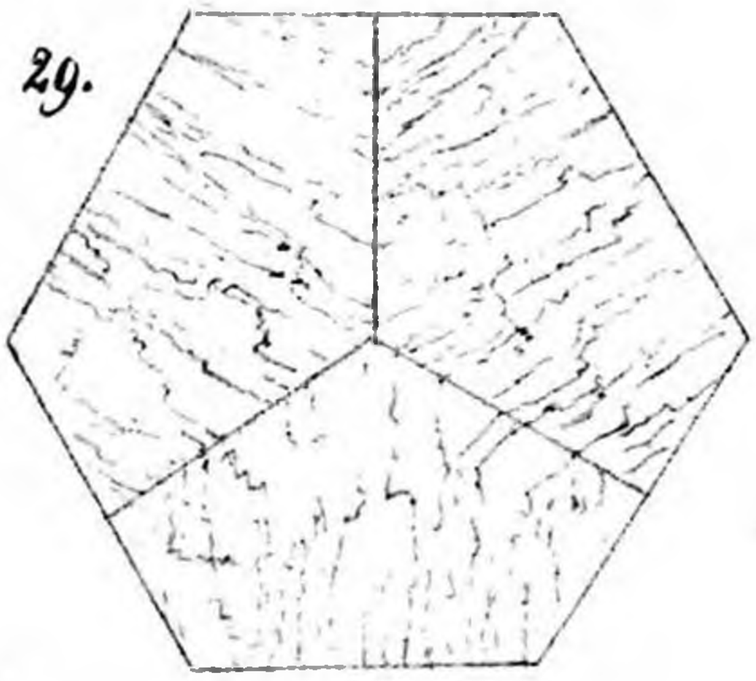
T6263733

10265755

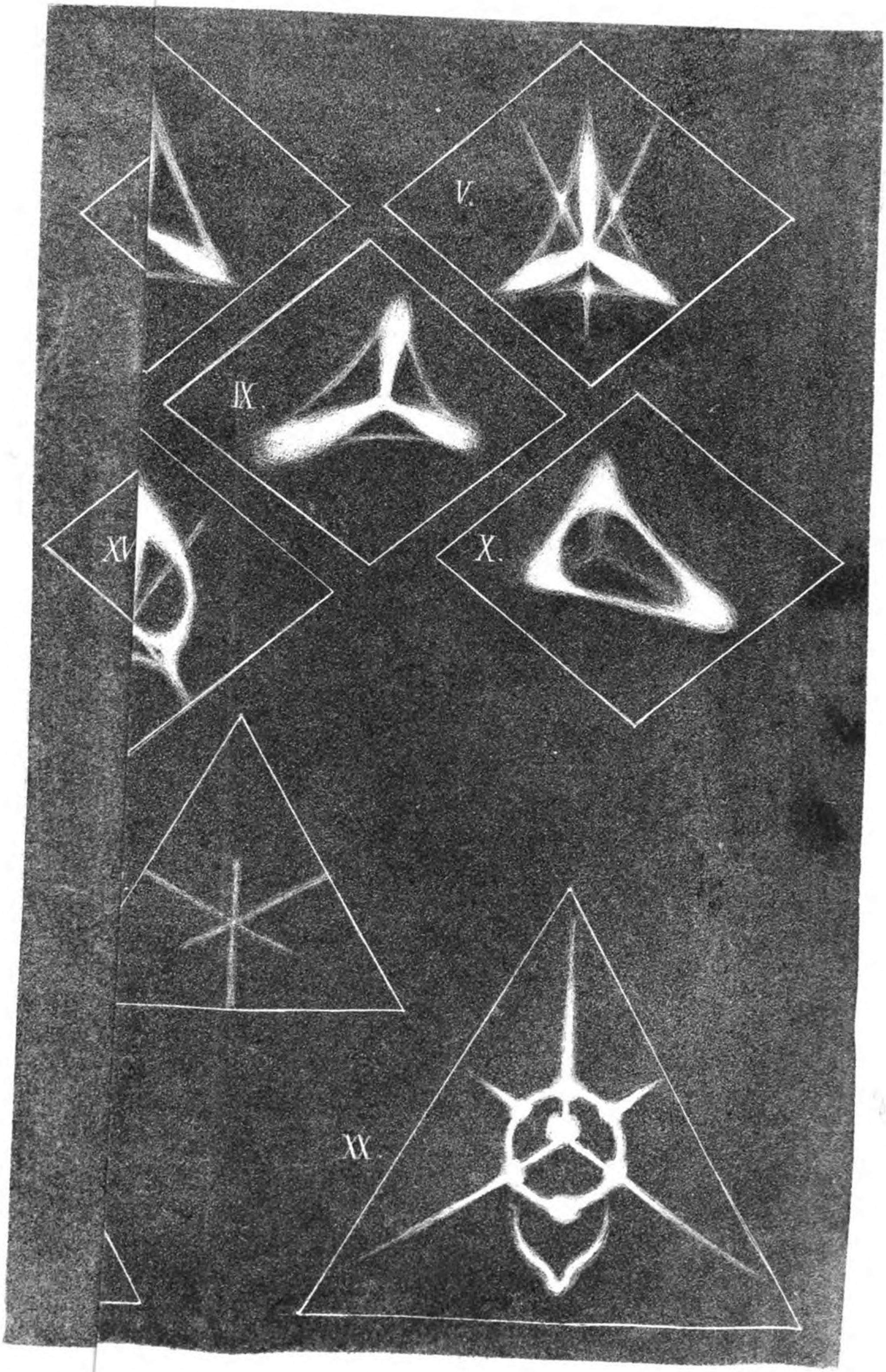


33.

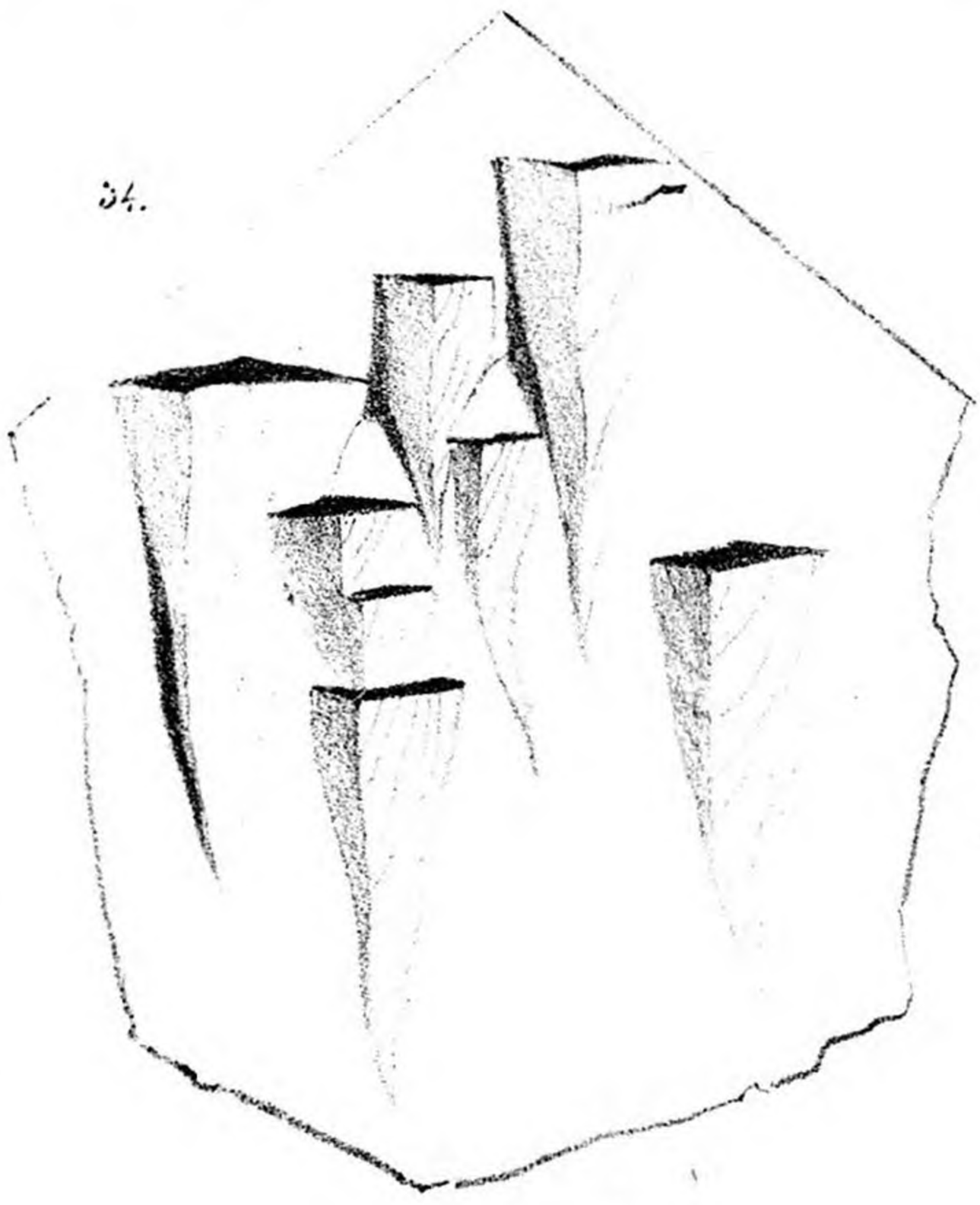
29.



31.


V.
IX.
XV
X.
XX.

34.



35.