Substanz. Aus den *Flores Koso*[1]), welche aus den Blüthen und kleinen Blättern der obengenannten, der Familie der Kosaceen angehörigen Pflanze bestehen, und die, nach Wittstein, fettes Oel, Wachs, Harz, viel eisengrünenden und eisenbläuenden Gerbstoff enthalten, wird das Koseïn gewonnen, indem man dieselben mit Alkohol auszieht, den meisten Alkohol abdestillirt, den Rückstand mehrmals mit Wasser auskocht, den harzigen Rückstand in Alkohol löst und langsam verdampft. Es scheidet sich alsdann als weifse seidenglänzende Nadeln aus von zusammenziehendem Geschmack. Sie sind in Alkohol, Aether und in Säuren löslich, schmelzen in der Hitze und sollen bei höherer Temperatur ammoniakhaltige, übelriechende Dämpfe geben (St. Martin). *V.*

Krähenaugen (Brechnuss, *nux vomica*). Die unter diesem Namen vorkommenden Körper sind die Samen von *Strychnos nux vomica*, einem ziemlich hohen, in Ostindien, besonders in Koromandel wachsende Baume. Sie befinden sich in einer 2″ bis 3″ im Durchmesser haltenden, hartschaligen, pomeranzengelben, mit weifslichem Brei erfüllten einfächerigen Beere, in welcher 5 bis 8 Kerne schildförmig an einem achsenständigen Samenträger angeheftet sind. Die Samen selbst haben eine scheibenförmige Gestalt, sind in der Mitte genabelt, von aschgrauer oder hell graubräunlicher Farbe und von anliegenden filzigen Haaren seidenglänzend. Sie besitzen einen aufserordentlich bitteren Geschmack, welcher durch das Vorhandenseyn zweier organischer Basen, des Strychnins und Brucins, bedingt wird. Aufser diesen beiden Körpern enthalten die Krähenaugen, nach Pelletier und Caventou, ein grünes butterartiges Fett, Wachs, einen gelben extractiven Farbstoff, viel Gummi, Pflanzenschleim, etwas Stärke, Pflanzenfaser und Milchsäure (Igasursäure), welche wahrscheinlich mit den organischen Basen in Verbindung vorkommt. Der Strychningehalt beträgt etwa 0,4 Proc., während in den nahe verwandten Ignatiusbohnen (von *Strychnos Ignatii*) 1,2 Proc. gefunden wurde. *Schn.*

Krätze, Gekrätz, eine hüttenmännische Benennung von sehr allgemeiner Bedeutung. Theils versteht man darunter unvollkommen geschmolzene Metall- und Stein-(Schwefelmetall-)Massen, theils mancherlei noch nutzbare Rückstände und Abfälle bei verschiedenen Hüttenprocessen, gewissermafsen alles Zusammengekehrte (Zusammengekratzte), welches einer nachträglichen, gemeinschaftlichen Zugutemachung — Krätzarbeit, Krätzschmelzen — unterworfen wird. *Th. S.*

Kramersäure, *Acidum cramericum*, zuerst von Peschier in dem käuflichen Extract der Ratanhawurzel (von *Krameria triandra*) entdeckt. Aus einem Decocte der Ratanhawurzel wird durch Zusatz von Leim zuerst der Gerbstoff, dann durch schwefelsaures Eisenoxyd Farbstoff und Gallussäure niedergeschlagen. Hierauf setzt man Kreide hinzu, um das überschüssige Eisensalz zu zersetzen, filtrirt und dampft ab. In dem Rückstande wird die kramersaure Kalkerde durch kohlensaures Kali gefällt, das kramersaure Kali mit essigsaurem Blei niedergeschlagen und aus dem Bleiniederschlage die Säure durch Schwefelwasserstoff abgeschieden. Oder das von Gerbstoff befreite Decoct wird siedend heifs mit kohlensaurem Baryt gesättigt, die Flüssigkeit mit verdünnter Schwe-

[1]) Rep. f. d. Pharm. Bd. 18, S. 458. Bd. 48, S. 369 und Bd. 71, S. 24 und 95.

felsäure versetzt, so lange sich ein Niederschlag bildet, dann noch heifs filtrirt und zum Erkalten hingestellt. Der kramersaure Baryt scheidet sich in kleinen, glänzenden Krystallen ab. Er wird in 600 Thln. kochenden Wassers aufgelöst, mit essigsaurem Blei zersetzt und aus dem Niederschlage die Säure durch Schwefelwasserstoff abgeschieden.

Sie krystallisirt nach längerer Zeit aus der zur Syrupsdicke abgedampften Flüssigkeit. Die Krystalle sind luftbeständig, von schwach saurem und zusammenziehendem Geschmack, nicht flüchtig. Merkwürdigerweise entzieht die Kramersäure der Schwefelsäure den Baryt, weshalb eine Auflösung des kramersauren Baryts weder durch Schwefelsäure noch durch schwefelsaure Salze gefällt wird (Peschier, Berzelius). Die alkalischen Salze der Kramersäure sind krystallisirbar. Sie erzeugen mit Eisenoxydsalzen einen gelben, mit Bleisalzen einen weifsen Niederschlag.

Die Existenz der Kramersäure ist nicht ferner bestätigt, vielmehr haben Andere sie in der Ratanhawurzel nicht auffinden können. *Wp.*

Krapp (Garance, Madder) nennt man die Wurzel der Färberöthe, Krapppflanze, *Rubia*, welche zu der Familie der *Stellatae* gerechnet wird. Es giebt verschiedene Arten dieser Gattung, welche zur Gewinnung des Krapps angebaut werden, vorzugsweise *Rubia tinctorum*, *R. cordifolia* und *R. peregrina*.

Die Wurzel dieser Pflanzen liefert eines der wichtigsten Farbenmaterialien, welches zum Färben der Baumwolle und Wolle in rothen, braunen, violetten und schwarzen Farben dient. Die Wurzel kommt im Handel entweder in ihrer natürlichen Form vor und führt alsdann den Namen Alizari oder Lizari, was besonders mit der levantischen Röthe der Fall ist, welche wir von Smyrna, Cypern erhalten, oder aber sie ist gemahlen und führt dann den allgemeinen Namen Krapp, welcher wieder je nach seiner Herkunft und seiner Zubereitung unterschieden wird. In Europa wird der Krapp hauptsächlich in der Umgegend von Avignon im Elsass, in der holländischen Provinz Seeland um Mastricht, sowie in geringer Ausdehnung in Baden, der Rheinpfalz, Schlesien u. s. w. angebaut.

Die Zubereitung des Krapps ist von grofser Wichtigkeit und von ihr hängt ein ansehnlicher Theil seines Werthes ab. In der Levante wird die 5—6jährige Wurzel gesammelt, in Europa gewöhnlich die 3jährige, im Falle die Pflanze aus Samen gezogen wurde; bei der Fortpflanzung mittelst Steckreisern werden wohl auch jüngere verwendet. Die Ende October oder im November aus der Erde gezogenen Wurzeln werden in südlichen Gegenden sogleich im Freien getrocknet, im Elsass oder in Holland in geheizten Trockenstuben. Die getrockneten Wurzeln werden auf einer Tenne gedroschen und dadurch von der Rinde (Mull) befreit; sie passiren hierauf eine Art Kornfegemühle und endlich mehrere Siebe. Die gereinigten auf dem ersten Siebe zurückgebliebenen Wurzeln werden nochmals getrocknet, in eigenen Krappmühlen gemahlen und gesiebt, wobei die inneren Theile der Wurzel, welche sich schwieriger zerkleinern lassen auf dem Siebe bleiben, und der unberaubte Krapp (*Garance non robée*) durchgeht; erstere werden abermals getrocknet, gemahlen und gesiebt; das hierbei erhaltene Pulver liefert die beste Sorte, den beraubten Krapp (*garance robée*).

Der im Handel vorkommende Krapp hat je nach seinem Ursprung

ein sehr verschiedenes Aussehen. Der holländische Krapp ist grob gemahlen, fühlt sich etwas fett an und besitzt eine von glänzend Gelb oder Orange bis zu Roth gehende Farbe; sein Geruch ist ziemlich stark und unangenehm, sein Geschmack anfangs süfs, hintennach bitter. An der Luft zieht er Feuchtigkeit an, und zwar unter gewissen Umständen soviel, dass eine Gährung eintritt, in Folge welcher das Pulver zu einer Masse zusammenklebt (*garance grappée*). Der holländische Krapp wird nie frisch verwendet, sondern wenigstens ein Jahr lang im Fasse liegen gelassen; auch noch die folgenden 2 Jahre hindurch dauert eine gewisse Gährung an. Der Krapp wird hierdurch zum Färben geeigneter; er nimmt gleichzeitig an Gewicht und an Volum zu. Nach Verlauf der ersten 3 Jahre hat er seinen Höhepunkt erreicht und nimmt hierauf an Güte wieder ab.

Von dem Holländischen nicht wesentlich verschieden ist der Elsässer Krapp; dieser ist indessen feiner gemahlen und von durchdringenderem Geruch und weniger süfsem Geschmack. Auch der Elsässer Krapp wird nicht frisch angewandt, sondern am besten erst nach Verlauf von 2 Jahren, später verschlechtert er sich wieder.

Der Avignon-Krapp ist von den vorhergehenden durch eine schon im frischen Zustande blassrothe bis braune Farbe unterschieden; er ist stets fein gemahlen, zieht keine Feuchtigkeit an und lässt sich daher länger aufbewahren. Er riecht angenehm und wenig durchdringend. Unter den Avignon-Krappsorten ist besonders der Palud (der in einem ausgetrockneten Sumpfe [*palus*] gezogen wird) durch eine dunkelrothe Farbe ausgezeichnet. Die Farbe des Krapps ist übrigens von geringer Wichtigkeit; sie hängt nur von der Gegenwart oder Abwesenheit kohlensaurer Erden oder Alkalien ab, so dass man künstlich jeder Krappsorte durch geeigneten Zusatz eine rothe Farbe geben kann. Häufig versetzen daher die Krappfabrikanten den wenig gefärbten Krapp mit Salmiak (0,003 — 0,006) und Kalkhydrat, in Folge dessen Ammoniak frei wird, welches eine röthere Farbe erzeugt. Der Palud-Krapp braust mit Säuren wegen seines Gehalts an kohlensaurem Kalk auf; der auf die erwähnte Weise künstlich gefärbte Krapp entwickelt beim Uebergiefsen mit Kalilösung Ammoniakgeruch.

Die aufserordentliche Wichtigkeit des Krapps für die Färberei hat, seitdem man den Nutzen erkannte, den eine genauere Bekanntschaft mit den wirksamen Bestandtheilen der in der Industrie angewandten Rohstoffe der Technik bringt, viele Bestrebungen hervorgerufen, das wirksame Princip des Krapps zu isoliren und chemisch zu untersuchen, sowie andererseits viele Techniker bemüht waren, die Bedingungen und die Mittel zu erforschen, durch welche mehr und solidere Krappfarben sich erzeugen lassen. Es ist nicht zu verkennen, dass in dieser Hinsicht die Empirie der Wissenschaft weit vorangeeilt ist und obgleich die Färbekunst aus den chemischen Untersuchungen manchen Vortheil gezogen hat, wie z. B. durch Anwendung von *Garancin* und *Garanceux*, so sind wir doch noch weit entfernt, das durch die Praxis auf einen hohen Grad von Vollkommenheit gebrachte Verfahren der Krappfärberei durch die Theorie erklären und verbessern zu können.

Die chemischen Untersuchungen des Krapps haben sehr verschiedene Resultate ergeben, was einestheils in der Verschiedenheit der zur Untersuchung verwendeten Krappsorten, anderentheils aber darin seine Erklärung finden dürfte, dass die verschiedenen Forscher zu wenig

Rücksicht auf einander nahmen. Fast Alle sind darüber einig, dass der Krapp zwei verschiedene rothe Farbstoffe enthält, welche, in mehr oder weniger reinem Zustande isolirt, mit verschiedenen Namen belegt wurden. Aufser diesen beiden für die Färberei hauptsächlich wichtigen Stoffen sind noch gelbe Farbstoffe unterschieden, sowie braune, meist harzähnliche Substanzen, Gummi, Zucker, Pflanzensäure, Holzfaser und Aschenbestandtheile. Wir werden zuerst die beiden rothen Farbstoffe unter dem Namen Alizarin und Krapppurpur abhandeln, und hierauf die übrigen aus Krapp dargestellten Substanzen näher beschreiben.

Alizarin.

(Vergl. Art. Alizarin, Bd. I. S. 191 und Supplement S. 98).

Dieser von Robiquet und Colin zuerst dargestellte Stoff wurde unter folgenden Namen beschrieben: Rother Farbstoff oder *matière colorante rouge* von Persoz und Gaultier de Claubry; Krapproth von Runge; Lizarinsäure von Debus. Robiquet und Colin[1]) stellten ihre Versuche mit Elsässer Krapp an; sie vertheilten 1 Kilogrm. desselben in 3 Kilogrm. reinem Wasser von 15° — 20°, und trennten nach 10 Minuten die Flüssigkeit durch ein Tuch von dem Rückstand; an einem kühlen Orte gestand erstere nach kürzerer oder längerer Zeit zu einer gallertartigen Masse, ähnlich dem Blutkuchen (bei anderen Krappsorten gesteht der wässerige Auszug nicht); indem man die Masse schüttelt und auf feine Leinwand wirft, trennt man die Flüssigkeit von dem Niederschlag, welcher sämmtlichen Farbstoff der Lösung enthält. Diese Gewinnung gleicht derjenigen des Legumins aus Erbsen. Das Gestehen des wässerigen Auszugs ist bedingt durch die Zerstörung eines Lösungsmittels (welches ein dem Pectin ähnlicher Stoff zu seyn scheint), in Folge einer eintretenden Fäulniss oder durch den Uebergang des Zuckers in Milchsäure. Das Coagulum wird mit Wasser ausgewaschen, gepresst und wiederholt mit absolutem Alkohol in der Kochhitze behandelt; die stark gefärbte Lösung wird in einer Retorte bis auf $^4/_5$ eingedampft, darauf mit etwas Schwefelsäure versetzt und in mehrere Liter Wasser gegossen. Es entsteht ein reichlicher hellgelber Niederschlag, den man mit Wasser auswäscht und auf dem Filter sammelt. Nach dem Trocknen wird derselbe in einer Glasröhre bei möglichst gelinder Wärme sublimirt; dabei bekleidet sich der mittlere Theil der Röhre bald mit langen, schönen und glänzenden Nadeln, die eine, dem natürlichen chromsauren Bleioxyd ganz ähnliche Farbe besitzen.

Robiquet und Colin zeigten ferner, dass man statt durch Sublimation, auch mittelst Auflösen in Aether und Krystallisation aus dem erwähnten hellgelben Niederschlag Alizarin darstellen könne. Die ersten Auszüge setzen hierbei kleine glänzende Nadeln, die späteren dem Mussivgold ähnlich sehende Blättchen ab (wasserhaltiges Alizarin).

Gaultier de Claubry und Persoz[2]) vertheilten Krapp in Wasser zu einem dicken Brei und setzten auf 1 Kilogrm. Krapp 90 Grm. Schwefelsäurehydrat zu, worauf sie durch Einleiten von Wasserdampf auf 100° erhitzten. Nachdem sich die Flüssigkeit durch Stehen geklärt hatte, wurde sie abgegossen, der Krapp auf ein Filter gebracht, ab-

[1]) Annal. de Chimie et de Phys. [2] T. XXXIV. p. 225.
[2]) Annal. de Chimie et de Phys. [2] T. XLVIII. p. 69.

tropfen gelassen und dann mit einer kochenden Lösung von kohlensaurem Natron behandelt. Aus dieser Lösung wurde der Farbstoff durch Salzsäure gefällt, ausgewaschen und in Alkohol gelöst. Nach dem Abdampfen blieb eine braunrothe Masse von glänzendem Bruch zurück. Dieselbe besitzt viele mit dem Alizarin übereinstimmende Eigenschaften, ist aber offenbar nicht rein. Die Untersuchung von Persoz und Gaultier de Claubry war hauptsächlich dadurch wichtig, dass durch sie zuerst die Eigenschaft der rothen Krappfarbstoffe bekannt wurde, sich in concentrirter Schwefelsäure zu lösen und durch Wasser unverändert wieder gefällt zu werden. Lagier, Robiquet und Colin machten hiervon zuerst eine Anwendung zur Darstellung des Garancins (s. d. Art.). Robiquet verbesserte zugleich seine frühere Methode zur Gewinnung des Alizarins, indem er Krapp mit concentrirter Schwefelsäure vermischte, nach einiger Zeit viel Wasser hinzufügte, und den ausgewaschenen Rückstand (*charbon sulfurique*) wie früher mit Alkohol behandelte, oder auch direct zur Sublimation des Alizarins erhitzte.

Die im Jahre 1835 erschienene Untersuchung des Krapps von Runge [1]) enthält zur Darstellung des Krapproths folgende Vorschrift: Der Krapp (am besten Alizari) wird mit Wasser von 11°—16° ausgewaschen, hierauf mit Alaunlösung (auf 4 Pfund trockenes Alizari 12 Pfund Alaun und 70 Pfund Wasser) eine Stunde lang gekocht, die Flüssigkeit abgeseiht und der Rückstand später noch mit 6 Pfund Alaun und 70 Pfund Wasser ½ Stunde lang gekocht. Die beiden Auszüge werden vereinigt und 4 Tage lang ruhig stehen gelassen; es scheidet sich hierbei ein Bodensatz aus, welcher hauptsächlich aus Krapproth besteht, während der Krapppurpur in der Flüssigkeit gelöst bleibt. Der Niederschlag wird wiederholt mit schwacher Salzsäure ausgekocht, gewaschen und mit kochendem Alkohol behandelt. Die dunkel braunrothe Lösung lässt nach dem Abdampfen bis zur Salzhaut und dem Erkalten einen orangegelben Niederschlag fallen, der mit kaltem Weingeist ausgewaschen wird. Er enthält dann noch Krapppurpur beigemengt und muss daher, in wenig Weingeist gelöst, mit stets erneuerter Alaunlösung gekocht werden, bis diese sich nicht mehr färbt. Der gelbe Rückstand wird endlich in Aether aufgelöst, welcher ihn beim freiwilligen Verdunsten als braungelbes, krystallinisches Pulver hinterlässt.

Schiel [2]) hat bei einer Wiederholung des Verfahrens von Runge die Resultate desselben durchaus bestätigt.

Eine sehr ausführliche und gute Untersuchung des Avignon-Krapps hat Schunck [3]) veröffentlicht. Seine Darstellung des Alizarins ist schon im Art. Alizarin (Supplement) weitläufig beschrieben. Die übrigen Resultate dieser Untersuchung sollen weiter unten mitgetheilt werden.

Unmittelbar nach Schunck, und ohne von dessen Resultaten unterrichtet zu seyn, hat Debus [4]) eine chemische Untersuchung des seeländischen Krapps veröffentlicht, worin ein mit dem Alizarin in vielen Eigenschaften, und vollkommen in der Zusammensetzung übereinstimmender Stoff unter dem Namen Lizarinsäure beschrieben ist.

---

[1]) Journ. für prakt. Chemie, Bd. V. S. 362.
[2]) Annal. der Chemie und Pharmacie, Bd. LX. S. 79.
[3]) Annal. der Chemie und Pharmacie, Bd. LXVI. S. 174.
[4]) Annal. der Chemie und Pharmacie, Bd. LXVI. S. 356.

Zur Darstellung dieses Körpers wird Krapp drei bis viermal mit der 15 bis 20fachen Wassermenge ausgekocht; die durch Flanell filtrirten Lösungen werden mit Bleioxydhydrat längere Zeit im Sieden erhalten, welches den Farbstoff aufnimmt; durch Behandlung des Bleiniederschlages mit verdünnter Schwefelsäure trennt man die Farbstoffe von dem Bleioxyd; das Gemenge von schwefelsaurem Bleioxyd und Farbstoffen, die in Wasser schwer löslich sind, wird mit Wasser ausgewaschen und letztere durch Behandlung mit kochendem Alkohol aufgelöst. Die alkoholische Lösung wird darauf mit Zinkoxyd so lange geschüttelt, als dieses sich noch roth färbt, und zuletzt einige Zeit gekocht. Das Zinkoxyd verbindet sich hierbei mit einem Theil der Farbstoffe, wozu die Lizarinsäure gehört, zu einer unlöslichen Verbindung, welche mit Weingeist gewaschen, und mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt wird. Die abgeschiedenen Farbstoffe werden mit Aether behandelt, worin sich die Lizarinsäure nebst anderen Stoffen löst, von denen sie zum Theil durch abermaliges Fällen mit Zinkoxyd befreit wird. Dieser Zinkniederschlag enthält nun zwei Substanzen in Verbindung mit Zinkoxyd, von welchem letzteren sie durch verdünnte Schwefelsäure befreit werden. Die beiden Farbstoffe lassen sich durch Behandlung mit Alaunlösung von einander trennen; der eine derselben, die Lizarinsäure nämlich, löst sich zwar in der kochenden Alaunlösung auf, scheidet sich aber beim Erkalten wieder ab; der zweite, die Oxylizarinsäure von Debus, bleibt in der Flüssigkeit gelöst. Das beim Erkalten der Alaunlösung abgeschiedene gelbe Pulver wird zur Befreiung von Thonerde mit verdünnter Salzsäure ausgekocht, und zuletzt in kochendem Weingeist gelöst. Die daraus beim langsamen Verdunsten krystallisirende Lizarinsäure kann durch mehrmaliges Umkrystallisiren in langen prachtvoll gelblichrothen Nadeln erhalten werden.

Higgin[1]) hat seine Beobachtungen über die Farbstoffe des Krapps gleichfalls veröffentlicht; sein Alizarin enthält indessen noch beträchtliche Mengen eines anderen Stoffes (Purpurin) beigemengt, der durch Löslichkeit in Alaunlösung von Alizarin verschieden ist; er erwähnt noch als charakteristisch für diese Farbstoffe die Unlöslichkeit derselben in concentrirten Lösungen von schwefelsaurem Ammoniak und schwefelsaurem Kali, selbst beim Sieden.

---

[1]) Phil. Mag. Vol. XXXIII. p. 282.

Verhalten des ersten Krappfarbstoffs.	Alizarin von Robiquet und Colin.	Alizarin von Schunck.	Lizarinsäure von Debus.	Krapproth von Runge.	Rother Farbstoff von Persoz und Gaultier de Claubry.
Physikalische Eigenschaften.	Aus Aether krystallisirt: musivgoldähnliche Blättchen; sublimirt ohne (oder mit) Hinterlassung von Kohle in langen Nadeln, gefärbt wie chromsaures Blei.	Aus Alkohol krystallisirt; bräunlich gelbe Prismen, werden bei 100° roth wie chromsaures Blei, sublimiren mit Hinterlassung von Kohle in hellorangenen Nadeln.	Aus Alkohol krystallisirt: morgenrothe Nadeln, sublimirt in rothgelben Nadeln.	Aus Aether krystallisirt: bräunlichgelbes krystallinisches Pulver, sublimirt das erstemal unter Hinterlassung von Kohle (später vollständig) in orangefarbenen Nadeln.	Brüchige Masse; hinterlässt beim Erhitzen viel Kohle und giebt wenig Sublimat; krystallisirt aus ätherischer Lösung.
Verhalten gegen Wasser.	Unlöslich in der Kälte mit rosenrother Farbe beim Kochen.	Löslich mit gelber Farbe in kochendem, beim Erkalten krystallisiren gelbe Flocken.	Leichter in kochendem als in kaltem löslich.	Mit dunkelgelber Farbe in kochendem löslich; beim Erkalten scheiden sich orangegelbe Flocken ab.	Leichter in der Wärme als in der Kälte löslich.
Verhalten gegen Alkohol.	Mit rother Farbe löslich.	Leicht löslich mit gelber Farbe.	Leicht löslich.	Mit röthlichgelber Farbe löslich.	Mit tiefrother Farbe löslich.
Verhalten gegen Aether.	Leicht löslich mit gelber Farbe.	Löslich mit gelber Farbe.	Leicht löslich.	Mit röthlichgelber Farbe löslich.	Leichter löslich als in Alkohol.
Verhalten gegen Alkalien u. Erden.	Veilchenfarbene Lösung, welche mit Kalk- und Barytwasser schön blaue Niederschläge giebt.	Prächtig purpurfarbige Lösung, welche mit Kalk- u. Barytsalzen purpurne Niederschläge giebt.	Rothe oder violette Lösungen, geben mit den meisten Metalllösungen gefärbte Niederschläge.	Löslich in Kali mit veilchenblauer Farbe, in Ammoniak mit purpurrother; mit Kalkwasser blaugefärbter Lack.	Schön rothe Lösungen, kohlensaure Alkalien geben orangerothe Lösungen.
Verhalten gegen Alaunlösung.	Kaum löslich beim Kochen.	Rothschillernde Flüssigkeit beim Kochen, fast unlöslich in der Kälte.	Schwer löslich in der Siedhitze.	Unlöslich in concentrirter Lösung.	Nicht merklich löslich.
Verhalten gegen concentrir. Schwefelsäure.	Vollständige Lösung; Wasser scheidet daraus hellgelbe Flocken ab, unverändert in den Eigenschaften.	Blutrothe Lösung, welche beim Erwärmen sich nicht verändert; Wasser fällt tief orangene Flocken.	Blutrothe Lösung, durch Wasser unverändert gefällt.	—	Ohne Veränderung löslich, besonders beim Erwärmen.
Verhalten gegen mit Thonerde gebeiztes Zeug.	Färbt genau wie Krapp.	Färbt wie Krapp nur schöner.	—	Dunkelrothe Farbe ohne Feuer.	Ziegelroth, ohne Glanz aber solid.

Wie man aus der vorstehenden Tabelle ersieht, kommen die Eigenschaften des einen aus dem Krapp zu erhaltenden rothen Farbstoffs, in dem Zustande, wie dieser von verschiedenen Forschern dargestellt ist, einander ziemlich nahe. Es ist leicht, sich die Abweichungen zu erklären. Was zuerst die Farbe betrifft, so ist zu bemerken, dass das Alizarin mit Krystallwasser bräunlich-gelb, das wasserfreie dagegen röthlich-gelb, je nach der Dicke der Krystalle mit mehr oder weniger rothem Glanz gefärbt ist. Eine Vergleichung der von Debus dargestellten Lizarinsäure und des Alizarins, welches Schunck selbst bereitet hatte, ergab keinen Unterschied, ebenso zeigte sich das von Robiquet und das von Schunck dargestellte sublimirte Alizarin im Aeufseren durchaus übereinstimmend (Strecker). Die wässerige und alkoholische Alizarinlösung wird von Robiquet als roth gefärbt angeführt; diese Färbung rührt nur von der Gegenwart einer geringen Menge Alkali (Ammoniak, Kalk) her; reines Alizarin löst sich in kochendem Wasser mit dunkelgelber Farbe, welche aber beim Filtriren durch kalkhaltiges Papier in roth übergeht. Eine Vergleichung der Reactionen reiner Präparate, von Robiquet, Schunck und Debus dargestellt, zeigte die völlige Uebereinstimmung dieser Stoffe (Strecker). Sie wurden von Wasser nur schwierig benetzt und schwammen daher auf der Oberfläche, beim Sieden lösten sie sich und beim Erkalten wurde ein Theil in der Form gelber Flocken abgeschieden. Kalilauge löst den Stoff leicht auf; die ziemlich concentrirte Lösung erscheint in durchfallendem Lichte purpurn, in reflectirtem Licht fast rein blau gefärbt; hält man daher eine solche Lösung gegen das Licht, so erscheint die Oberfläche blau und das Innere purpurn gefärbt. Beim Verdünnen mit viel Wasser erscheint dagegen die ganze Lösung gleichmäfsig violett gefärbt. Auch in Ammoniak und kohlensaurem Natron lösen sich die Stoffe auf, aber diese Lösungen besitzen eine der Orseille ähnliche Farbe, ohne blauen Ton auf der Oberfläche. Die ammoniakalische Lösung giebt, mit Kalk- und Barytlösung versetzt, einen fast rein blauen Niederschlag, während die Lösung vollständig entfärbt wird. Durch essigsaures Bleioxyd wird eine alkoholische Alizarinlösung in violett-purpurnen Flocken gefällt.

Das Alizarin ist von Robiquet, Schiel, Schunck und Debus analysirt worden; die beiden ersten Chemiker haben je eine Verbrennung davon angestellt, die weder unter sich, noch mit den Resultaten der beiden letzten Chemiker genau übereinstimmen, welche eine hinlängliche Anzahl genau übereinstimmender Analysen veröffentlicht haben. Schunck hat aus seinen Analysen die Formel $C_{14}H_5O_4$ für das getrocknete oder sublimirte Alizarin, und $C_{14}H_5O_4 + 3$ aq. für das krystallisirte hergeleitet, während Debus seine Zahlen durch die Formel $C_{30}H_{10}O_9$ darstellt. Am wahrscheinlichsten erscheint dagegen die Formel $C_{20}H_6O_6$, zu welcher Strecker durch Feststellung der Formel eines Zersetzungsproducts des Alizarins gelangt ist. Die procentische Zusammensetzung des wasserfreien Alizarins ist nämlich nach dem Versuch und der Theorie:

		Mittel der Analysen von		
	berechnet.	Schunck.	Debus.	Robiquet.
20 Aeq. Kohlenstoff	68,96	69,1	68,97	69,72
6 » Wasserstoff	3,45	4,0	3,79	3,74
6 » Sauerstoff	27,59	26,9	27,24	26,54
	100,00	100,0	100,00	100,00

Das aus Alkohol in bräunlich-gelben Blättchen krystallisirte Alizarin enthält 18,3 Proc. Krystallwasser (4 Atome nach obiger Formel verlangen 17,1 Proc.), und besitzt nach den Analysen von Schunck folgende Zusammensetzung:

		berechnet:	Mittel der Analysen.
20 Aeq.	Kohlenstoff	57,14	57,0
10 »	Wasserstoff	4,76	5,0
10 »	Sauerstoff	38,10	38,0
		100,00	100,0

Die von Schunck und Debus analysirten Bleisalze waren basische Salze mit verschiedenem Gehalt an Basis. Den analytischen Resultaten von Schunck, kommt die Formel: $3\,PbO\,.\,2\,(C_{20}H_5O_5)$, denen von Debus der Ausdruck $4\,PbO\,.\,3\,(C_{20}H_5O_5)$ ziemlich nahe.

Die bei der Zersetzung des Alizarins durch Salpetersäure auftretende Säure, welche von Schunck Alizarinsäure (siehe d. Art. im Supplement) genannt wurde, ist von Laurent und Gerhardt[1]) nach Schunck's Angaben als Phtalsäure erkannt worden. Bei der Behandlung von Krapp mit Salpetersäure erhielten diese Chemiker eine Säure, welche in ihren Eigenschaften mit der Phtalsäure übereinkam. Die Identität der Alizarinsäure von Schunck und der Phtalsäure wurde durch Analysen des Silbersalzes der aus Krapp dargestellten Säure von Wolff und Strecker bestätigt. Die Zersetzung des Alizarins durch Salpetersäure lässt sich hiernach durch folgende Gleichung darstellen:

$$\underbrace{C_{20}H_6O_6}_{\text{Alizarin.}} + 2HO + O_8 = \underbrace{2(HO\,.\,C_8H_2O_3)}_{\text{Phtalsäure.}} + \underbrace{2(HO\,.\,C_2O_3)}_{\text{Oxalsäure.}}$$

Durch die neue Formel des Alizarins tritt dasselbe in eine merkwürdige Beziehung zu einem von Laurent aus Naphtalin dargestellten Product, welches den Namen Chlornaphtalinsäure erhalten hat. Die Formel dieser Säure ist nämlich: $C_{20}\left\{\begin{matrix}H_5\\Cl\end{matrix}\right\}O_6$; sie lässt sich hiernach als gechlortes Alizarin betrachten, eine Annahme, welche durch die Aehnlichkeit der Eigenschaften beider Substanzen und die Uebereinstimmung der Zersetzungsproducte grofse Wahrscheinlichkeit erhält. Versuche, in der Chlornaphtalinsäure durch die bekannten Methoden das eine Aequivalent Chlor durch Wasserstoff zu ersetzen, haben nicht das gewünschte Resultat gegeben, indem entweder das Chlor in der Verbindung blieb, oder, im Falle es gelang, dasselbe abzuscheiden, eine weitere und vollständige Zersetzung eintrat.

Es wäre noch zu versuchen, ob durch Behandlung des Alizarins mit Chlor dieses in Chlornaphtalinsäure verwandelt werden kann.

Purpurin.

Neben dem Alizarin haben verschiedene Forscher in dem Krapp noch einen zweiten rothen Farbstoff unterschieden, und die Eigenschaften desselben ziemlich übereinstimmend beschrieben. Dieser Stoff hat folgende Namen erhalten: Purpurin von Robiquet und Colin; Krapppurpur von Runge; *matière colorante rose* von Persoz und Gaultier de Claubry; Oxylizarinsäure von Debus.

---

[1]) In deren Compt. rend. 1849.

Dieser zweite rothe Krappfarbstoff ist hauptsächlich charakterisirt und unterschieden von dem Alizarin durch seine Löslichkeit in Alaunlösung und durch die rothe, nicht violette Farbe seiner Lösung in Kali. Die verschiedenen Vorschriften zur Darstellung desselben sind folgende: Robiquet und Colin [1]) kochen den mit Wasser ausgewaschenen Krapp mit Alaunlösung aus, worin sich das Purpurin löst; es wird darauf durch Zusatz von Schwefelsäure wieder gefällt, ausgewaschen und in Aether gelöst, woraus es nach dem Einmengen krystallisirt. Nach diesem Verfahren muss ein mit Alizarin noch verunreinigtes Purpurin erhalten werden. Runge fällt die mit Krapp gekochte Alaunlösung, woraus das Alizarin beim Stehen sich ausgeschieden hat (s. S. 594) mit verdünnter Schwefelsäure, kocht den gelbrothen Niederschlag wiederholt mit Wasser aus, dem später etwas Salzsäure zugesetzt wird, und löst ihn endlich nach dem Trocknen in kochendem 85—90procentigem Weingeist auf. Man erhält eine dunkelrothe Lösung, die bis zur Salzhaut abgedampft, beim Erkalten krystallinische Körner abscheidet, welche durch wiederholte Krystallisationen aus kochendem Alkohol gereinigt, endlich noch in Aether aufgelöst und beim Verdunsten wieder in Krystallen erhalten werden. Gaultier de Claubry und Persoz kochen den mit kohlensaurem Natron erschöpften Krapp mit Alaunlösung aus, und fällen die kirschrothe Lösung mit verdünnter Schwefelsäure. Es entsteht ein rother Niederschlag, welcher in Alkohol aufgelöst und durch Abdampfen wieder erhalten wird. Der hierdurch gewonnene Farbstoff besteht wesentlich aus Purpurin. Debus hat diesen Körper wohl am reinsten dargestellt und mit dem Namen Oxylizarinsäure bezeichnet, wodurch er eine Beziehung zum Alizarin, welche ihm die Analyse anzudeuten schien, hervorheben wollte. — Die Alaunlösungen, aus welchen sich die Lizarinsäure beim Erkalten ausgeschieden hat (s. S. 595), werden mit etwas Schwefelsäure versetzt, und der nach 12—14stündigem Stehen abgeschiedene Niederschlag mit verdünnter Salzsäure ausgekocht, wodurch er von Thonerde befreit wird. Man wäscht ihn mit Wasser aus und löst ihn in der 150—200fachen Menge von Weingeist unter Erwärmung auf; beim Erkalten krystallisirt der gelöste Farbstoff in 2—3 Linien langen Nadeln, welche zur Befreiung von Alizarin wiederholt aus kochendem Alkohol umkrystallisirt werden müssen. Schiel hat diesen Farbstoff nach dem Verfahren von Runge dargestellt; Schunck konnte denselben nach der von ihm befolgten Methode nicht erhalten, indem derselbe dabei von dem Alizarin getrennt, aber zerstört wird. Higgin endlich hat diesen Stoff mit dem Alizarin vermengt erhalten und nicht davon getrennt; daher seine Angabe, Alizarin löse sich beim Kochen in Alaunflüssigkeit. Wir haben für diesen Stoff den von dem ersten Entdecker ihm beigelegten Namen Purpurin beibehalten.

---

[1]) Annal. de Chimie et de Phys. [2] T. LXIII. p. 306.

Eigenschaften

des Purpurins von Robiquet und Colin.	des Krapppurpurs von Runge.	der Oxylizarinsäure von Debus.
Seidenglänzende Schüppchen von ponceaurother Farbe.	Orangenfarbene krystallinische Körner. (Kirschrothes Pulver. Schiel.)	Zwei bis drei Linien lange rothe Nadeln.
Verhalten gegen Wasser.		
Leichter löslich als Alizarin und mit weinrother Farbe.	Beim Kochen mit dunkler Rosafarbe löslich; beim Erkalten scheidet sich nichts ab.	Leichter in der Wärme als in der Kälte mit rother Farbe löslich.
Verhalten gegen Alkalien.		
In Ammoniak löst es sich leicht zu einer johannisbeerrothen Flüssigkeit; ebenso in Kali.	Löst sich in Kali mit kirschrother Farbe; mit Ammoniak entsteht eine prächtig hochrothe Flüssigkeit.	Löst sich in den Alkalien mit schön hochrother Farbe, die keine Spur von violett zeigt.
Verhalten gegen Kalk und Baryt.		
Kalk-, Baryt- und Strontianwasser fällen die ammoniakalische Lösung in rothen Flocken.	Kalkhaltiges Wasser giebt einen dunkelrothen Lack.	Die ammoniakalische Lösung giebt mit Chlorcalcium u. Chlorbarium purpurrothe Flocken, ohne blauen Ton.
Verhalten gegen Schwefelsäure.		
In concentrirter Säure mit rother Farbe löslich; Wasser fällt daraus tief gelbe Flocken, welche unverändertes Purpurin sind.	Verdünnte Säuren lösen es beim Kochen mit gelber Farbe; beim Erkalten scheiden sich orangefarbene Flocken ab.	Rauchende Schwefelsäure löst sie ohne Veränderung; selbst beim Erwärmen tritt erst bei 200° Zersetzung und Schwärzung ein.
Verhalten gegen Alaunlösung.		
In kochender Alaunlösung mit schön rother Farbe in ziemlich grofser Menge löslich.	Löslich mit schön dunkler Rosafarbe.	Löslich beim Kochen mit rother Farbe, welche in reflectirtem Lichte einen orangenen Ton besitzt.
Verhalten gegen Alkohol und Aether.		
Löslich.	Löslich mit orangener Farbe.	Leicht löslich in der Wärme; krystallisirt leicht beim Erkalten.
Verhalten beim Erwärmen.		
Schmilzt, erstarrt beim Erkalten krystallinisch; sublimirt bei stärkerer Hitze in rothen Nadeln, schwieriger als Alizarin.	Schmilzt zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit, aus welcher sich rothe Dämpfe erheben, die sich als rother Anflug absetzen; beim jedesmaligen Sublimiren bleibt ein Rückstand von Kohle.	Schmilzt, erstarrt krystallinisch; sublimirt bei starkem Erhitzen unter Hinterlassung von Kohle; je nach der Ausführung der Operation bildet das Sublimat kleinere oder gröfsere Kryställchen.

Die im Vorhergehenden mitgetheilten Eigenschaften der Oxylizarinsäure hat zum Theil auch Strecker an dem von Debus dargestellten Präparat beobachtet.

Schiel hat bei dem nach der Methode von Runge dargestellten Purpurin wesentlich dieselben Eigenschaften gefunden. Seine Angabe, dass der sublimirte Krapppurpur in Alkalien mit violetter Farbe löslich sey, scheint eine Verunreinigung von Alizarin anzuzeigen, welches beim Erhitzen zuerst sublimirt. Strecker hat wiederholt reine Oxylizarinsäure sublimirt, ohne dass ihre Lösung in Kali einen violetten Schein annahm.

Das Purpurin ist von Schiel und von Debus analysirt worden; ihre Resultate stimmen nicht überein, wir theilen hier nur die letzteren mit, welche jedenfalls die zuverlässigeren sind. Debus fand die Zusammensetzung des bei 120° getrockneten Purpurins:

	Berechnet.	Gefunden.		
15 Aeq. Kohlenstoff	66,67	66,23	66,38	66,59
5 » Wasserstoff	3,70	3,73	3,87	3,87
5 » Sauerstoff	29,63	30,04	29,75	29,54
	100,00	100,00	100,00	100,00

Die Formel $C_{15}H_5O_5$, welche Debus aufgestellt hat, stützt sich nur auf eine Analyse der Bleiverbindung, deren Resultate sich annähernd durch $PbO . C_{15}H_4O_4$ darstellen lassen. Bei der grofsen Neigung derartiger, schwach saurer Verbindungen, sich in verschiedenen Verhältnissen mit Basen zu verbinden, lässt sich dieser Atomgewichtsbestimmung kein grofses Vertrauen schenken. Die Elementaranalyse ergiebt übrigens, dass das Aequivalentverhältniss des Purpurins C_3HO ist; wahrscheinlicher als obige Formel erscheint $C_{18}H_6O_6$; weitere Versuche werden über die Richtigkeit der einen oder andern Formel entscheiden.

Aus den angeführten Untersuchungen ergiebt sich das Resultat, dass der Krapp zwei wesentlich verschiedene rothe Farbstoffe enthält. Ob bei der Krappfärberei beide Farbstoffe eine Rolle spielen, oder nur einer derselben, und welche Wirkung jedem einzelnen zukommt, über diese Fragen sind die Ansichten sehr getheilt. Robiquet und Colin, so wie später Schunck, haben gefunden, dass Alizarin für sich im Stande ist, alle Farbennüancen hervorzubringen, welche man durch Krapp erhalten kann; andererseits hat Runge gezeigt, dass das Purpurin gebeiztem Zeug schöne und dauerhafte Farben mittheilt, eine Beobachtung, welche auch Strecker vollkommen bestätigt gefunden hat. Dass die grofse Mannigfaltigkeit der Farben, welche man mittelst Krapp erzeugen kann, nur durch die Verschiedenheit der Beizen und nicht des Farbstoffs bedingt ist, hat G. Schwartz[1]) gezeigt, indem er türkischroth gefärbtes Garn mit Schwefelsäure und Alkohol behandelte, hierdurch den Farbstoff löste und durch Sättigen mit Ammoniak die Schwefelsäure entfernte. Der Alkohol wurde durch Kochen von überschüssigem Ammoniak befreit, mit Wasser vermengt und nun verschieden gebeiztes Zeug eingebracht. Auf diese Weise erzeugte Schwartz aus türkischrothem Garn violette Farben, aus violettem rosenrothe, und aus rosenrothem Garn violette oder rothe Farben. Runge giebt an, dass das Alizarin in weingeistiger Lösung ungebeiztem Zeug eine rostgelbe

[1]) Bulletin de la Société industrielle de Mulhausen, T. X., p. 329.

Farbe mittheile, welche durch Aufdrucken von ätzenden Alkalien, besonders durch Baryt schön lilafarbige Muster liefere, die aber keinen Bestand haben. Dem mit Thonbeize gebeizten Kattun ertheile das Alizarin eine dunkelrothe Farbe, ohne Feuer und Schönheit, welche indessen bei Kleienzusatz bedeutend dunkler und röther werde. Ein Zusatz von Kreide sey von auffallend vortheilhafter Wirkung, im Falle nicht zu viel davon angewendet werde. Robiquet und Schunck behaupten dagegen übereinstimmend, dass das reine Alizarin gebeiztes Zeug so schön wie Krapp färbe, dass aber ein Zusatz von Kalk oder Kreide sehr nachtheilig wirke, ja selbst jede Färbung verhindere.

Mit Zinn-, Blei- und Kupferbeizen giebt das Alizarin nach Runge nur unansehnliche Farben, nämlich gelbröthliche, rothbräunliche und violettbräunliche, mit Eisenbeize dagegen ein schönes Lilaviolett.

Seife soll nach Runge das mit Alizarin ohne Kreidezusatz gefärbte Zeug bedeutend angreifen, das bei Gegenwart von Kreide gefärbte dagegen gar nicht verändern. Kohlensaures Natron wirke dagegen in allen Fällen vortheilhaft und Kleie sey ohne alle Wirkung.

Das Purpurin ertheilt nach Runge ungebeiztem Kattun eine Rosafarbe, welche durch Alkalien geröthet wird; mit Thonerde gebeiztes Zeug erhält je nach der Menge des Farbstoffs eine vom satten Hochroth bis zum dunklen Braunroth gehende Farbe. Ein Zusatz von Kleie beim Ausfärben macht die Farbe heller und scharlachähnlicher, viel Kleie schadet aber. Zusatz von Kreide ist entschieden schädlich, und selbst im Stande die Färbung vollständig zu verhindern. Nach Runge's Angabe soll das Purpurin das Behufs der Türkischrothfärbung geölte und gebeizte Zeug nicht wirklich türkischroth färben, und die Nüance zu viel Bläuliches haben. Strecker hat dagegen gefunden, dass reines, von Alizarin vollkommen freies Purpurin geöltem und gebeiztem Garn eine schöne hochrothe Farbe, ohne jedes Aviviren mittheilt, welche bei der Behandlung mit Seife sich durchaus nicht ändert. Mit Zinnbeize giebt das Purpurin nach Runge Rosa, mit Bleibeize Ponceau, mit Kupferbeize Rothbraun und mit Eisenbeize Violett. Durch Seife, kohlensaures Natron und Kleie wird das mit Purpurin erzeugte Roth nicht wesentlich geändert, auch im Lichte wird die Farbe nicht merklich angegriffen.

Es sind mehrere Eigenschaften der rothen Krappfarbstoffe bekannt, von welchen man nicht näher weifs, ob sie dem Alizarin, Purpurin oder beiden zugleich zukommen. Sie besitzen z. B. grofse Verwandtschaft zu Thierstoffen und werden von Eiweifslösung aufgenommen; beim Coaguliren des Albumins durch Erhitzen wird sämmtlicher Farbstoff gefällt. Auch phosphorsaurer Kalk, welcher in einer farbstoffhaltigen Eiweifslösung niedergeschlagen wird, entzieht der Lösung den Farbstoff. Die Verwandtschaft des phosphorsauren Kalks zu diesen Farbstoffen erklärt die häufig wiederholte Beobachtung, dass Thiere, deren Nahrung mit Krapp vermischt ist, rothgefärbte Knochen haben, dass ihr Harn mit Ammoniak einen rothen Niederschlag von phosphorsaurem Kalk giebt, und dass bei Kühen die Milch roth gefärbt ist. Die rothe Farbe der Knochen solcher Thiere verschwindet wieder, wenn sie längere Zeit keinen Krapp fressen. Dass die rothen Krappfarbstoffe durch Gährung nicht zersetzt werden, hat zuerst Zenneck beobachtet und zur Befreiung des Krapps von Zucker benutzt. Strecker hat aus Krapp, welcher einige Monate lang mit Hefe und Wasser in einem lose verschlossenen Gefäfse aufbewahrt war, eine reichliche Menge von Purpurin aber kein

Alizarin erhalten, möglich, dass hierbei das Alizarin in Purpurin übergegangen ist.

Aufser den beiden im Vorhergehenden beschriebenen Farbstoffen des Krapps, welche in der Krappfärberei die wichtigste Rolle spielen, sind von verschiedenen Forschern mehrere andere Stoffe aus Krapp dargestellt, und mit abweichenden Namen bezeichnet worden. Alle haben in Uebereinstimmung namentlich einen orangenen oder gelben Farbstoff beobachtet, welcher besonders von Schunck genauer untersucht ist, weshalb wir für denselben den von Schunck vorgeschlagenen Namen Rubiacin beibehalten.

Rubiacin.

Krapporange von Runge. Formel: $C_{31}H_9O_{10}$ (Schunck). Nach Runge's Vorschrift bereitet man sich zur Darstellung des Rubiacins einen kalten Aufguss der unzerkleinerten Alizari bei 15° C., durch Uebergiefsen der mit reinem Wasser abgespülten Wurzeln, mit der achtfachen Menge Wassers und 16 stündige Digestion. Der braune Auszug wird durch Mousselin geseiht, darauf frisches Wasser auf den Krapp gebracht, dieses nach einiger Zeit abgegossen und mit dem ersten Auszug vermischt. Nach 4—6 stündigem Stehen hat sich das Rubiacin aus der Lösung abgeschieden; es wird abfiltrirt, mit kaltem Wasser ausgewaschen und in kochendem Weingeist gelöst, woraus es beim Erkalten krystallisirt, gewöhnlich mit geringen Mengen der rothen Krappfarbstoffe vermengt Um es hiervon zu befreien, wäscht man es so lange mit kaltem Weingeist ab, bis eine Probe sich in Schwefelsäurehydrat mit rein gelber Farbe löst; noch leichter wird eine Beimengung der rothen Farbstoffe durch Zinnbeizkattun erkannt, welcher von reinem Rubiacin nankingartig, ohne Beimengung von Roth gefärbt wird.

Auch Schunck erhielt nach diesem Verfahren Rubiacin aus manchen Krappsorten; in anderen Fällen gelang es ihm nicht, hierbei irgend ansehnliche Mengen davon zu gewinnen. Zur Darstellung des Rubiacins schreibt Schunck folgendes Verfahren vor: Grob zerriebene Krappwurzel wird mehrere Stunden mit Wasser gekocht (auf 1 Pfund Krapp 16 Quart Wasser), die Flüssigkeit durch Leinwand geseiht und mit Säure versetzt, bis sie eine hellgelbe Farbe angenommen hat. Der braune Niederschlag wird auf dem Filter gesammelt, mit Wasser gewaschen und noch feucht mit siedendem Alkohol behandelt. Die abfiltrirte alkoholische Lösung versetzt man mit frisch gefälltem Thonerdehydrat, welches die rothen Farbstoffe, so wie das Rubiacin bindet; der Thonerdelack wird mit Alkohol ausgewaschen und in eine starke, kochende Lösung von kohlensaurem Natron eingetragen. Das kohlensaure Natron zersetzt die Thonerdeverbindung des Rubiacins und löst aufserdem noch mehrere andere Stoffe, wie Rubian und Harze auf, welche sämmtlich durch Salzsäure aus der Lösung gefällt werden. Der braune Niederschlag wird mit Wasser ausgewaschen; so lange noch Säure vorhanden ist, läuft das Wasser farblos ab, später färbt sich dasselbe, dadurch dass Rubian sich löst, welches durch Abdampfen der Lösung erhalten werden kann. Der mit Wasser vollständig ausgewaschene Rückstand giebt an Eisenchlorid oder salpetersaures Eisenoxyd, womit man ihn kocht, Rubiacin und einen harzartigen Körper (Alphaharz von Schunck) ab, wobei zugleich ein Theil des Rubiacins oxydirt und in Rubiacinsäure verwan-

delt wird. Ein anderes Harz (Betaharz von Schunck) bleibt hierbei in Verbindung mit Eisenoxyd ungelöst. Filtrirt man nach längerem Kochen ab, und versetzt die Lösung mit Salzsäure, so fällt ein hellgelber Niederschlag, ein Gemenge von Rubiacin, Rubiacinsäure und Alphaharz, welches wieder mit Wasser ausgewaschen und endlich noch feucht mit kochendem Alkohol behandelt wird, worin Rubian und Alphaharz sich lösen, während Rubiacinsäure ungelöst bleibt. Die heifs abfiltrirte Lösung scheidet beim Erkalten ein citrongelbes Pulver von Rubiacin ab, welches durch wiederholtes Umkrystallisiren aus Alkohol rein erhalten wird. Die auf dem Filter zurückgebliebene Rubiacinsäure wird so lange mit kochendem Alkohol behandelt, als sich dieser noch stark gelb färbt, hierauf mit einer Lösung von kohlensaurem Kali gekocht, worin sie sich mit blutrother Farbe löst und beim Erkalten in Verbindung mit Kali auskrystallisirt. Die Rubiacinsäure lässt sich durch Behandlung mit Schwefelwasserstoff wieder in Rubiacin zurückverwandeln. Zu diesem Zwecke versetzt man die Lösung von rubiacinsaurem Kali mit etwas überschüssigem Kali, leitet einige Zeit Schwefelwasserstoff ein und fällt endlich durch Zusatz von Chlorbarium einen purpurnen Niederschlag, welcher eine Verbindung von Rubiacin und Baryt darstellt. Salzsäure scheidet hieraus Rubiacin ab, das durch Umkrystallisiren aus Alkohol rein erhalten wird.

Higgin[1]) empfiehlt zur Darstellung des Rubiacins, Krapp auf einem Spitzbeutel mit kochendem Wasser auszulaugen, die Lösung durch Schwefelsäure zu fällen und den ausgewaschenen Niederschlag mit seinem gleichen Gewicht an Kalkhydrat zu kochen. Die rothen Farbstoffe gehen hierbei unlösliche Verbindungen mit Kalk ein, während das Rubiacin in Lösung erhalten und durch Zusatz von Schwefelsäure wieder gefällt wird. Der Niederschlag wird ausgewaschen, in kochendem Alkohol gelöst und nach dem Einmengen durch Zusatz von Wasser gefällt.

Das Rubiacin stellt prächtig krystallirte Tafeln und Nadeln von grofsem Glanze dar, die mit Jodblei Aehnlichkeit haben, aber einen etwas grünen Stich besitzen (Schunck). Bei vorsichtigem Erhitzen sublimirt es unzersetzt, gewöhnlich bleibt ein geringer kohliger Rückstand. In kaltem Wasser ist es sehr schwer löslich, etwas leichter in kochendem Wasser, welches hierbei eine gelbe Farbe annimmt. Aether löst Rubiacin leicht auf und hinterlässt es beim Verdunsten als krystallinisches Pulver. Kochender Alkohol löst es leicht mit gelber Farbe und beim Erkalten scheidet sich ein Theil davon ab. In concentrirter Schwefelsäure ist Rubiacin gleichfalls mit gelber Farbe löslich; die Lösung lässt sich ohne Schwärzung erhitzen (Schunck), nach längerer Zeit tritt indessen in der Wärme Zersetzung ein (Higgin). Durch Wasser wird es aus dieser Lösung gefällt. Kohlensaures Kali löst Rubiacin beim Kochen mit blutrother Farbe, kaustisches Alkali mit schöner Purpurfarbe, die aber einen mehr rothen Ton haben, als die Lösungen von Alizarin.

Die Lösung in Ammoniak giebt mit Chlorbarium und Chlorcalcium schmutzig rothe Niederschläge (Schunck); die Verbindung von Rubiacin mit Kalk ist ziemlich leicht löslich (Higgin). Es löst sich in kochender Alaunlösung mit hell orangegelber Farbe auf, ohne dass

---

[1]) Phil. Magaz. Vol. 33, p. 284.

beim Erkalten sich etwas abscheidet; Säuren fällen es aus dieser Lösung. Bringt man zu einer Lösung von Rubiacin in Alkohol Thonerdehydrat, so nimmt letzteres eine orangene Farbe an und die Lösung wird frei von Rubiacin; der Thonerdeniederschlag wird leicht von kaustischem Kali mit Purpurfarbe gelöst, wodurch es sich von Alizarin trennen lässt. Die alkoholische Lösung giebt mit essigsaurem Bleioxyd einen dunkelrothen Niederschlag. Verdünnte Salpetersäure hat auch beim Kochen keine Einwirkung auf Rubiacin, concentrirte zerstört es unter Entwickelung rother Dämpfe. Durch Kochen mit Eisenchlorid oder salpetersaurem Eisenoxyd wird es in Rubiacinsäure verwandelt. Mit Thonerde gebeiztes Zeug wird von Rubiacin gelb gefärbt; Zusatz von Kleie oder viel Kreide verhindert jede Färbung (Runge). Nach Schunck's Angabe färbt Rubiacin gebeiztes Zeug nur sehr unbedeutend, nach Higgin gar nicht.

Rubiacinsäure, Zersetzungsproduct des Rubiacins. Formel: $HO.C_{31}H_7O_{15}$.

Die Bildung dieser Säure aus Rubiacin ist im Vorhergehenden erwähnt worden. Um sie für sich darzustellen, wird eine Auflösung des reinen Kalisalzes in kochendem Wasser mit Salzsäure versetzt, worauf die Rubiacinsäure sogleich als citrongelbes Pulver niederfällt. Kochendes Wasser löst nur sehr wenig von der Säure auf; auch in kochendem Alkohol ist sie nur wenig löslich. Beim Erhitzen schmilzt sie und entwickelt Dämpfe, die sich zu einem Oel verdichten, das zwar fest, aber nicht krystallinisch wird. Concentrirte Schwefelsäure löst Rubiacinsäure ohne Zersetzung mit gelber Farbe; beim Kochen tritt unter Bräunung Zersetzung ein; auf Zusatz von Wasser entsteht alsdann keine Fällung. Auch von concentrirter Salpetersäure wird die Rubiacinsäure zersetzt. In Eisenchlorid löst sie sich mit brauner Farbe und wird durch Säuren wieder daraus gefällt. Schwefelwasserstoff führt die in Alkalien gelöste Rubiacinsäure wieder in Rubiacin zurück. Gebeiztes Zeug wird von Rubiacinsäure nur wenig gefärbt.

Das rubiacinsaure Kali krystallisirt aus der wässerigen Lösung in Nadeln von hell ziegelrother Farbe. Es ist auch in Alkohol löslich; die Lösungen besitzen eine blutrothe Farbe. Beim Erhitzen verbrennt das rubiacinsaure Kali plötzlich mit schwacher Explosion. Concentrirte Kalilauge färbt die Lösung dieses Salzes purpurroth. Chlorcalcium giebt einen orangefarbenen, Chlorbarium einen gelben Niederschlag; mit Alaun entsteht ein gelber, mit Eisenoxydul ein grünlichgrauer, mit Bleizucker ein rother, mit schwefelsaurem Kupferoxyd ein dunkelrother, mit salpetersaurem Silberoxyd ein gelber Niederschlag, der beim Kochen sich nicht ändert; mit salpetersaurem Quecksilberoxydul und mit Quecksilberchlorid ein gelber Niederschlag, mit Zinnchlorür ein schmutzig gelber, mit Zinnchlorid ein hellgelber, mit Goldchlorid ein gelber Niederschlag, der sich in Kalilauge mit Purpurfarbe löst.

Die Zusammensetzung der Rubiacinsäure und des Kalisalzes ist nach Schunck:

	Rubiacinsäure.		Rubiacinsaures Kali.		
	Berechnet.	Mittel d. Vers.	Aeq.	Berechnet.	Mittel d. Vers.
31 Aeq. Kohlenstoff	57,76	57,29	31	51,63	51,66
8 » Wasserstoff	2,48	2,47	7	1,94	2,42
16 » Sauerstoff	39,76	40,24	15	33,31	32,78
— » Kali	—	—	1	13,12	13,14
	100,00	100,00		100,00	100,00

Dieser Formel zufolge verliert Rubiacin bei der Verwandlung in Rubiacinsäure 1 Aeq. Wasserstoff und nimmt 6 Aeq. Sauerstoff auf.

Alizarin, Purpurin und Rubiacin besitzen gemeinsam die Eigenschaft, in Aether und Alkohol löslich, in kaltem Wasser schwer löslich, sublimirbar, und in concentrirter Schwefelsäure ohne Zersetzung löslich zu seyn. Neben ihnen kommt in dem Krapp noch ein gelb gefärbter Stoff vor, welcher leicht löslich in Wasser, unlöslich in Aether, nicht sublimirbar ist und von concentrirter Schwefelsäure zerstört wird.

Diesen von Kuhlmann [1]) zuerst in reinerem Zustande dargestellten Körper bezeichnen wir mit dem Namen:

Xanthin.

Runge hat vermuthlich denselben Stoff unter dem Namen Krappgelb beschrieben; Schunck und Higgin bezeichnen mit dem Namen Xanthin einen von Kuhlmann dargestellten, in vielen Eigenschaften übereinstimmenden Stoff.

Kuhlmann behandelt zur Darstellung des Xanthins den Krapp mit kochendem Alkohol, engt die Lösung ein und versetzt sie mit verdünnter Schwefelsäure, wodurch ein orangegelber Niederschlag entsteht, während Xanthin gelöst bleibt. Durch essigsaures Bleioxyd wird nun die Schwefelsäure entfernt, die Lösung zur Trockne verdampft und mit Alkohol behandelt, worin sich das Xanthin löst und durch Abdampfen erhalten werden kann. Nach diesem Verfahren ist dasselbe indessen jedenfalls mit dem in dem Krapp enthaltenen Zucker und verschiedenen Salzen verunreinigt. Reiner wird es erhalten, wenn man den zur Trockne verdampften Krappauszug mit kaltem Wasser behandelt, durch Zusatz von essigsaurem Bleioxyd einige fremde Beimengungen fällt, und die filtrirte Lösung mit Barytwasser versetzt, wodurch ein Niederschlag von Xanthin-Bleioxyd entsteht, den man auswäscht und mit Schwefelsäure zersetzt. Die überschüssige Schwefelsäure entfernt man durch Barytwasser, dampft die Lösung zur Trockne ein und behandelt den Rückstand mit Alkohol, worin sich nur das Xanthin löst.

Runge stellt sein Krappgelb nach folgendem Verfahren dar: Holländischer Krapp, welcher diesen Stoff am reichlichsten enthält, wird mit der 16fachen Wassermenge angerührt, nach einiger Zeit abfiltrirt und mit Kalkwasser vermischt. Den rothen Niederschlag zersetzt man mit Essigsäure, kocht die Lösung zur Entfernung beigemengten Purpurins mit Wolle, die mit Alaun gebeizt ist, so lange, bis diese eine Eisenrostfarbe annimmt, worauf man die Flüssigkeit verdampft, den Rückstand in Alkohol löst und mit einer alkoholischen Bleizuckerlösung fällt. Der scharlachrothe Niederschlag wird mit Weingeist ausgewaschen, in Wasser gelöst und durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Runge hat die Eigenschaften seines Krappgelbs nicht näher beschrieben; er erwähnt nur, dass er dem Thonbeizkattun eine blasse Nankingfarbe mittheile.

Higgin zieht den Krapp mit kochendem Wasser aus, fällt durch Schwefelsäure die in Wasser schwer löslichen Stoffe, neutralisirt hierauf mit kohlensaurem Natron und digerirt die Lösung bei 55° mit wenig Thonerdehydrat, wodurch Spuren von gelöstem Alizarin und Rubiacin entfernt werden. Durch Zusatz von Barytwasser wird Schwefelsäure und Phosphorsäure aus der Lösung gefällt und endlich das Xanthin

[1]) Bulletin de la Société industr. de Mulhausen. T. I, p. 182.

durch basisch essigsaures Bleioxyd niedergeschlagen. Den rothen, mit kaltem Wasser ausgewaschenen Niederschlag zersetzt man durch Schwefelwasserstoff, wobei das Xanthin von dem Schwefelblei zurückgehalten wird, so dass man durch Auswaschen mit kaltem Wasser alle fremden Stoffe entfernen kann. Durch Behandlung mit kochendem Wasser geht das Xanthin in Lösung über und bleibt beim Abdampfen desselben zurück. Der Rückstand wird dann nochmals in Alkohol gelöst und die klare Lösung verdampft.

Kuhlmann beschreibt das Xanthin als einen lebhaft orangegelben Extract, welcher in Wasser und Alkohol sehr leicht löslich, in Aether fast unlöslich ist. Durch Alkalien wird derselbe mehr roth, durch Säuren mehr gelb gefärbt. Concentrirte Schwefelsäure fällt aus der wässerigen Lösung des Xanthins ein grünes Pulver, welches in Wasser unlöslich ist. Das Xanthin besitzt den Geruch des Krapps und einen süfsen zugleich bitteren Geschmack. Higgin hat an seinem Xanthin ziemlich mit dem Vorhergehenden übereinstimmende Eigenschaften beobachtet; das reine Xanthin soll indessen durchaus nicht süfs, sondern rein bitter schmecken. Als charakteristisch für Xanthin erwähnt er die Zersetzung beim Kochen desselben mit verdünnter Salzsäure oder Schwefelsäure, wobei ein grünes, unlösliches Pulver sich niederschlage. Concentrirte Schwefelsäure löse dagegen das Xanthin mit orangegelber Farbe auf; beim Erwärmen erleide es eine Veränderung, indem es in einen dem Rubiacin ähnlichen Stoff verwandelt werde, und erst bei längerem Kochen werde die Lösung braun gefärbt. Durch basisch essigsaures Bleioxyd werde es fast vollständig gefällt; auch gebe die Lösung in Alkalien mit Alaun einen dunkelrothen Lack.

Das Xanthin färbt, nach Kuhlmann, gebeiztes Zeug lebhaft orangegelb; nach Higgin dagegen besitzt das reine Xanthin nur ein schwaches oder fast kein Färbungsvermögen.

Schunck hat das Xanthin nicht in annähernd reinem Zustande dargestellt, sondern vermengt mit verschiedenen Salzen und mit Zucker. Dagegen hat er einen von dem Xanthin verschiedenen Bitterstoff aus Krapp erhalten und mit dem Namen Rubian bezeichnet. Es ist im Vorhergehenden bei der Darstellung des Rubiacins nach Schunck erwähnt worden, dass beim Auswaschen des Gemenges von Rubiacin und Rubian mit kaltem Wasser, sobald die Säure entfernt ist, das Wasser gefärbt abläuft; es enthält nun Rubian und Pectinsäure gelöst, die durch Abdampfen erhalten und durch Behandlung mit kochendem Alkohol getrennt werden, worin das Rubian sich löst. Letzteres wird durch Abdampfen als ein amorpher, in dünnen Schichten gelber, in dickeren Massen dunkelbrauner Körper erhalten. Die wässerige Lösung ist gelb gefärbt und von bitterem Geschmack. Die concentrirte kochende Lösung erstarrt beim Erkalten zu einer Gallerte. Beim Erhitzen schmilzt es, bläht sich auf und verkohlt, wobei es eine geringe Menge eines gelben, dem Rubiacin ähnlichen, krystallinischen Sublimats liefert. In concentrirter Schwefelsäure ist das Rubian mit rother Farbe löslich, beim Erhitzen tritt Schwärzung ein. Durch Salpetersäure wird es zersetzt. Alle Säuren fällen das Rubian aus seiner wässerigen Lösung als gelbe Flocken. Die Lösung giebt mit Kalk- und Barytwasser rothe flockige Niederschläge, mit Eisenchlorid und Bleizucker braune Flocken; auch fällt es Silberlösung, aber nicht Sublimat, Gallustinctur und Leimlösung. Alkalien röthen die Lösung, und beim Kochen mit Kalilauge entweicht

Ammoniak, ein Beweis, dass das Rubian Stickstoff enthält. Rubian färbt gebeiztes Zeug nur sehr schwach. Beim Abdampfen erleidet es, wenn Sauerstoff zugegen ist, Zersetzung. Dabei scheidet sich eine dunkelbraune harzartige Masse ab, welche Rubiacin, vermengt mit einem Stoffe, zu enthalten scheint, welchen Schunck auch direct aus Krapp dargestellt und unter dem Namen:

Alphaharz beschrieben hat. Bei der Darstellung des Rubiacins, nach Schunck, ist erwähnt worden, wie man das Gemenge von Rubiacin und Alphaharz in kochendem Alkohol gelöst erhält, woraus beim Erkalten der gröfste Theil des Rubiacins auskrystallisirt. Setzt man hierauf kochendes Wasser zu, so scheidet sich das Harz in der Form dunkelbrauner Tropfen ab, welche zu Boden sinken, während das Rubiacin als leichtes Pulver in der Flüssigkeit schwimmt und abgegossen wird. Durch Wiederholung dieser mechanischen Operation wird das Alphaharz als dunkelbraune oder röthlichbraune spröde Masse erhalten, welche bei 65° weich und bei 100° in Tropfen flüssig wird. In kochendem Wasser wenig löslich, wird es von Alkohol, sowie von Schwefelsäure, mit orangener Farbe aufgenommen und durch Wasser wieder in gelben Flocken gefällt. In kaustischen und kohlensauren Alkalien löst es sich mit purpurrother Farbe; die ammoniakalische Lösung giebt mit Kalk- und Barytlösung purpurne, mit Alaun und salpetersaurem Silberoxyd schmutzig rothe Niederschläge. In alkalischer Lösung wird es durch Chlorgas zersetzt. Mit Alaun gebeiztes Zeug wird von dem Alphaharz schwach orange gefärbt, mit Eisenbeize braun; auch die ungebeizten Stellen des Zeuges nehmen eine unangenehme gelbe Färbung an.

Betaharz. Dieser von Schunck aus Krapp dargestellte Körper bleibt in Verbindung mit Eisenoxyd bei der Gewinnung des Rubiacins ungelöst zurück; durch Kochen mit Salzsäure von Eisenoxyd befreit, und darauf in kochendem Alkohol gelöst, scheidet es sich beim Erkalten als braunes Pulver ab. In siedendem Wasser schmilzt es kaum und es löst sich wenig mit gelber Farbe auf; durch Säuren wird es wieder vollständig als gelbe Flocken gefällt. Die alkoholische Lösung ist dunkelgelb und röthet Lackmus. Concentrirte Schwefelsäure löst es mit dunkelbrauner Farbe; kaustische und kohlensaure Alkalien nehmen es mit schmutzig rother Farbe auf, erstere mit einem Stich ins Purpurne. Kalk- und Barytlösungen geben mit der ammoniakalischen Lösung gelbe Niederschläge. Gegen gebeiztes Zeug verhält es sich wie das Vorhergehende.

Runge hat mit dem Namen Krappbraun einen aus Krapp dargestellten Stoff bezeichnet, welcher weder in Wasser noch in Alkohol löslich ist und eine schwarzbraune trockene Masse bildet.

Aufserdem hat man in dem Krapp nachgewiesen: Pectinsäure (Schunck), Zucker und geringe Mengen von organischen Säuren, nämlich Oxalsäure (Schunck), Aepfelsäure (Kuhlmann), Krappsäure und Rubiaceensäure. Das Vorkommen von Aepfelsäure ist nach den neueren Untersuchungen in Zweifel zu ziehen; über die beiden letzten von Runge unterschiedenen Säuren weifs man sehr wenig; es sind farblose Körper, deren einer, die Rubiaceensäure nämlich, durch die Eigenschaft ausgezeichnet ist, beim Erhitzen mit Salzsäure blau gefärbt zu werden. Der Krapp enthält ferner, nach John, etwa 44 Proc. Holzfaser und wechselnde Mengen unorganischer Bestandtheile. Unter den verschiedenen Krappsorten zeichnet sich namentlich der Avignon-Krapp,

besonders der Palud, durch einen ansehnlichen Gehalt an kohlensaurem Kalk aus, der sich beim Uebergiefsen mit Säuren durch Aufbrausen zu erkennen giebt. Die Zusammensetzung der unorganischen Bestandtheile des Krapps ist nach verschiedenen Analytikern[1]):

	Elsässer Krapp nach H. Köchlin. I.	Elsässer Krapp nach H. Köchlin. II.	Seeländischer Krapp nach A. May.	Krappsamen nach Schiel.
Kali . . .	29,35	26,64	3,42	20,08
Natron . .	15,89	11,67	25,76	6,20
Kalk . . .	34,54	29,25	16,29	29,89
Magnesia . .	3,72	3,68	3,17	2,48
Eisenoxyd .	1,18	3,36	2,67	3,74
Phosphorsäure	5,26	4,62	16,84	5,10
Chlornatrium	4,71	13,25	12,58	10,29
Schwefelsäure	3,68	2,14	2,86	3,00
Kieselsäure .	1,64	5,36	16,41	19,22
	100,00	100,00	100,00	100,00

Der Elsässer Krapp I. war auf einem sehr kalkreichen Boden gewachsen, er gab 8,25 Proc. Asche. Elsässer Krapp II. hinterliefs 8,42 Proc. Asche. Der Krappsamen von Avignon gab 8,14 Proc. Asche.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass alle im Vorhergehenden beschriebenen Stoffe, welche man aus Krapp dargestellt hat, in demselben fertig gebildet vorhanden sind; im Gegentheil leiten viele Beobachtungen darauf hin, dass mehrere derselben durch Zersetzung aus den übrigen entstanden sind. Die Thatsache, dass der in Fässern verpackte Krapp in Folge einer allmälig stattfindenden Gährung zum Färben geeigneter wird, hat schon früher auf die Vermuthung geführt, dass bei diesem Processe Farbstoff entstehe, eine Ansicht, welche durch sorgfältige mikroskopische Beobachtungen von Decaisne[2]) eine weitere Bestätigung erhielt. Die frische Krappwurzel enthält in den Zellen eine durchsichtige, gelbe Flüssigkeit, welche, sobald sie beim Durchschneiden der Zellen mit der Luft in Berührung kommt, sich trübt und eine rosenrothe Farbe annimmt. Mit dem zunehmenden Alter der Pflanze wird die gelbe Farbe der Wurzel verstärkt, wodurch auch bei Berührung mit Sauerstoff die Intensität der rothen Farbe steigt. Es mag übrigens hier daran erinnert werden, dass die rothen Farbstoffe des Krapps für sich gelbe oder orangene Lösungen geben, und dass sie sich erst in Folge ihrer Verbindung mit Alkalien roth färben.

Higgin nimmt als Mutterstoff sämmtlicher Farbstoffe des Krapps das Xanthin an; er will den allmäligen Uebergang desselben in Rubiacin und später in Alizarin (mit welchem Namen er das von ihm dargestellte Gemenge von Alizarin und Purpurin bezeichnet) beobachtet haben. Er giebt an, dass, wenn man Krapp mit kaltem Wasser anrühre, und nach einigen Minuten die Flüssigkeit abseihe, diese die Baumwolle tief gelb färbe, wie Xanthin. Diese Flüssigkeit besitze ferner einen bittern, zugleich süfsen Geschmack; nach ein bis zweistündigem Stehen werde dieselbe gallertartig, und habe hierauf den bitteren Geschmack verloren, es habe sich ein orangerother Niederschlag ausgeschieden, und Kattun

[1]) Annal. d. Chem. u. Pharm. Bd. 54, S. 345 u. 346 u. Bd. 69, S. 144.
[2]) Journ. f. prakt. Chem. Bd. XV. S. 393.

werde nur noch blass röthlich, ohne Beimengung von Gelb gefärbt. Higgin giebt ferner an, dass er einen derartigen frischen Krappauszug in zwei Theile getheilt habe; aus dem einen Theile habe er sogleich Xanthin dargestellt und eine reichliche Menge davon erhalten, der andere Theil, welcher längere Zeit stehen blieb, habe nach dem nämlichen Verfahren kein Xanthin, dagegen mehr Rubiacin und Alizarin geliefert. Die Umwandlung des Xanthins in Rubiacin und Alizarin geschehe nicht in Folge einer Oxydation, da dieselbe auch im leeren Raume stattfinde, sondern sie sey verursacht durch eine Gährung, welche durch ein eigenthümliches, im Krapp enthaltenes Ferment bewirkt werde. Wenn es auch wahrscheinlich ist, dass die gelben Farbstoffe das Material für die Bildung der rothen Farbstoffe sind, wobei gleichzeitig vielleicht Zucker entsteht, so bedarf es doch neuer Versuche, um nachzuweisen, welche Stoffe von einander abstammen; hierzu müssen aber die reinen, aus Krapp darzustellenden Stoffe angewandt und mit Fermenten versetzt werden. Die grofse Aehnlichkeit in den Eigenschaften der beiden rothen Farbstoffe lässt eine nahe Beziehung derselben nicht verkennen. In einer so eben erschienenen Abhandlung haben Wolff und Strecker[1]) gezeigt, dass auch das Purpurin, sowie das Alizarin, bei der Behandlung mit Salpetersäure Phtalsäure liefert. Sie haben ferner angegeben, dass Alizarin durch Chlor in Purpurin übergeführt werde, und sie glauben hiernach dem Purpurin die Formel $C_{18}H_6O_6$ geben zu müssen.

Statt des Krapps werden zuweilen verschiedene aus Krapp bereitete Materialien bei der Färberei angewendet; es sind dies besonders: Garancin, Garanceux, Colorin und Krapplack.

Die Darstellung von Garancin und Garanceux, welche eine immer bedeutendere Ausdehnung gewinnt, beruht auf der Nichtzerstörbarkeit der rothen Krappfarbstoffe durch concentrirte Schwefelsäure. Sie ist in den zwei Art. Garancin und Garanceux ausführlich beschrieben. Das unter dem Namen Colorin zuerst von Lagier und Thomas in den Handel gebrachte Krappräparat wird durch Ausziehen des durch Schwefelsäure verkohlten Krapps mit Alkohol und Eindampfen dargestellt; es ist ein ocherfarbiges Pulver, welches alle Farben wie der Krapp erzeugt.

Der Krapp findet ausschliefslich Anwendung — da sein Gebrauch in den Apotheken fast ganz verlassen ist — in der Färberei der Baumwolle und Wolle, welchen er Farben mittheilt, die an Schönheit und namentlich an Dauerhaftigkeit zu den vorzüglichsten gerechnet werden.

Die Wolle wird mit Krapp nur roth gefärbt, welche Farbe dem Cochenilleroth hinsichtlich des Glanzes und Feuers zwar bedeutend nachsteht, aber dasselbe an Haltbarkeit und Wohlfeilheit weit übertrifft, weshalb besonders gröbere Tuchsorten damit gefärbt werden. Die Wolle wird mit Alaun und Weinstein gebeizt und in einem warmen Bade mit Krapp zusammengebracht, dessen Temperatur allmälig bis auf etwa 94° gesteigert und hierbei längere Zeit erhalten wird, worauf noch einige Minuten bis zum Sieden erhitzt werden kann. Um die Farbe heller und glänzender zu machen, wird gewöhnlich in dem Farbekessel etwas Zinnlösung zugesetzt. Uebrigens verbindet sich die Wollenfaser auch ohne Beize mit den rothen Krappfarbstoffen.

---

[1]) Annal. der Chemie und Pharmacie, Bd. LXXV, S. 1.

Weit wichtiger ist der Krapp für die Baumwollenfärberei und Kattundruckerei, wobei er zur Erzeugung aller Nüancen zwischen Rosa, Roth, Braun, Violett und Schwarz dient. Es sind hierbei hauptsächlich zwei wesentlich verschiedene Arten zu unterscheiden, nämlich die gewöhnliche Krapprothfärberei und die Türkischrothfärberei (siehe Art. Rothfärberei), welche letztere dadurch von der ersteren verschieden ist, dass die Zeuge oder Garne vorher geölt werden.

Die Operationen, welchen das Garn oder Zeug bei der gewöhnlichen Krapprothfärberei unterworfen wird, bestehen in Folgendem: 1) Auskochen mit schwacher Kalilauge, Auswaschen und Trocknen; 2) Galliren, durch Behandlung mit einem Decoct von Galläpfeln oder Schmack; 3) Beizen, mit Alaun und Kreide oder essigsaurer Thonerde, und abermaliges Auswaschen und Trocknen; 4) Ausfärben mit Krapp in Wasser, welches anfangs lauwarm, allmälig bis zum Sieden erhitzt wird; 5) Auswaschen und Schönen im Seifen- und Kleienbad.

Eines der interessantesten Beispiele, wie weit die blofse Empirie in der Ausbildung eines Verfahrens kommen kann, ist die Türkischroth- oder Adrianopelrothfärberei, welche eine grofse Anzahl von Operationen erheischt, die gröfstentheils von der Theorie noch nicht gehörig erklärt und daher noch nicht durch diese verbessert werden konnte, obwohl kein Zweifel vorhanden seyn kann, dass nach dem richtigen Verständniss derselben eine bedeutende Abkürzung und Vervollkommnung möglich ist. Das Verfahren weicht in verschiedenen Fabriken einigermaafsen ab. In Elberfeld, woselbst gegenwärtig mit die vorzüglichsten türkischrothen Garne verfertigt werden, besteht es in Folgendem: 1) Reinigen der Baumwolle durch Kochen mit schwacher Pottaschenlauge und Auswaschen; 2) Passiren durch ein Bad aus Wasser, Pottasche, Schaafmist und Olivenöl, welches viermal wiederholt wird, wobei jedesmal das Garn eine Nacht liegen bleibt, ausgerungen und getrocknet wird; 3) Passiren durch das Hauptölbad (Weifsbad), eine Emulsion von Olivenöl in Wasser und Pottasche; auch diese Operation wird viermal wiederholt und zwischen jeder das Garn über Nacht liegen gelassen, ausgerungen und getrocknet; 4) Auswaschen in Wasser und Trocknen; 5) Galliren in einem warmen Decoct aus Galläpfeln und Schmack, Ausringen und Trocknen; 6) Alaunen in einer mit Kreide versetzten Alaunlösung, Auswaschen; 7) Krappen in einem mit Krapp, Schmack, Galläpfeln und Blut versetzten Wasser, welches in etwa zwei Stunden bis zum Kochen erhitzt wird; 8) Aviviren durch Kochen bei höherem Druck mit Wasser, Orleans, Kleie, Pottasche und Seife, Auswaschen und Trocknen; 9) Rosiren durch Kochen mit Wasser, Seife und mit Salpetersäure und Salzsäure versetztem Zinnsalz, Abspülen und Trocknen. Gewöhnlich wird das avivirte Garn in Säure gelegt und hiernach zum Rosiren in ein Bad aus Zinnsalz und Seife gebracht.

Man hat verschiedene Theorieen aufgestellt, um die Wirkung einer jeden dieser Operationen zu erklären; möglich, dass eine oder die andere richtig ist, aber es fehlt bis jetzt eine jede Begründung. Die Untersuchungen der fertig gefärbten Baumwolle haben ergeben, dass sie neben rothem Farbstoff (Alizarin und Purpurin?) eine nicht unbedeutende Menge einer fettartigen Säure, frei von Glycerin, enthält, so wie als Basis Thonerde und Kalk. Die fette Säure, welche offenbar durch eine Art von Gährung aus dem Oel entsteht, wobei vielleicht der Schaafmist das Ferment liefert, soll, nach Persoz, haupt-

sächlich die Verbindung des Farbstoffs mit der Baumwolle vermitteln, so dass die aus dem geölten Garn abgeschiedene Säure, auf andere Baumwolle übertragen, leztere zur ächten Färbung durch Krapp ohne weitere Beize geeignet mache. Als Bestätigung dieser Ansicht führt Persoz eine Beobachtung Chevreul's an, dass ein von diesem Chemiker untersuchtes, türkischroth gefärbtes Garn nur eine Spur von Thonerde enthalten habe. Persoz glaubt hiernach, dass durch eine passende Darstellung jener veränderten Fettsäure und Beizen der Baumwolle damit die Anwendung des Alauns gänzlich vermieden werden könne.

Eine zuerst von Hausmann beobachtete und vollkommen constatirte Thatsache bei der Krappfärberei ist die Nothwendigkeit des Vorhandenseyns einer gewissen Menge von Kalk, um solide Farben zu erhalten. Die Paluds, welche schon eine hinreichende Menge von kohlensaurem Kalk enthalten, bedürfen keines Zusatzes, aber der Elsässer und holländische Krapp muss mit Kreide versetzt werden. Schunck, welcher fand, dass das reine Alizarin durch kohlensauren Kalk an Färbungsvermögen abnimmt oder es ganz verliert, erklärt die vortheilhafte Wirkung der Kreide dadurch, dass er annimmt, dieselbe verbinde sich vorerst mit Pectinsäure, Rubiacin und den beiden Harzen des Krapps, welche hierdurch abgeschieden und unschädlich gemacht würden, so dass das Alizarin allein sich mit Thonerde oder Eisenoxyd vereinigen könne. Bei Ueberschuss an Kreide werde auch das Alizarin sich mit Kalk vereinigen und hierdurch ein Verlust an Farbstoff entstehen. Es ist nachgewiesen, dass das Färben mit Krapp nur in vollkommen neutralen Flüssigkeiten möglich ist, und die Kreide hat daher wahrscheinlich den Zweck, die in dem Krapp vorhandenen oder beim Kochen desselben entstehenden Säuren sogleich zu binden. Persoz glaubt, dass der Kalk sich mit der Thonerde auf dem Garne in einem bestimmten Verhältniss verbinde, und dass diese Verbindung die Basis für die Beize abgebe. Gewöhnlich wenden die Krappfärber nicht eine einzige Sorte Krapp an, sondern ein Gemenge verschiedener Sorten, von welchen ein Theil überschüssigen Kalk enthält.

Die Anwendung des Krapps in der Kattundruckerei ist aufserordentlich bedeutend. Es ist hier nicht der Ort, näher darauf einzugehen, und es mag nur noch erwähnt werden, dass zur Erzeugung violetter Farben eine Beize von holzessigsaurem Eisenoxyd, für Braun eine aus essigsaurer Thonerde und essigsaurem Eisenoxyd gemengte Beize angewandt wird. Häufig wird dem Krapp noch anderes Farbematerial beigemengt (z. B. Campechenholz für Schwarz), um wechselnde Farbentöne hervorzubringen. *Stkr.*

Krapp, Prüfung desselben. Die im Handel vorkommenden Krappsorten enthalten wechselnde Mengen von rothem Farbstoff, welcher für den Werth des Krapps in der Färberei hauptsächlich maafsgebend ist, so dass eine Bestimmung des Gehalts daran oder des Färbevermögens zur Bestimmung des Werthes der Krappsorte nothwendig erscheint. Aufserdem ist der Krapp häufigen Verfälschungen unterworfen und zwar besonders mit Sand, Thon, gestofsenen Ziegelsteinen, Ocker, sowie mit Pflanzenstoffen, Sägespähnen, Kleie, Campecheholz, Sandelholz u. s. w. Die Verfälschungen mit Mineralstoffen sind leicht durch Verbrennen einer gewogenen kleinen Menge des Krapps und Wägen der Asche zu erkennen. Der Gehalt verschiedener ächter Krapp-

sorten an Asche schwankt nach den Bestimmungen von Persoz zwischen 6,3 und 10,7 Proc. des bei 100° getrockneten Krapps. Zusätze von anderen Pflanzenstoffen sind schwieriger zu entdecken, am besten noch durch sorgfältiges Untersuchen mit der Loupe.

Bei dem Prüfen des Krapps hat man zwei verschiedene Wege eingeschlagen. Man versuchte nämlich entweder den Farbstoff aus dem Krapp darzustellen und dessen Menge zu bestimmen, oder man färbte gebeiztes Zeug mit dem zu prüfenden Krapp und verglich die zur Erzeugung einer bestimmten Farbe nothwendige Menge mit der Menge eines anderen Krapps von bekanntem Werth. Die erstere Methode bietet geringe Zuverlässigkeit dar, da die Darstellung einigermaafsen reinen Farbstoffs aus dem Krapp schon sehr weitläufige Operationen erheischt und die Menge unreinen Farbstoffs nicht maafsgebend für den Gehalt an reinem Farbstoff seyn kann. Die zweite, von Schlumberger besonders ausgebildete Methode belehrt dagegen bei geeigneter Ausführung den Fabrikanten über Alles, was er zu wissen braucht.

Da der Krapp verschiedenen Wassergehalt zeigt, so ist es nothwendig, eine gewogene Portion bei 100° zu trocknen und durch den Gewichtsverlust die Menge der Feuchtigkeit zu ermitteln. Es handelt sich nun zuerst darum, eine Farbenscala zu erhalten, welche zur Schätzung des Werthes verschiedener Krappsorten geeignet ist. Zu diesem Zweck bereitet man sich eine gewisse Menge gleichmäfsig mit Alaun gebeizten Kattuns und schneidet diesen in gleich grofse Stücke, von etwa ½ Quadratfufs. Man wiegt ferner genau 1, 2, 3 bis etwa 15 Grm. einer Krappsorte von bekannter Güte ab, bringt jede Probe für sich in ein Glasgefäfs mit weitem Hals mit etwa ¾ Liter destillirtem, 40° warmem Wasser, nebst dem halben Quadratfufs Kattun, und erwärmt das Ganze in einem auf Kohlen stehenden Wasserbade, so dass nach 1½ Stunde die Temperatur sich auf 70° erhöht hat, worauf man zum Kochen erhitzt und dieses etwa ½ Stunde unterhält. Der Kattun wird hierauf gewaschen und getrocknet, jede Probe in zwei gleiche Theile getheilt und die eine Hälfte in ein Seifenbad aus 4 Liter Wasser von 40° und 10 Grm. Seife gebracht, darin ½ Stunde gelassen, ferner in einem Bade aus 4 Liter Wasser und 5 Grm. Salpetersäure von 1,327 spec. Gewicht bei 40° ½ Stunde gelassen und, nachdem es noch ein dem ersten gleiches, aber siedendes Seifenbad passirt hat, gewaschen und getrocknet.

Will man nun eine andere Krappsorte prüfen, so wiegt man sich etwa 10 Grm. davon ab und färbt damit ½ Quadratfufs desselben gebeizten Kattuns, wobei man genau auf die Weise verfährt, wie bei der Anfertigung der Farbenscala, und vergleicht zuletzt den erhaltenen Farbenton mit der Probescala. Wenn man endlich die Hälfte des gefärbten Kattuns obigen Operationen des Avivirens aussetzt, so erfährt man alle zur Bestimmung des Werthes einer Krappsorte nöthigen Elemente. Da manche Krappsorten eines Zusatzes von Kreide bedürfen, um ihre ganze Färbekraft zu entwickeln, so hat man vorher hierüber vergleichende Versuche bei Prüfung einer neuen Krappsorte anzustellen. Man färbt daher bei einer solchen Probe: 1) mit destillirtem Wasser, 2) unter Zusatz von etwa 10 Proc. Kreide, 3) mit etwa 5 Proc. Kreide. Durch Vergleichung der hierbei erhaltenen Resultate erfährt man leicht, ob und welcher Zusatz von Kreide für die untersuchte Krappsorte nothwendig ist.

Stkr.

Krappbraun s. Krapp, S. 608.

Krappgelb s. Krapp, S. 606.

Krapplack. Mit diesem Namen bezeichnet man allgemein die Thonerdeverbindungen des Alizarins und Purpurins. In früheren Zeiten wurde der Krapplack nur in der Oelmalerei angewandt, während er jetzt auch in der Kattundruckerei eine bedeutende Rolle spielt. Die Bereitung desselben ist zum grofsen Theil Geheimniss einzelner Fabriken. Robiquet und Colin haben (1826) zur Darstellung von Krapplack folgendes Verfahren angegeben: Krapp wird mit der vierfachen Menge kalten Wassers $^1/_4$ Stunde digerirt, abgepresst und dieses zwei bis dreimal wiederholt. Hierauf behandelt man den Rückstand bei etwa 100° mit $^1/_2$ Alaun und 6 Theilen Wasser 3 bis 4 Stunden lang, filtrirt ab, und fällt die Lösung mit kohlensaurem Natron, oder auch mit Boraxlösung. Durch fractionirte Fällung erhält man mehrere Präparate von verschieden intensiver Färbung. Persoz[1]) empfiehlt gegohrenen oder mit verdünnter Glaubersalzlösung gut ausgewaschenen Krapp mit seinem gleichen Gewicht Alaun und der 10fachen Wassermenge 15 Minuten lang zu kochen, durch Spitzbeutel zu filtriren, die Flüssigkeit bei 35° bis 40° mit kohlensaurem Natron ($^1/_8$—$^1/_{10}$ des angewandten Alauns) zu versetzen und durch Kochen hieraus basisch schwefelsaure Thonerde zu fällen, welche den Farbstoff aufnehme und einen schönen Lack bilde, der nur noch mit Wasser ausgewaschen zu werden brauche. Dieser Krapplack löst sich in Essigsäure auf. *Stkr.*

Krapporange, syn. mit Rubiacin, s. Krapp, S. 603.

Krapppurpur, syn. mit Purpurin, s. Krapp, S. 598.

Krapproth, syn. mit Alizarin, s. Krapp, S. 593.

Krappsäure ist von Runge eine in dem Krapp enthaltene farblose, nicht näher untersuchte Säure genannt (s. Krapp, S. 608).

Krausemünzöl, *Oleum menthae crispae.* Das Oel, welches man erhält, wenn das frische Kraut der Krausemünze (*Mentha crispa*, Familie der Labiaten) mit Wasser destillirt wird, besitzt ein specif. Gewicht = 0,969, ist blassgelb von Farbe, wird aber mit der Zeit rothgelb und hat den eigenthümlichen, stark aromatischen Geruch der Pflanze. Es enthält Stearopten, was sich bei sehr niederer Temperatur abscheidet. Im Allgemeinen scheint es dem Pfeffermünzöl nahe zu stehen, ist aber nicht genauer untersucht. *V.*

Kreatin (von κρεας, Fleisch). Bestandtheil der Fleischflüssigkeit der Wirbelthiere (s. Fleisch). Entdeckt von Chevreul[2]) (1835), konnte später von mehreren Chemikern nicht dargestellt werden; von anderen wurde es nur in kleiner Menge erhalten, bis Liebig[3]) es näher untersuchte (1846) und die Schwierigkeit der Darstellung wegräumte. Es kommt aufserdem in dem Harn vor, oder lässt sich wenigstens daraus darstellen.

---

[1]) Traité de l'impression des tissus. I. 507.
[2]) Journal de Pharm. Bd. XXI. S. 236.
[3]) Annalen der Chemie und Pharm. Bd. LXII. S. 286.

Formel: $C_8H_9N_3O_4 + 2aq.$ (Liebig). Es verliert bei 100° 2 At. Krystallwasser (12,08 Proc.).

Zur Darstellung des Kreatins aus Fleisch kann man jede Fleischsorte benutzen und wird daher solches wählen, welches am wohlfeilsten zu erhalten ist. Am einfachsten gelingt dieselbe bei Anwendung von Hühnerfleisch. Dabei ist zu beachten, dass das Fleisch magerer Thiere mehr Kreatin liefert, als das von fetten Thieren, welches letztere sich aufserdem auch schwerer bearbeiten lässt. Thiere, welche sich viel bewegen, geben mehr Kreatin, als die im Stalle gefütterten. Das soviel wie möglich von Fett befreite Fleisch (etwa 10 Pfund) wird fein zerhackt und die eine Hälfte desselben mit 5 Pfund destillirtem Wasser übergossen, mit den Händen durchgeknetet und in einem Sack von grober Leinewand möglichst ausgepresst. Der Rückstand wird nochmals mit der gleichen Wassermenge angerührt und wieder ausgepresst. Die bei der zweiten Pressung erhaltene Flüssigkeit dient zur Ausziehung der anderen Hälfte des rohen Fleisches. Die erste Hälfte wird endlich noch zum dritten Male mit Wasser angerührt und auch dieses zur Ausziehung der zweiten Hälfte benutzt. Die vereinigten Flüssigkeiten werden durch ein Tuch geseiht und in einer Porzellan- oder Silberschale zum Sieden erhitzt, wobei Albumin und Farbstoff sich abscheiden. Man seiht wieder durch Tuch, presst den voluminösen Rückstand aus und filtrirt endlich. Man erhält hierdurch bei Kalb-, Hühner- oder Fischfleisch farblose, bei anderen Fleischsorten mehr oder weniger gefärbte Flüssigkeiten; alle färben sich beim Abdampfen, sowohl über freiem Feuer, als im Wasserbade. Um diese Färbung zu verhindern, versetzt man die Flüssigkeit mit Barytwasser, so lange noch ein Niederschlag von phosphorsaurem Baryt und phosphorsaurer Magnesia entsteht, filtrirt denselben ab und verdampft das Filtrat in flachen Porzellanschalen im Wasserbade oder Sandbade mit der Vorsicht, dass die Flüssigkeit nie ins Kochen kommt. Bei mehreren Fleischsorten bildet sich hierbei auf der Oberfläche der Flüssigkeit eine schleimige Haut, die man so oft abnimmt, als sie sich erneuert. Wenn die Flüssigkeit auf $^1/_{20}$ ihres Volums eingeengt ist, und eine dickliche Beschaffenheit angenommen hat, überlässt man sie an einem mäfsig warmen Orte dem Verdunsten, worauf bald die Oberfläche derselben und die Wände des Gefäfses sich mit Krystallen von Kreatin bekleiden. Dieselben werden auf dem Filter gesammelt, anfangs mit Wasser, später mit Weingeist ausgewaschen und aus siedendem Wasser umkrystallisirt.

Folgende Zahlen drücken die Menge von Kreatin aus, welche man aus 1000 Thln. Fleisch gewinnen kann:

	Nach Liebig.	Nach Gregory.	
Hühnerfleisch . .	3,2	3,21	2,9
Ochsenherzfleisch .	»	1,375	1,42
Kabeljaufleisch . .	»	0,935	»
Taubenfleisch . .	»	0,825	»
Pferdefleisch . .	0,72	»	»
Ochsenfleisch . .	0,697	»	»
Rochenfleisch . .	»	0,607	»

Weder in der Leber, noch im Gehirn und den Nieren ist Kreatin enthalten, dagegen in allen Muskeln.

Häufig wendet man mit Vortheil zur Darstellung des Kreatins Men-

schenharn an. Derselbe wird mit Kalkmilch neutralisirt, zur Abscheidung der Phosphorsäure mit Chlorcalcium versetzt und bis zum Auskrystallisiren der Salze abgedampft. Man trennt darauf die Lösung von den Salzen und versetzt sie mit einer syrupdicken Lösung von Chlorzink (auf 1 Pfund Extract etwa ½ Unze). Es ist zuweilen vortheilhaft noch Alkohol zuzusetzen. Nach einigen Tagen scheiden sich gelblich gefärbte, warzenförmige Körner von Kreatinin-Chlorzink ab, welche mit Wasser abgewaschen und in kochendem Wasser gelöst werden. Nach Liebig versetzt man die Lösung mit Bleioxydhydrat bis zur stark alkalischen Reaction, wodurch Chlor und Zink abgeschieden werden. Man filtrirt ab, kocht mit etwas Blutkohle und dampft die abermals filtrirte Flüssigkeit zur Krystallisation ein. Zuerst krystallisirt Kreatin, später Kreatinin aus; letzteres ist in Alkohol weit löslicher als Kreatin und lässt sich damit auswaschen.

Nach Heintz ist es zur Gewinnung von Kreatin aus Chlorzink-Kreatinin vortheilhafter, dasselbe durch Ammoniak und Schwefelammonium zu zersetzen und abzudampfen. Es krystallisirt Kreatin aus, dessen Menge auf Zusatz von Alkohol sich noch vermehrt.

Das krystallisirte Kreatin stellt farblose und durchsichtige, rechtwinklige Prismen von Perlmutterglanz dar (Chevreul), welche ihrer Form nach in das klinorhombische System gehören, es sind Gruppen, deren Habitus ganz an den des Bleizuckers erinnert. Der von den Flächen ∞P im orthodiagonalen Hauptschnitt gebildete Winkel beträgt, nach Heintz, etwa 133°10′. Bei 100° werden die Krystalle unter Wasserverlust matt und undurchsichtig. Das Kreatin ist schwerer als Salpetersäure von 1,34, und leichter als Schwefelsäure von 1,84 specif. Gewicht. Es ist ohne Wirkung auf Pflanzenfarben, seine wässerige Lösung wird von keinem Metallsalze gefällt. In kochendem Wasser löst es sich leicht auf; 1000 Thle. Wasser von 18° lösen 13,44 Thle. Kreatin (bei 15° 12,04 Thle. Chevreul); 1 Th. Kreatin bedarf 9410 Thle. absoluten Alkohol zur Lösung; in wasserhaltigem Weingeist ist es leichter löslich. Die wässerige Lösung besitzt einen schwach bitteren, im Schlunde etwas kratzenden Geschmack.

Das Kreatin verbindet sich weder mit Säuren noch mit Alkalien, bei der Behandlung mit concentrirten Säuren oder Alkalien in der Wärme erleidet es Zersetzung. Beim Erhitzen in einer Glasröhre giebt es zuerst Wasser aus, schmilzt hierauf zu einer farblosen Flüssigkeit und zersetzt sich endlich unter Entwickelung eines Geruchs nach Ammoniak und Blausäure. Am oberen Theil des Röhrchens verdichtet sich eine gelbe, theils flüssige, theils krystallinische Masse. Es bleibt ein geringer kohliger Rückstand.

Beim Erhitzen von Kreatin mit starker Salzsäure, Schwefelsäure oder Phosphorsäure löst es sich unter Veränderung auf, und nach dem Abdampfen krystallisirt eine Verbindung der angewandten Säure mit einem von Kreatin verschiedenen Körper aus, welcher entschieden basische Eigenschaften besitzt. Diese Basis hat den Namen Kreatinin erhalten. Bei dieser Umwandlung treten aus dem Kreatin 2 Aeq. Wasser aus, welche unter gewissen Umständen wieder aufgenommen werden können, so dass Kreatin reproducirt wird (s. Art. Kreatinin).

Salpetersäure verhält sich, nach Chevreul, abweichend von den anderen Säuren. Beim Auflösen von Kreatin in Salpetersäure und Erwärmen entweicht nämlich salpetrige Säure, und beim Abdampfen hin-

terbleibt ein in gelben Körnern krystallisirender Rückstand, welcher mit Platinchlorid einen Niederschlag giebt.

Kocht man Kreatin mit einer concentrirten Lösung von Barythydrat, so entweicht allmälig Ammoniak und es schlägt sich kohlensaurer Baryt nieder. Scheidet man nach einiger Zeit den Baryt vollständig durch Einleiten von Kohlensäure ab, so findet man in der Flüssigkeit neben Harnstoff einen zweiten Körper gelöst, welches den Namen Sarkosin (s. d. Art.) erhalten hat. Kohlensäure und Ammoniak sind secundäre Zersetzungsproducte des Harnstoffs. Folgende Gleichung stellt diese Zersetzung des Kreatins dar:

$$\underbrace{C_8 H_9 N_3 O_4}_{\text{Kreatin.}} + 2HO = \underbrace{C_6 H_7 N O_4}_{\text{Sarkosin.}} + \underbrace{C_2 H_4 N_2 O_2}_{\text{Harnstoff.}}$$

Unter nicht ermittelten Umständen erhält man bei der Zersetzung des Kreatins durch Baryt noch andere Producte in geringer Menge, welche nicht näher untersucht sind. — Beim Kochen mit Bleisuperoxyd wird das Kreatin nicht verändert. — Uebermangansaures Kali zeigt erst beim längeren Stehen in der Wärme eine Einwirkung; die entfärbte Flüssigkeit enthält kohlensaures Kali gelöst. — Nicht ganz reines Kreatin zersetzt sich in wässeriger Lösung mit der Zeit unter Schimmelbildung.

Stkr.

Kreatinin. Organische Basis, findet sich in dem Harn (des Menschen), sowie in geringer Menge in der Fleischflüssigkeit; ist ein Zersetzungsproduct des Kreatins. Es wurde zuerst von Pettenkofer, aber gemengt mit Kreatin, aus dem Harn dargestellt; später wurde es von Heintz untersucht, aber mit Kreatin verwechselt; Liebig erkannte zuerst die wahre Natur dieses Körpers.

Formel: $C_8 H_7 N_3 O_2$.

Zur Darstellung des Kreatinins aus Kreatin übergiesst man dieses mit concentrirter Salzsäure, dampft die Lösung im Wasserbade zur Trockne ab und kocht endlich den Rückstand mit Bleioxydhydrat und Wasser, bis die Flüssigkeit eine alkalische Reaction angenommen hat. Man filtrirt ab und kocht die Lösung zur Entfernung einer Spur gelösten Bleioxyds mit Blutkohle, worauf man zur Krystallisation abdampft. Statt der Salzsäure kann man auch Schwefelsäure anwenden. Auf 1 Th. Kreatin nimmt man 1 Th. verdünnte Schwefelsäure (welche 27 Proc. Schwefelsäurehydrat enthält), dampft zur Trockne und erhitzt im Wasserbade, bis alle Feuchtigkeit entfernt ist. Der Rückstand, welcher aus neutralem schwefelsauren Kreatinin besteht, wird in kochendem Wasser gelöst und die Schwefelsäure durch kohlensauren Baryt entfernt.

Die Darstellung des Kreatinin-Chlorzinks aus Harn ist im Artikel Kreatin (S. 616) beschrieben worden. Diese Verbindung liefert nach dem Kochen mit Bleioxydhydrat beim Abdampfen der Flüssigkeit ein Gemenge von Kreatin und Kreatinin, welches mit dem 8—10fachen Gewicht Alkohol erhitzt wird. Man lässt den Alkohol erkalten, filtrirt die etwa abgeschiedenen Kreatinkrystalle ab und dampft die Flüssigkeit endlich zur Krystallisation ein. Das nun sich ausscheidende Kreatinin wird nochmals aus Alkohol umkrystallisirt

Zur Gewinnung des Kreatinins aus der Fleischflüssigkeit zieht man die Mutterlauge, aus welcher das Kreatin sich abgesetzt hat (S. 615), mit Alkohol aus und versetzt diese Lösung mit Chlorzink. Es scheidet

sich Kreatinin-Chlorzink ab, woraus man auf die angegebene Weise das Kreatinin darstellt.

Das Kreatinin krystallisirt in Formen des monoklinometrischen Systems; man beobachtete das Prisma ∞P, die basische Endfläche oP und die klinodiagonale Endfläche $\infty P\infty$. Der Winkel $oP : \infty P\infty$ wurde gleich 69°24′ gefunden. Es ist farblos, durchsichtig und perlmutterglänzend. Es bedarf 11,5 Th. Wasser von 16° zur Lösung, löst sich aber sehr leicht in kochendem Wasser. 1000 Thle. Alkohol von 16° lösen 9,8 Thle. Kreatinin; kochender Alkohol nimmt weit mehr davon auf. Die Lösungen des Kreatinins besitzen eine alkalische Reaction; die concentrirte Lösung schmeckt kaustisch. Es treibt beim Erwärmen Ammoniak aus dessen Salzen aus.

Die Zersetzungen des Kreatinins sind nicht untersucht worden. Heintz[1]) hat gezeigt, dass Kreatinin beim Abscheiden aus manchen Verbindungen wieder zum Theil in Kreatin zurückverwandelt wird; dies findet namentlich bei der Abscheidung des Kreatinins aus der Chlorzinkverbindung mittelst Schwefelammonium statt. Folgende Gleichung stellt die Bildung des Kreatinins aus Kreatin (und somit auch die Rückbildung) dar: $\underbrace{C_8H_9N_3O_4}_{\text{Kreatin.}} = \underbrace{C_8H_7N_3O_2}_{\text{Kreatinin.}} + 2HO$.

Stkr.

Kreatininsalze. Schwefelsaures Kreatinin: $C_8H_7N_3O_2, HO . SO_3$, krystallisirt aus der warmen alkoholischen Lösung beim Erkalten in concentrisch gruppirten, quadratischen Tafeln, die bei 100° klar und durchsichtig bleiben.

Salzsaures Kreatinin: $C_8H_7N_3O_2, HCl$, krystallisirt aus Alkohol in kurzen, durchsichtigen und farblosen Prismen, die in Wasser sehr leicht löslich sind. Beim Abdampfen der wässerigen Lösung schiefst es in breiten durchsichtigen Blättern von saurer Reaction an.

Kreatinin-Platinchlorid: $C_8H_7N_3O_2, HCl + PtCl_2$. Eine Lösung von salzsaurem Kreatinin giebt mit Platinchlorid keinen Niederschlag; erst bei gelindem Abdampfen scheiden sich morgenrothe Säulen dieses Doppelsalzes ab; bei rascher Bildung erscheint es in gelbrothen, durchsichtigen Körnern. Es ist in Wasser ziemlich leicht löslich, schwieriger in Alkohol.

Kreatinin-Chlorzink: $C_8H_7N_3O_2 + ZnCl$. (Pettenkofer's Chlorzinkverbindung). Wird auf Zusatz von Chlorzink zu einer wässerigen Kreatininlösung in rundlichen, warzenförmigen Körnern erhalten. In kaltem Wasser ist diese Verbindung sehr schwer löslich, so dass selbst eine sehr verdünnte Kreatininlösung nach einiger Zeit mit Chlorzink einen Niederschlag giebt. In kochendem Wasser ist sie leichter löslich.

Das Kreatinin geht ferner mit salpetersaurem Silberoxyd eine in weifsen Nadeln krystallisirende Verbindung ein, die in heifsem Wasser leicht löslich ist. Aus Quecksilberchlorid fällt es eine anfangs käsige Masse, die sich bald in ein Haufwerk von farblosen, feinen Nadeln verwandelt. Es bildet mit Kupfersalzen schön blaue, krystallisirbare Doppelsalze.

Stkr.

Kreide (*Craie, Chalk*). Ein weifser erdiger Kalkstein (s. d.) von jüngerer Bildung (s. Kreideformation), welcher zum grofsen

[1]) Annalen der Physik. Bd. LXXIV. S. 125.

Theile — nach Ehrenberg so gut wie ganz — aus den kalkigen Gehäusen mikroskopisch kleiner Thierchen (Polythalamien) besteht. Dieser mechanischen Constitution verdankt die Kreide, wenigstens die Schreibkreide, ihre eigenthümlich poröse und leicht abfärbende Beschaffenheit. In gröfserer Verbreitung wird dieselbe besonders in Frankreich, England, Holland und Dänemark angetroffen. In Deutschland findet sie sich auf der Insel Rügen. Aufser zum Schreiben bedient man sich der Kreide noch zu mancherlei anderen Zwecken, bei denen man theils von ihrer weifsen Farbe, theils von ihrem mechanischen Gefüge (zum Putzen metallischer Gegenstände), theils endlich von ihrer chemischen Beschaffenheit (als kohlensaurer Kalk) Gebrauch macht. — Den Namen Kreide mit verschiedenen Beiwörtern tragen noch folgende andere Substanzen. Rothe Kreide, auch Röthel, Rothstein genannt, ist zum Theil wohl nichts als ein Gemenge von Thon mit Eisenoxyd (Eisenocker), zum Theil aber zum Bol (s. d.) gehörig; wird zum Schreiben und Poliren gebraucht. Schwarze Kreide, ein kohlenstoffreicher, leicht abfärbender und deswegen zum Zeichnen angewendeter Alaunschiefer (Zeichnenschiefer). Nach Fuchs[1]) besteht die schwarze Kreide von Ludwigsstadt im Baireuthischen aus 57,59 Kieselerde, 12,92 Thonerde, 4,02 Kali (natronhaltig), 0,57 Magnesia, 0,87 Eisenoxyd, 6,30 Wasser und 17,52 Kohle. Schlemmkreide, eine geschlemmte weifse Kreide, vorzugsweise als Putzmittel für Metalle angewendet. Lithographische Kreide (*crayon lithographique*), eine künstlich bereitete, fettige Masse, mit welcher man beim Lithographiren auf die Steinplatte zeichnet. Sie muss die Eigenschaft besitzen, weder durch Aetzen des Steins mit verdünnter Säure, noch während des Abdrucks sich vom Stein zu lösen. Es giebt verschiedene Vorschriften zu ihrer Anfertigung; zu den gewöhnlichsten Ingredienzien derselben gehören Wachs, Seife, Talg, Wallrath, Schellack und Rufs. Briançoner, Spanische und Venetianische Kreide sind Benennungen für Speckstein (s. d.), der zu ähnlichen Zwecken wie die weifse Kreide angewendet wird. *Th. S.*

Kreideformation. Das jüngste — also oberste — Glied der zur Flötzgruppe (s. Formation) gehörigen Gebilde. Die Kreide macht nicht den alleinigen, wohl aber einen vorherrschenden Bestandtheil dieses Gliedes aus, in welchem aufserdem Mergel, Sandstein und sogar thonschieferartige Bildungen (bei Glarus in der Schweiz) auftreten. Die eigentliche Kreide (s. d.) ist nicht allein durch ihre eigenthümliche Beschaffenheit, sondern zugleich auch durch das gewöhnliche Vorkommen des Feuersteins (s. d.) in derselben charakterisirt. Man findet ihn in Knollen und anderen rundlichen Formen, ferner als Versteinerungsmittel verschiedener Seegeschöpfe (besonders Echiniten) und mitunter auch in zusammenhängenden Schichten. Diese Feuerstein- (also Kiesel-) Bildung inmitten eines kohlensauren Kalkes hat zu verschiedenen Erklärungsversuchen Veranlassung gegeben. Ehrenberg, der Entdecker der zahlreichen mikroskopischen (theils kalkigen, theils kieseligen) Thierversteinerungen in der Kreide und im Feuerstein, schreibt die Bildung beider Gesteine ausschliefslich jenen Thieren zu; während andere Forscher, den vermittelnden Einfluss dieser Organismen nicht in Abrede

[1]) Journ. f. prakt. Chemie, Bd. V, S. 322.

stellend, den gleichzeitigen Absatz chemischer Niederschläge annehmen. Mantell[1]) führt an, dass er in grofsen Massen der englischen Kreide vergebens nach solchen organischen Resten gesucht habe, und dass, seinen Forschungen zufolge, auch keinesweges alle Feuersteine hinreichende Spuren davon in sich schliefsen. Zur Vertheidigung der Ehrenberg'schen Theorie muss jedoch angeführt werden, dass die Kreideschichten nach ihrem Absatze wohl mancherlei verändernden Einflüssen — namentlich Einwirkung von kohlensäurehaltigen Wässern — ausgesetzt gewesen sind, welche die Formen jener Organismen mehr oder weniger verlöschten und zugleich örtliche, rein chemische Ausscheidungen von kohlensaurem Kalk und Kieselgallerte zur Folge hatten. — Unter Kreidegruppe versteht man die drei jüngsten Formationen der Flötzgruppe, nämlich die Kreideformation, die Quadersandstein- oder Grünsand-Formation und die Wealden- (Wielden- oder Wald-) Formation. Die Zusammenfassung derselben unter jener gemeinschaftlichen Benennung wird durch die darin vorkommenden, zu keiner scharfen Sonderung Veranlassung gebenden Versteinerungen motivirt, welche andeuten, dass das organische Leben während dieser umfassenden geologischen Periode keinen erheblichen Veränderungen unterworfen war. Auf eine interessante Beobachtung L. v. Buch's hinsichtlich des topographischen Auftretens der Kreidegruppe wurde im Art. Kalkstein aufmerksam gemacht. *Th. S.*

Kreidesäure i. e. Kohlensäure.

Kreispolarisation s. Circularpolarisation.

Kremser Weifs s. Bleiweifs. Bd. I. S. 839.

Kreosot, von κρεας, Fleisch und σωζειν, erhalten, ist ein Körper, der seinen Namen der Eigenschaft verdankt, das damit bestrichene Fleisch haltbar zu machen.

Wahrscheinliche Zusammensetzung: $(C_{14}H_7)O.HO$.

Das Kreosot ist von Reichenbach entdeckt und macht nach ihm nebst Eupion, Paraffin, Kapnomor, Pittakall, Naphtalin etc. einen Bestandtheil der verschiedenen Theersorten aus, welche durch trockene Destillation des Buchen- und Nadelholzes, der Steinkohlen, des Torfs, der Braunkohlen ff. gewonnen werden. Es ist ferner im rohen Holzessig enthalten und Ursache der heftigen Wirkung des Rauchs von schlecht brennendem Holz auf die Augen. Bei der trockenen Destillation des Kautschuks und mancher anderer Substanzen bildet es sich gleichfalls.

Simon hat folgendes Verfahren zur Darstellung des Kreosots als besonders vortheilhaft angegeben. Man destillirt Buchentheer aus einer kupfernen Destillirblase, die nur zu einem Drittel davon gefüllt seyn darf. Die anfangs übergehenden flüchtigen Substanzen, welche viel Eupion, aber kein Kreosot enthalten, werden entfernt. Erst wenn später eine sehr saure Flüssigkeit übergeht, die, mit Wasser vermischt, einen ölartigen Körper ausscheidet, sammelt man das Destillat und lässt die Destillation so weit fortschreiten, bis man in der Blase ein Spritzen bemerkt, graue Dämpfe von Paraffin sich zeigen und der Rückstand in derselben die Consistenz von Schusterpech angenommen hat. Das saure

[1]) v. Leonh. und Bronn's Jahrb. 1848, S. 617.

Destillat wird nun mit Kali beinahe neutralisirt, und mit so viel Wasser in die zuvor gereinigte Blase zurückgegeben, dass dieselbe zur Hälfte davon gefüllt ist. Das Oel, welches bei erneuerter Destillation übergeht, besteht zuerst gröfstentheils aus Eupion und schwimmt auf dem mit übergegangenen Wasser; wenn es später darin anfängt unterzusinken, so wird es als kreosothaltig gesammelt. Man giefst das übergegangene Wasser von Zeit zu Zeit durch einen Tubulus in die Blase zurück und destillirt so lange, als sich in dem Uebergehenden Oel wahrnehmen lässt. Sämmtliches Oel wird hierauf mit Kalilauge von 1,12 specif. Gewicht gemischt. Dabei bleibt wiederum Eupion ungelöst. Man nimmt es ab und bringt die übrige Flüssigkeit, welche jetzt hauptsächlich Kreosot, in Kali gelöst, aber auch noch Eupion enthält, nachdem sie mit einem gleichen Volumen Wasser vermischt worden, wieder zur Destillation, wobei von Zeit zu Zeit reines Wasser in die Blase gegossen wird. Bemerkt man auf dem destillirenden Wasser kein Eupion mehr, so giefst man zu der in der Blase befindlichen Flüssigkeit so viel Schwefelsäure, dass gerade ein Drittel des Kali's dadurch neutralisirt wird, und setzt die Destillation fort. Es destillirt jetzt Kreosot, anfangs zwar auch noch eupionhaltig, hernach aber so rein, dass seine Auflösung in Kalilauge durch keinen noch so grofsen Zusatz von Wasser mehr getrübt wird. Ist dieser Zeitpunkt erreicht, so wird abermals Schwefelsäure in die Blase gegossen, und zwar so viel, dass die Flüssigkeit in derselben schwach sauer reagirt. Man destillirt wieder und giefst dabei das mit übergehende Wasser zuweilen zurück. Nunmehr erfolgt reines Kreosot, welches mit dem übergegangenen Wasser aus dem gereinigten Apparate nochmals umdestillirt, dann aber durch eine Destillation aus Glasgefäfsen von dem aufgenommenen Wasser befreit wird. Dieses geht nämlich zuerst über und kann von dem später kommenden Kreosot vorweg genommen werden. Bemerkt man an diesem, dass es sich wegen eines Gehalts an einem leicht oxydirbaren Körper nach einiger Zeit in Berührung mit der Luft braun oder roth färbt, so muss es umdestillirt werden, bis es sich vollkommen farblos erhält.

Will man Kreosot aus dem rohen Holzessig bereiten, so muss derselbe in der Hitze mit verwittertem Glaubersalz gesättigt werden. Dadurch scheidet sich ein Oel aus demselben ab, mit welchem man ebenso verfährt, wie oben vom Buchentheer angegeben ist.

Reichenbach's ursprüngliche Darstellung weicht nicht wesentlich von Simon's Methode ab; dagegen hat Calderini eine eigenthümliche Modification des Verfahrens angegeben, wonach der Theer zuvörderst an Kalk gebunden und die erhärtete Verbindung dann in einer eisernen Retorte so lange erhitzt wird, bis sich in der Vorlage statt der anfänglich weifsen Dämpfe gelbgefärbte zu zeigen beginnen. Das Destillat besteht aus Wasser und einem Oel. Letzteres scheidet man durch ein nasses Filter ab, auf welchem es zurückbleibt, und behandelt es dann mit Kalilauge, Schwefelsäure etc. ganz ähnlich, wie es oben bereits vorgeschrieben ist.

Nach Koene soll auch die Bereitung des Kreosots aus Steinkohlentheer[1]) ganz vortheilhaft seyn. Derselbe wird destillirt und das Destil-

[1]) Das meiste, gegenwärtig im Handel vorkommende Kreosot wird aus Steinkohlentheer gewonnen. Bei der Untersuchung mehrerer solcher für Kreosot verkaufter Produkte hat sich ergeben, dass bei weitem der gröfste Theil bei 185°

lat erst dann als kreosothaltig gesammelt, wenn es in Wasser untersinkt. Zuletzt wird es butterartig von einem Gehalte an Naphtalin, so dass man den Retortenhals erwärmen muss, um es in die Vorlage zu bringen. Das Product überlässt man einige Zeit der Ruhe, wodurch Naphtalin auskrystallisirt. Aus diesem wird zunächst durch Auspressen kreosothaltiges Oel gewonnen, darnach befreit man es von dem noch darin zurückgebliebenen Oele mittelst Holzessig, indem man bis zum anfangenden Schmelzen des Naphtalins erhitzt, dann erkalten und das Naphtalin wieder auskrystallisiren lässt. Aus der sauren Flüssigkeit wird das Oel durch Neutralisation mit kohlensaurem Kali abgeschieden, mit dem durch Auspressen des Naphtalins gleich anfangs erhaltenen vereinigt und nun weiter auf Kreosot bearbeitet.

Das reine Kreosot ist eine klare, farblose, ölige, vollkommen neutrale Flüssigkeit von sehr unangenehmem Geruch und starkem Dispersionsvermögen. Es schmeckt äufserst beifsend, und erzeugt auf der Zunge einen weifsen Fleck. Ueberhaupt wirkt es desorganisirend auf die Oberhaut des Körpers ein. Sein specif. Gewicht ist bei $+ 20^0 = 1{,}037$, sein Siedepunkt $+ 203^0$. Es leitet die Elektricität nicht und erzeugt auf Papier einen verschwindenden Fleck. Ohne Docht lässt es sich schwer entzünden, brennt dann aber mit heller, stark rufsender Flamme. Von Wasser nimmt es bei $+ 20^0$ ein Zehntel seines Gewichts auf, dagegen löst das Wasser bei gewöhnlicher Temperatur nur $1\frac{1}{4}$ Proc., bei $+ 100^0$ aber $4\frac{1}{2}$ Proc. Kreosot. Mit Aether, Alkohol und Schwefelkohlenstoff ist es in allen Verhältnissen mischbar, ebenso mit concentrirter Essigsäure. Verdünnte löst davon in der Kälte 6 Proc., in der Wärme 10 Procent. An der Luft verändert es sich nicht, aber dem Einflusse oxydirender Mittel, wie Eisen und Platinoxydsalze, Goldchlorid, Mangansäure, ausgesetzt, verharzt es sich leicht. Behandelt man Kreosot mit einer Mischung von chlorsaurem Kalk und Salzsäure, so bildet sich, nach Laurent, Chloranil in gelben Schuppen. Von concentrirter Salpetersäure wird es mit einer an Explosion gränzenden Heftigkeit oxydirt. Schwache Salpetersäure bildet daraus ein Harz, das mit Ammoniak krystallisirbare, in Wasser und Alkohol schwer lösliche Salze giebt. Bei längerer Einwirkung der Säure entsteht Trinitrophenylsäure nebst zwei anderen Säuren, wovon die eine in langen, gelben Blättern, die andere in kleinen gelben Nadeln krystallisirt. Laurent nennt sie Kreosotsäuren. — Schwefelsäure färbt sich mit Kreosot allmälig dunkelbraun, beim Erhitzen tritt Zersetzung ein. Kalium oxydirt sich im Kreosot; wasserfreies Kali löst sich darin auf und verdickt dasselbe. Mit Kalihydrat zusammengebracht, löst es einen Theil wasserfreies Kali auf und lässt ein wasserhaltigeres Hydrat zurück. Aus einer concentrirten Auflösung von Kreosot in Kalilauge setzen sich nach einiger Zeit glänzende Blättchen von Kreosot-Kali ab, die sich leicht zu einem ölartigen Liquidum schmelzen lassen. In dieser Form erhält man die Verbindung

---

überdestillirt, auf welcher Temperatur sich der Siedepunkt fast constant erhält. 186° ist aber die Siedetemperatur des Phenyloxydhydrats (Phenylsäure), während die des Kreosots 19° höher liegt. Es ist daher zu vermuthen, dass das aus Steinkohlentheer bereitete, für Kreosot gehaltene Produkt, kein Kreosot, sondern vielmehr Phenyloxydhydrat ist, welches jenen in allen Eigenschaften so sehr gleicht, dass fast nur die Bestimmung des Siedepunktes oder die Analyse darüber Auskunft giebt, welche von beiden Verbindungen man unter Händen hat. — Es bleibt zu ermitteln, ob Kreosot überhaupt im Steinkohlentheer vorkommt. *H. K.*

auch, wenn eine sehr concentrirte Kalilauge von mehr als 1,38 angewendet wird. Gegen Natron verhält sich das Kreosot ebenso. Auch von Ammoniak wird es aufgelöst. Alle diese Verbindungen mit Alkalien färben sich unter Sauerstoffabsorption und allmäliger Zersetzung des Kreosots an der Luft gelb. Man erhält eine Verbindung von schwefelsaurem Kali mit Kreosot-Kali in glänzenden Schuppen, wenn das Kali in einer Lösung von Kreosot zum Theil mit Schwefelsäure neutralisirt wird. Mit Kalkhydrat verbindet es sich zu einer schmierigen Masse, die bald zu einem rosenrothen Pulver erstarrt. Die Barytverbindung ist schmierig, durchsichtig und wird nicht so leicht fest.

Das Kreosot löst Schwefel, Selen und Phosphor auf, besonders in der Wärme. Von den beiden ersteren scheidet sich ein Theil beim Erkalten wieder aus. Borsäure, die meisten krystallisirten Pflanzensäuren, ganz besonders auch Pikrinsalpetersäure, werden gleichfalls davon aufgelöst; ferner manche Salze, besonders essigsaure und einige salpetersaure Metallsalze; andere, wie Salpeter, Salmiak, Borax, schwefelsaures Kali, werden nicht davon angegriffen. Von organischen Substanzen werden ferner aufgenommen: die vegetabilischen Salzbasen, fette Oele, Campher, Harze, Farbstoffe, Indigo. Nicht auflöslich sind: Zucker, Gummi, Stärke, Kautschuk. Eigenthümlich ist die Wirkung des Kreosots auf die eiweifsartigen Körper. Sie werden sogleich davon coagulirt und faulen dann nicht mehr. Hierauf gründet sich die Anwendung des Kreosots zur Conservation des Fleisches. Man braucht dasselbe nur einigemal mit Kreosotwasser zu bestreichen, um es so haltbar zu machen, wie es durch das Räuchern zu werden pflegt, wobei freilich auch Kreosotdämpfe wirksam sind. Selbst faulendes Fleisch wird durch Kreosot im Fortgange der Fäulniss aufgehalten. Es trocknet blofs ein. Wegen seiner grofsen Dispersionskraft ist das Kreosot von Marx zu optischen Zwecken in Vorschlag gebracht. In der Heilkunde hat es Anwendung gefunden, um das von cariösen Zähnen herrührende Zahnweh zu stillen, auch wird es äufserlich bei stinkenden Wunden und innerlich bei der Lungensucht angewendet. Es dient endlich zur Conservation anatomischer Präparate. *Wp.*

Kreosotsäure s. Kreosot, S. 622.

Kressensamenöl. Die Samen der gemeinen Gartenkresse (*Lepidium sativum* L. und von *Lepidium campestre* R. Br., der Familie der Cruciferen angehörend), liefern, wenn sie zerstofsen, mit Wasser angefeuchtet und später der Destillation unterworfen werden, so wie die meisten dieser Familien angehörigen Pflanzensamen, welche untersucht sind (Pless [1]), ein schwefelhaltiges Oel. Die Gewinnung ist, obwohl die Samen eine nicht unbeträchtliche Menge Oel liefern, unbequem, weil sie mit einer Schleimhülle umgeben sind, die aufquillt und das Ganze in einen dicken Brei verwandelt. *Lepidium ruderale*, die stinkende Kresse, liefert, wenn man die Samen auf gleiche Weise behandelt, ein ganz ähnliches Oel. Das Oel ist nicht fertig gebildet in diesen Samen vorhanden, da sie selbst geruchlos sind, und Alkohol verhindert die Bildung, blofs in dem Kraut fand es Pless fertig gebildet. Man muss es zerstofsen, mit Wasser anrühren und bald darauf in gläsernen Gefäfsen destilliren, weil in kupfernen ein Theil des Oeles zersetzt, und Schwefelkupfer

[1]) Annalen der Chemie. Bd. LVIII. S. 39 u. f.

gebildet wird. Wenn man mit dem Destilliren lange wartet, erhält man kein Oel. Das rohe Oel besitzt eine gelbe Farbe, durch mehrmalige Rectification mit Wasser kann man es farblos erhalten, wird jedoch am Lichte bald wieder gefärbt. Für sich kann es, selbst im Oelbade, nicht rectificirt werden. Es ist schwerer als Wasser, von erfrischendem, etwas an Lauch erinnerndem, beifsendem Geschmack; die Dämpfe verursachen beim Einathmen Trockenheit im Schlund und Kopfweh. Es löst sich wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Aether; die Lösungen verändern Lackmuspapier nicht. Kalilauge und Ammoniak bringen keine sichtbare Veränderung daran hervor. In concentrirter Schwefelsäure ist es mit rother Farbe löslich und scheidet sich bei vorsichtigem Wasserzusatz, wie es scheint, unverändert ab. In der weingeistigen Lösung entsteht durch Quecksilberchlorid ein weifser, durch Platinchlorid nach einiger Zeit ein pomeranzengelber Niederschlag. Mit salpetersaurem Quecksilberoxydul entsteht eine Fällung von schwarzem Schwefelquecksilber. Mit salpetersaurem Silberoxyd erhielt Pless einmal einen weifsen, ein andermal einen schwarzen Niederschlag von Schwefelsilber. Concentrirte Salpetersäure wirkt heftig darauf ein, und oxydirt den Schwefel zu Schwefelsäure. *V.*

Kreuzbeeren, Kreuzdornbeeren, *baccae rhamni catharticae s. spinae cervinae.* Die Früchte des gemeinen Kreuz- oder Wegdorns (*Rhamnus cathartica*), welche in der Pharmacie, zur Bereitung des Saft- oder Blasengrüns, so wie auch zur Darstellung von Schüttgelb und hin und wieder in der Färberei benutzt werden. Sie sind hinsichtlich ihrer Zusammensetzung nur ungenügend bekannt. Im unreifen Zustande enthalten sie ein gelbgrünes saftiges Mark und liefern durch Pressen einen ebenso gefärbten Saft, welcher durch Alkalien tief grün wird. Diesen Saft benutzt man zur Darstellung des Saftgrüns, indem man ihn mit Alaun und zugleich Potasche, Kreide oder Magnesia vermischt und das Ganze durch Abdampfen in eine extractähnliche Masse verwandelt. Der Saft der reifen Beeren wird dagegen durch Alkalien gelb und durch Säuren roth; aus ihm soll öfter, durch Zusatz von Kreide, Schüttgelb bereitet werden. Nach Hubert enthält der Saft der Kreuzbeeren Essigsäure, Aepfelsäure, Zucker, gummöse, bei der Gährung des Safts verschwindende Substanz (Pectin?), grünen Farbstoff und Cathartin, welcher letztere Stoff den widrig bittern Geschmack der Beeren bedingt. Fleury[1]) hat aus den Kreuzbeeren einen gelben Farbstoff abgeschieden, den er Rhamnin nennt. Man erhält denselben, indem man die noch etwas grünen Beeren erst auspresst, dann das rückständige Mark mit Wasser auskocht und die Flüssigkeit heifs durchseiht. Beim Erkalten derselben scheidet das Rhamnin sich als krystallinische blumenkohlähnliche Masse aus, durch wiederholtes Auskochen des Marks kann noch mehr davon gewonnen werden. Um das erhaltene Rhamnin zu reinigen, wird es ausgepresst, dann wiederholt erst mit Wasser und darauf mit schwachem Weingeist macerirt und hierauf in heifsem Alkohol aufgelöst, woraus es dann krystallisirt. Lässt man — wie es in den Apotheken zur Bereitung des *syrup. rhamn. cathart.* geschieht — die zerstampften Beeren gähren, so sammelt sich ein Theil des Rhamnins auf der Oberfläche und kann in angegebener Art gereinigt werden, ob-

[1]) Pharm. Centralbl. 1842, p. 221.

gleich nicht so leicht, wie das aus dem Mark ausgezogene, weil es mit den Saftbestandtheilen verunreinigt ist. Auch aus dem Kreuzbeerensyrup scheidet es sich oft in kleinen Körnern oder in blumenkohlähnlichen Massen aus. Im reinen Zustande ist es von blassgelber Farbe, eigenthümlichem, wenig hervorstechenden Geschmack, in Aether, Alkohol und Wasser in der Kälte sehr wenig oder gar nicht löslich, in kochendem Alkohol leicht löslich, aus welchem es sich beim Erkalten als eine aufgequollene lockere Krystallmasse ausscheidet. Von Alkalien wird es mit schön gelber Farbe aufgelöst; Säuren schlagen es daraus wieder nieder. Von Salpetersäure wird es in der Wärme mit brauner Farbe aufgelöst. Dampft man diese Lösung ziemlich weit ab, so bilden sich beim Erkalten gelbe Krystalle, wie es scheint, von einer neu gebildeten Materie, und in der Mutterlauge ist Oxalsäure. *Schn.*

Kreuzstein s. Harmotom.

Kripin nennt Berzelius die von Laurent mit dem Namen Picryl belegte krystallinische Substanz, welche bei der Destillation von Bittermandelöl und Schwefelammonium nebst Picramyl, Lophin ff. übergehen, s. Benzoylwasserstoff, Verwandlungen durch Schwefelammonium im Supplement. *H. K.*

Krokonsäure (von κροκον, Safran), Zersetzungsproduct der Rhodizonsäure. Entdeckt von L. Gmelin[1]) (1824). Wahrscheinliche Formel $HO . C_5O_4$. Einige Chemiker verdoppeln diese Formel und betrachten die Krokonsäure als zweibasische Säure.

Die bei der Bereitung des Kaliums, vermittelst Weinstein und Kohle, aus dem Rauch sich abscheidenden grauen Flocken liefern das Material zur Darstellung dieser Säure. Man kann dieselbe Substanz, welche wahrscheinlich eine Verbindung von Kohlenoxyd mit Kalium ist, auch durch Erhitzen von Kalium in einem Strom von Kohlenoxydgas darstellen. Löst man diese Kaliumverbindung in wenig Wasser, oder lässt man dieselbe längere Zeit an feuchter Luft stehen und behandelt sie hierauf mit Wasser, so erhält man eine gelbe Lösung, welche beim Verdunsten an der Luft, oder bei gelinder Wärme goldgelbe Prismen von krokonsaurem Kali absetzt. Die Mutterlauge enthält viel oxalsaures nebst kohlensaurem Kali. Das krokonsaure Kali ist indessen nicht das unmittelbare Product der Einwirkung des Wassers auf das Kohlenoxydkalium. Es entsteht vielmehr anfangs ein cochenillerothes Pulver von rhodizonsaurem Kali, welches bei längerer Berührung mit Wasser (und Luft?) krokonsaures Salz liefert. Nach Liebig[2]) wird die Bildung der Krokonsäure durch folgende Gleichung dargestellt:

$$\underbrace{3KO . C_7O_7}_{\text{Rhodizonsaures Kali.}} = \underbrace{KO . C_5O_4}_{\text{Krokonsaures Kali.}} + \underbrace{KO . C_2O_3}_{\text{Oxalsaures Kali.}} + KO.$$

Die Entstehung des kohlensauren Kali's, welches man stets in der Mutterlauge findet, rührt hiernach von einer Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft her, welche das freiwerdende Kali anzieht. Nimmt man

[1]) Annalen der Physik und Chemie. Bd. IV. S. 37.
[2]) Annalen der Physik. Bd. XXXIII. S. 95.

mit Gmelin an, dass zur Bildung von Krokonsäure aus Rhodizonsäure Luftzutritt nöthig ist, so könnte folgende Gleichung diese Zersetzung darstellen:

$$\underbrace{C_{14}O_{14} + O}_{\text{Rhodizonsäure.}} = \underbrace{C_{10}O_8}_{\text{Krokon-säure.}} + \underbrace{C_2O_3}_{\text{Oxal-säure.}} + \underbrace{C_2O_4}_{\text{Kohlen-säure.}}.$$

Die Krokonsäure gewinnt man aus ihrem Kalisalze, indem man dasselbe mit absolutem Alkohol digerirt, welcher mit einer zur vollständigen Zersetzung unzureichenden Menge von Schwefelsäure versetzt ist. Die filtrirte blassgelbe Lösung hinterlässt die Krokonsäure als lebhaft citronengelbes, feinkörniges Pulver. Beim freiwilligen Verdunsten ihrer wässerigen Lösung krystallisirt sie in pomeranzengelben, durchsichtigen Körnern. Sie schmeckt sauer und herb, und röthet stark Lackmus. In Aether und Alkohol ist sie löslich. Beim Erhitzen liefert sie eine leicht verbrennliche Kohle. Versucht man die Krokonsäure aus dem Bleisalz durch Schwefelwasserstoff abzuscheiden, so erhält man eine braune Lösung, welche zu einer extractartigen, schwefelhaltigen Masse eintrocknet.

Ueber die Zersetzungen der Krokonsäure weifs man nur sehr wenig. Krokonsäure oder ihr Kalisalz wird von Salpetersäure unter lebhaftem Aufbrausen, welches durch Entwickelung von Stickoxydgas verursacht wird, zu einer farblosen Flüssigkeit gelöst; beim Abdampfen hinterbleibt eine undeutlich krystallisirte, gelbweifse Masse, welche keine Oxalsäure, sondern eine andere, Bleizucker, Kalk- und Barytwasser in gelben Flocken, salpetersaures Quecksilberoxydul oder Silberoxyd weifs fällende Säure enthält. Durch Chlorgas wird die Lösung des krokonsauren Kali's gleichfalls entfärbt und die Flüssigkeit enthält ein krystallisirbares, sehr lösliches Salz, welches Quecksilberoxyd in der Wärme unter Entwickelung von Kohlensäure zu Metall reducirt. Beim Erwärmen mit concentrirter Schwefelsäure wird die Krokonsäure unter Bräunung und mit Entwickelung von schwefliger Säure zersetzt. *Stkr.*

Krokonsaure Salze. Sie wurden von L. Gmelin, Liebig und Heller[1]) untersucht. Man kennt nur neutrale Salze der Krokonsäure, deren allgemeine Formel $MO.C_5O_4$ ist. Sie sind meistens gelb gefärbt, und auch die Salze derjenigen Oxyde, welche eine eigenthümliche Farbe besitzen, zeigen nicht die Farbe des Oxyds. Mehrere dieser Salze sind durch einen besonderen Metallglanz, der im reflectirten Lichte erscheint, ausgezeichnet. Bei gelinder Wärme verlieren sie ihr Krystallwasser, bei höherer Temperatur zersetzen sie sich zum Theil unter lebhaftem Sprühen und Verpuffen. Die Salze mit alkalischer Basis werden am besten durch directes Zusammenbringen von Säure und Basis dargestellt; die schwerer löslichen Salze kann man durch doppelte Zersetzung gewinnen; andere bereitet man durch Vermischen einer alkoholischen Lösung von Krokonsäure mit dem essigsauren Metalloxyd.

Krokonsaures Aluminiumoxyd wird durch Kochen der alkoholischen Lösung der Säure mit essigsaurer Thonerde und Abdampfen als gelbe Krystallmasse erhalten, welche in Wasser und Alkohol löslich ist.

---

[1]) Journal für prakt. Chemie Bd. XII. S. 230.

Krokonsaures Ammoniak krystallisirt beim freiwilligen Verdampfen der alkoholischen Lösungen in schönen, dunkelrothgelben Tafeln, welche sich in rosenartigen Drusen am Boden des Gefäfses absetzen.

Krokonsaures Antimonoxyd fällt als dicker, citronengelber Niederschlag nieder.

Krokonsaurer Baryt fällt beim Vermischen der Lösungen von krokonsaurem Kali und Chlorbarium als blassgelbes Pulver nieder. Er ist in Wasser und Weingeist unlöslich, wird aber von Salzsäure aufgenommen.

Krokonsaure Beryllerde, durch Kochen der alkoholischen Lösung der Säure mit essigsaurer Beryllerde dargestellt, bildet gelbe Krystalle, welche in Wasser und Alkohol leicht löslich sind.

Krokonsaures Bleioxyd: $PbO.C_5O_4$ (Heller). Beim Vermischen des Kalisalzes mit einer Bleilösung fällt ein schön gelbes, in Wasser und Alkohol unlösliches Pulver nieder.

Krokonsaures Ceroxydul (lanthan- und didymhaltig). Cerlösungen geben mit krokonsaurem Kali einen schwachen gelben Niederschlag.

Krokonsaures Eisenoxydul. Durch doppelte Zersetzung wird es in dunkelbraunen Krystallen erhalten, welche blau schillern, und in Wasser und Alkohol löslich sind. Eisenoxydsalze geben dagegen undeutliche, sehr dunkle Krystalle.

Krokonsaures Kadmiumoxyd: $CdO.C_5O_4$ (Heller), wird durch doppelte Zersetzung als schön gelbes, in Wasser und Alkohol unlösliches Pulver erhalten.

Krokonsaures Kali: $KO.C_5O_4 + 2aq.$ (Liebig). Die Darstellung dieses Salzes ist im Art. Krokonsäure beschrieben worden. Es sind pomeranzenfarbige, durchscheinende, dünne Nadeln, deren Grundform eine rhombische Säule mit Winkeln von etwa 106° und 74° ist. Sie besitzen einen salpeterartigen Geschmack. Bei gelindem Erwärmen nimmt dieses Salz unter Verlust seines Krystallwassers eine blass-citronengelbe Farbe an, bei stärkerem Erwärmen verglimmen die Krystalle plötzlich, ohne ihre Form zu verändern. In Weingeist ist das Salz nur wenig löslich, in absolutem Alkohol und in Aether unlöslich. In heifsem Wasser löst es sich reichlich und scheidet sich beim Erkalten zum gröfseren Theil wieder ab.

Krokonsaurer Kalk. Durch Vermischen von krokonsaurem Kali und Chlorcalcium erhält man nach einiger Zeit viele citrongelbe, körnige Krystalle (Gmelin). Durch Zusatz von Chlorcalciumlösung zu einer Lösung der Säure erhält man plattgedrückte, gelbe Prismen, mit zugespitzten Endflächen, die durchscheinend und in Wasser sowie in Alkohol in geringer Menge löslich sind (Heller).

Krokonsaures Kobaltoxyd, durch doppelte Zersetzung erhalten, erscheint in dunkelbraunen Krystallen, die einen starken, schön violetten Metallglanz in reflectirtem Lichte zeigen. In Wasser und Alkohol ist es löslich.

Krokonsaures Kupferoxyd: $CuO.C_5O_4 + 3aq.$ (Gmelin[1]). Die wässerige Lösung von krokonsaurem Kali setzt beim Vermischen mit einer Kupferoxydlösung nach kurzer Zeit Krystalle dieses Salzes ab,

[1]) Annalen der Chemie und Pharm. Bd. XXXVII. S. 38.

die man mit kaltem Wasser wäscht. Die Grundform der Krystalle ist eine grade rhombische Säule mit Winkeln von 72° und 108°, sie sind nach der Richtung der Seitenflächen spaltbar (Blum). Die Flächen sind, in reflectirtem Lichte gesehen, lebhaft dunkelblau, fast metallisch-glänzend; in durchfallendem Lichte erscheinen die Tafeln bräunlich-pomeranzengelb. Das Pulver derselben ist lebhaft und intensiv citronengelb gefärbt. In kaltem Wasser ist das Salz wenig löslich, leichter in heifsem. Es verliert bei 100° 2 Aeq. Krystallwasser, das dritte Aeq. geht auch bei 162° noch nicht weg.

Krokonsaures Lithion wird beim Abdampfen als lichtgelbe Salzmasse erhalten, welche nicht krystallisirt und in Wasser und Alkohol löslich ist.

Krokonsaure Magnesia. Versetzt man eine Lösung von krokonsaurem Kali mit phosphorsaurer Talkerde und verdunstet die Lösung durch Sonnenwärme, so erhält man schöne, gelbe, durchsichtige Krystalle. Mit schwefelsaurer Talkerde erhält man dunkler gefärbte, längliche rhombische Prismen (Heller).

Krokonsaures Manganoxydul, aus der alkoholischen Lösung der Säure und essigsaurem Manganoxydul dargestellt, krystallisirt in schmutzig gelben, etwas metallisch-blau glänzenden Krystallen. Ist in Wasser und Alkohol löslich (Heller).

Krokonsaures Natron krystallisirt schwierig in rhombischen Prismen. Diese besitzen eine schön goldgelbe Farbe und verlieren in der Wärme ihr Krystallwasser. In Wasser ist dieses Salz leicht löslich und etwas löslich in Alkohol (Heller).

Krokonsaures Nickeloxyd, lichtbraune, in Wasser und Alkohol lösliche Körnchen.

Krokonsaures Quecksilberoxydul und -oxyd gewinnt man durch doppelte Zersetzung als gelbe in Wasser und Alkohol unlösliche Pulver. Das Oxydulsalz löst sich in Salpetersäure schwieriger als das Bleisalz.

Krokonsaures Silberoxyd wird durch doppelte Zersetzung aus dem Kalisalz als rothgelbes Pulver erhalten, das im Lichte braun wird. In Wasser ist es etwas löslich. Der Niederschlag enthält viel Kali und ist daher vielleicht ein Doppelsalz.

Krokonsaurer Strontian wird durch doppelte Zersetzung aus dem Kalisalz in blätterigen, durchsichtigen Krystallen erhalten. Das Salz ist in Wasser löslich.

Krokonsaures Uranoxyd schiefst in gelbrothen, in Wasser und Alkohol leicht löslichen Krystallen an (Heller).

Krokonsaures Wismuthoxyd fällt als hellgelbes Pulver nieder.

Krokonsaures Zinkoxyd wird wie das Manganoxydulsalz in schön gelben Krystallen erhalten, die in Wasser und Alkohol löslich sind.

Krokonsaures Zinnoxydul ist ein pomeranzengelbes Pulver.

Krokonsaure Zirkonerde wird auf gleiche Weise, wie das Beryllerdesalz, in gelben, durchsichtigen Krystallen erhalten, welche in Wasser und Alkohol löslich sind. *Sthr.*

Krokydolith (von κροκος, Flocke, und λιθος, Stein, in Bezug auf die meist lockere, faserige Beschaffenheit dieses Minerals), auch

Blau-Eisenstein; nicht zu verwechseln mit Blau-Eisenerz (Vivianit). Stromeyer[1]) untersuchte einen faserigen (I.) und einen dichten (II.) Krokydolith, und fand dieselben folgermaafsen zusammengesetzt:

	I.	II.
Kieselerde . . .	50,81 . . .	51,64
Eisenoxydul . .	33,88 . . .	34,28
Talkerde . . .	2,32 . .	2,64
Kalkerde . . .	0,02 . . .	0,05
Natron	7,03 . . .	7,11
Manganoxydul . .	0,17 . . .	0,02
Wasser	5,58 . . .	4,01
	99,81	99,75.

Das Mittel aus beiden Analysen führt zu der Sauerstoff-Proportion:

$$SiO_3 \quad FeO \quad NaO, MgO \quad HO$$
$$26,60 : 7,56 : 2,83 : 4,27$$

aus welcher man den Ausdruck

$$3\,NaO\,.\,4\,SiO_3 + 3\,(3\,FeO\,.\,2\,SiO_3) + x\,HO$$

abgeleitet hat. Diese Formel kann nicht eben auf Wahrscheinlichkeit der Gestalt Anspruch machen, und man geräth überdiess bei dem Unterbringen des Wassergehaltes in Verlegenheit. Versuchen wir daher, was die neuere Theorie der Formelbildung hier zu leisten vermag (s. Isomorphismus, polymerer). Rechnet man das Wasser zu den Basen und setzt $3\,HO = FeO, MgO$ u. s. w., so resultirt das Sauerstoffverhältniss $SiO : (RO) = 26,60 : 11,81$, also mit so gut wie mathematischer Schärfe $= 9 : 4$ (welches nämlich $26,60 : 11,82$ erfordern würde). *Dies führt zu* dem einfachen Ausdrucke

$$(RO)\,.\,SiO_3 + 3\,(RO)\,.\,2\,SiO_3$$

d. h. zur Hornblende-Formel. Hiernach wäre der Krokydolith also nichts als eine wasserhaltige Hornblende, charakterisirt durch einen vorherrschenden Gehalt an Eisenoxydul und Natron; mit anderen Worten: nichts als ein wasserhaltiger Arfvedsonit. Dieses Resultat, zu welchem wir durch unsere Theorie gelangten, erhält durch folgende Thatsache ihre volle Bestätigung. Hausmann sagt in seinem Handbuche der Mineralogie (Th. II, S. 745): »Die faserige Varietät (des Krokydolith) findet sich im Zirkonsyenit von Stavern im südlichen Norwegen, und kommt darin mit Arfvedsonit innig verwachsen vor, mit dessen chemischer Zusammensetzung der Krokydolith nahe verwandt ist«[2]). Es giebt Stücke von diesem Fundorte, in welchen ein vollkommener Uebergang beider Mineralien in einander zu beobachten ist. Krokydolith verhält sich daher zu Arfvedsonit, wie Aspasiolith zu Cordierit, wie harter Malakolith zu weichem Malakolith u. s. w. (s. Isomorphismus, polymerer). Die grofse Anzahl der Fälle, in welchen die ältere Formelbildungs-Theorie von der neueren besiegt wird, ist hierdurch um ein sehr instructives Beispiel vermehrt[3]).

Der Krokydolith ist von blauer, sein Pulver von lavendelblauer Farbe.

---

[1]) Annalen der Chemie, Bd. XXIII, S. 153.

[2]) Arfvedsonit, nach v. Kobell, = 49,27 Kieselerde, 2,00 Thonerde, 36,12 Eisenoxydul, 8,00 Kali, 1,50 Kalk, 0,42 Talkerde, 0,62 Manganoxydul, 0,24 Chlor.

[3]) Durch ein Versehen wurde im Art. Isomorphismus (S. 186) die Formel des Krokydolith unrichtig angeführt.

Specif. Gew. = 3,2 — 3,3 (das des Arfvedsonit = 3,44). Von Säuren wird er nicht merklich angegriffen, noch wird dadurch die Farbe seines Pulvers verändert. Hausmann[1]) unterscheidet einen asbestartigen, faserigen und erdigen Krokydolith. Die parallel laufenden Fasern der ersten Art lassen sich bis zu den feinsten Fäden zertheilen, wobei sich höchst zarte, der Seide ähnliche Flocken bilden. Eine sehr merkwürdige Eigenschaft dieser Fasern ist ihre grofse absolute Festigkeit, wodurch sich der Krokydolith vor allen anderen faserigen Fossilien im hohen Grade auszeichnet. Nach Versuchen von Hausmann und Henrici zerriss ein daraus gearbeiteter Cylinder von 0,04 Zoll engl. Durchmesser erst bei einer Belastung von nahe 100 hannov. Pfunden. Aus gemeinem Asbest gearbeitete Cylinder von 0,07 Zoll engl. Durchmesser zerrissen dagegen schon bei einem Gewichte von 11 — 12 Loth. Ein solcher Cylinder, aus Fasergyps von Hefeld angefertigt, vermochte nicht 5 Pfund zu tragen. Zarte Fasern des asbestartigen Krokydoliths lassen sich vielmals hin und her biegen, es lassen sich sogar Knoten daraus schürzen, ohne dass der Zusammenhang aufgehoben wird. Es hat in der That den Anschein, als ob die Festigkeit des metallischen Eisens in diesem Silikate seines Oxyduls nicht ganz erloschen sey! — Der asbestartige Krokydolith findet sich, begleitet von Eisenkiesel und Magneteisenstein, in der Gegend des Oranjeflusses in Südafrika. Er kommt hier, auf Lagern oder Gängen, in starken Platten vor, in denen die dünnstänglich abgesonderten Fasern gegen die Hauptbegränzungsebenen schiefwinklich, etwa unter 106° und 74° gerichtet sind. Die erdige Abänderung wird, nach Lichtenstein, ebenfalls in jener Gegend gefunden, und zwar — in Begleitung von würfligen Brauneisenstein-Afterkrystallen — nesterweise im Thonschiefer, in den der Krokydolith wie verflöfst erscheint. Des norwegischen Fundortes der faserigen Varietät ist bereits oben gedacht worden. Ferner wird Grönland als Fundort des (faserigen und erdigen) Krokydolith angegeben. Nach Hausmann dürfte auch der sogenannte faserige Siderit von Golling im Salzburgischen nichts als Krokydolith seyn, so wie wahrscheinlich auch gewisse indig- und lavendelblaue Beschläge auf Hornblendegestein, Basalt u. s. w. hierher zu rechnen sind. — Hausmann deutet an, dass die erwähnten physischen Eigenschaften des asbestartigen Krokydolith vielleicht zu nützlichen Anwendungen desselben führen können. Die erdige Abänderung wird am Cap als Farbematerial benutzt. *Th. S.*

Kropfschwamm heifsen die Bruchstücke und Abfälle des Meerschwamms, besonders der gröberen Art, welche Pferdeschwämme genannt werden. Wegen ihres Gehalts an Brom- und Jodverbindungen werden sie im verkohlten Zustande als Mittel gegen den Kropf gebraucht. Diese Verbindungen lassen sich zum Theil durch kochendes Wasser aus dem Schwamm ausziehen, die gröfsere Menge wird aber erst nach Verkohlung desselben von Wasser aufgelöst. *Wp.*

Krummholzöl wird, wie das Kienöl, aus den Zweigen von *Pinus pumila* (*P. Mughos Scop.*), einer auf den höchsten Rücken der Gebirge (Carpathen) wachsenden Nadelholzart, gewonnen. Es kommt in seinen Eigenschaften mit dem Kienöl und dem Terpenthinöl überein. *V.*

---

[1]) Handb. d. Min., Th. II, S. 743.

Kryolith (von κρυος, Eis, also Eisstein) wurde ein zuerst durch Schumacher im Jahre 1795 bekannt gewordenes grönländisches Mineral benannt, weil dasselbe nicht allein durch sein Aussehen, sondern auch durch seine leichte Schmelzbarkeit an Eis erinnert. Es ist von Klaproth, Vauquelin, Berzelius[1]) und Chodnew[2]) analysirt worden. Die beiden erstgenannten Chemiker erhielten, aus Mangel guter Methoden, unrichtige Resultate. Nach Berzelius und Chodnew besteht es aus

	Berzelius.		Chodnew.
Aluminium . .	13,00 = 24,40	Thonerde	24,83
Natrium . . .	32,93 = 44,25	Natron	43,89
Fluor	54,07		0,83 MgO, MnO
	100,00		

welches sehr genau der Formel $3(NaF) + Al_2F_3$ entspricht. — Die reinste Art des Kryolith ist halbdurchsichtig und schneeweifs; glasglänzend auf dem Bruche. Specif. Gew. = 2,953 (Karsten). Härte zwischen Steinsalz und Kalkspath. Schmilzt schon an der Lichtflamme. In Borax und Phosphorsalz leicht auflöslich. In gröfserer Menge mit Borax geschmolzen, erhält man eine Masse, in welcher sich, nach v. Wörth's Beobachtung, bei der Abkühlung kubische Krystalle bilden. Von concentrirter Schwefelsäure wird der Kryolith unter Entwickelung von Flusssäuredämpfen zersetzt und aufgelöst. Salzsäure löst ihn nur theilweise auf. — Krystallform: rhombisch. Krystall-Individuen kommen, in Gestalt von rechtwinkeligen Parallelepiden, nur sehr selten vor. Spaltbar nach drei auf einander rechtwinkeligen Richtungen. — Der von Giesecke entdeckte und bisher einzige Fundort des Kryolith ist zu Ivikaet an der Südseite des Arksud-Fjord, gegen 30 Meilen von der Colonie Julianeshaab. Das Mineral bildet hier Lager von geringer Mächtigkeit im Gneuse, und wird von Quarz, Bleiglanz, Kupferkies, Schwefelkies, Eisenglanz, Spatheisenstein und Brauneisenstein begleitet. Quarz und Spatheisenstein finden sich mitunter im Kryolith eingewachsen. In der Nähe dieses Fundortes setzen Gänge auf, welche Quarz, Zinnstein, Wolfram, Arsenikkies, Schwefelkies und Steinmark führen[3]). — Ein neuerlich von Hermann und Auerbach bei Miask im Ilmengebirge entdecktes, und von ihnen Chiolith (von χιος, Schnee, also Schneestein) benanntes Mineral steht dem Kryolith in mehrfacher Beziehung sehr nahe. Aus den von Hermann, Chodnew, v. Wörth und Rammelsberg angestellten Untersuchungen desselben[4]) geht hervor, dass es zwei chemisch verschiedene Arten des Chiolith giebt, welche in ihren physischen Eigenschaften fast identisch erscheinen. Die eine Art ist von der Zusammensetzung $3(NaF) + 2Al_2F_3$, die andere $2(NaF) + Al_2F_3$. Der einzige merkbare physische Unterschied zwischen beiden besteht darin, dass erstere ein specif. Gew. von 2,842 — 2,898, letztere dagegen von 3,00 (nach 4 Bestimmungen) besitzt. Der Chiolith schmilzt noch leichter als der Kryolith, verhält sich übrigens gegen Reagentien ganz wie dieser. *Th. S.*

---

[1]) Vet. Acad. Handl., 1823, S. 315.
[2]) Verhandl. d. K. Russ. mineral. Ges., 1845—46, S. 208.
[3]) Jameson, on Cryolite. Mem. of the Werner. Soc. I, p. 465.
[4]) Man sehe Rammelsb. Handwörterb.

Kryometer, von κρυος (Frost) und μετρον (Maafs); also Frostmesser. Diesen Namen hat zuerst Flaugergues einer von ihm empfohlenen physikalischen Geräthschaft beigelegt. Er versuchte nämlich die mittlere Stärke der Kälte während einer gewissen Zeit aus der Eismenge abzuleiten, die in derselben Zeit in einem mit Wasser gefüllten Gefäfse gebildet wurde; die hierzu eingerichtete, dem Zwecke jedoch nur wenig entsprechende Messvorrichtung nannte er Kryometer.

Dieselbe Bezeichnung wählte vor einigen Jahren Pleischl[1]) für ein Thermometer für niedrige Temperaturen, welches anstatt Quecksilber oder Alkohol, Schwefelkohlenstoff enthält, der mit etwas Jod violett gefärbt ist. Nach seinen Versuchen ist der Gang dieses Instrumentes bei niedrigen Temperaturen mit dem des Quecksilberthermometers fast genau übereinstimmend. Dieser Angabe widersprechen jedoch neuere Erfahrungen von Pierre[2]), wonach unter zwölf verschiedenen Flüssigkeiten, die zur Füllung von Thermometern benutzt wurden, der Schwefelkohlenstoff nächst dem Wasser sich am wenigsten regelmäfsig ausdehnt. Dem Quecksilberthermometer, welches zwischen — 36° und + 100° bekanntlich mit dem Luftthermometer übereinstimmt, kommen in Beziehung auf Gleichmäfsigkeit des Ganges, Thermometer, welche Schwefeläther, Aethylchlorür oder Methylbromür enthalten, am nächsten und empfehlen sich also vorzugsweise zur Bestimmung von Temperaturen, die unter den Gefrierpunkt des Quecksilbers hinabgehen. *B.*

Kryophor s. Chryophor. Bd. II. S. 285.

Krystall heifst jeder feste, leblose Körper, welcher eine wesentliche (mit seinen physikalischen und chemischen Eigenschaften in Zusammenhang stehende) und regelmäfsige (durch ebene Flächen, welche nach einem bestimmten Symmetriegesetz geordnet sind, begränzte) Gestalt besitzt. Das Wesentliche der Form unterscheidet den Krystall von einer künstlich dargestellten regelmäfsigen Form; die Begränzung durch ebene Flächen von dem amorphen Zustand. Charakteristisch für Krystalle ist es, dass sie meistens nach gewissen Richtungen hin vorzugsweise wenig Zusammenhang haben (nach diesen Richtungen spaltbar sind), und, sofern sie nicht einer der im Folgenden als reguläre bezeichneten Formen angehören, das Licht doppelt brechen.

Die Bildung von Krystallen, das Krystallisiren, findet seltner statt bei festen aber bisher unkrystallinischen Körpern, ohne dass der Aggregatzustand vorher verändert wurde (amorpher Schwefel, amorpher Zucker werden allmälig zu einem Aggregat kleiner Krystalle). Gewöhnlich, und unter Entstehung gröfserer und deutlicherer Krystalle, findet das Krystallisiren statt, indem ein Körper aus dem elastisch-flüssigen oder dem tropfbar-flüssigen Zustand in den festen langsam übergeht. Durch Erkältung der Dämpfe von Schwefel oder arseniger Säure werden Krystalle dieser Substanzen gebildet. Krystalle entstehen aus tropfbar flüssigen Körpern, falls dieser Aggregatzustand nur durch Wärme hervorgebracht war, bei Abkühlung (Wismuth, Schwefel); falls er durch Anwendung eines Lösungsmittels hervorgebracht war, bei Abkühlung der bei höherer Temperatur gesättigten Lösung (Schwefel aus der Lösung in

---

[1]) Annalen der Physik, Bd. LXIII, S. 115.
[2]) Annales de Chim. et de Phys. [3], T. XV, p. 394.

Schwefelkohlenstoff), oder bei Entziehung des Lösungsmittels durch Verdampfung (Chlornatrium aus der wässerigen Lösung) oder durch eine andere Substanz (Chlornatrium aus der wässerigen Lösung bei Zusatz von Chlorcalcium).

Es bilden sich im Allgemeinen um so weniger und um so gröfsere Krystalle aus, je langsamer die Ausscheidung fester Substanz aus dem flüssigen Zustand vor sich geht. Den Umstand, dass die Ausscheidung fester Substanz aus einer gesättigten Lösung vorzugsweise an gleichartiger Substanz, z. B. einem hineingetauchten gleichartigen Krystall, stattfindet, benutzt man, um Krystalle wachsen zu lassen, und um nach Einer Seite hin ausgebildete Krystalle ringsum durch Krystallflächen begränzen zu lassen. Soll ein Krystall in einer Lösung, welche freiwilliger Verdunstung ausgesetzt ist, gleichmäfsig wachsen, so ist öfteres Wenden desselben nothwendig, da er an dem Boden des Gefäfses aufliegend sich vorzugsweise nach neben vergröfsert. Will man unvollständige Krystalle vervollständigen, so drückt man passend ihre ausgebildete Seite in Wachs ein, so dass nur die zu vervollständigende Seite mit der Flüssigkeit in Berührung ist. Lässt man ein Lösungsmittel auf einen Krystall einwirken, so dass seine Kanten und Ecken abgestumpft werden, und ihn dann wieder etwas wachsen, so zeigen sich häufig neue Flächen an der Stelle der vorherigen Kanten und Ecken. *Kp.*

Krystallin I. hat man die eiweifsartige Substanz genannt, aus welcher die Krystalllinse des Auges besteht. Dieselbe quillt in Wasser auf und löst sich langsam zu einer schleimigen Flüssigkeit, welche durch *Alkohol präcipitirt* wird. In kochendem Spiritus löst sie sich zum Theil wieder auf, scheidet sich aber beim Erkalten wieder ab. Beim Erhitzen lässt die Auflösung des Krystallins ein milchichtes Coagulum fallen: die Gerinnung tritt hierbei später ein als beim Albumin, indem die Flüssigkeit erst bei 73° zu opalisiren anfängt und bei 93° coagulirt. Durch Essigsäure wird die Krystallinlösung getrübt und gerinnt dann schon bei 50°; wird die Essigsäure genau mit Ammoniak gesättigt, so trübt sich die Flüssigkeit stark. Mineralsäuren und Metallsalze wirken auf Krystallin wie auf Eiweifs.

Die procentische Zusammensetzung des Krystallins ist von Mulder und Rüling folgendermafsen gefunden:

	Mulder.	Rüling.
C	54,5	54,2
H	6,9	7,1
N	16,5	37,5
O } S	22,1	1,2
	100,0	100,0

Den Schwefelgehalt im Krystallin von Ochsen bestimmte Rüling zu 1,227, den aus gemischten Krystalllinsen von Ochsen, Kälbern und Schweinen zu 1,003. *Fr.*

Krystallin II., syn. mit Anilin, s. d. Suppl., S. 236.

Krystallographie ist die Lehre von den äufseren Gestaltungsverhältnissen der Krystalle, d. h. von den Symmetriegesetzen, nach welchen die Krystalle durch Flächen begränzt sind.

Aufser den **Flächen** beachtet man an den Krystallen als Begränzungselemente noch die **Kanten** und die **Ecken**; in ersteren stofsen zwei, in letzteren drei oder mehr Flächen zusammen.

Man unterscheidet **gleichartige** Begränzungselemente von **ungleichartigen**. Flächen sind gleichartig, wenn sie gleiche Form und Lage haben; Kanten, wenn bei gleicher Lage die Flächen unter demselben Winkel in ihnen zusammenstofsen; Ecken, wenn sich an dem einen dieselben Flächen und Kanten vorfinden, wie an dem anderen. Fig. 29 hat nur gleichartige Flächen, gleichartige Kanten und gleichartige Ecken, Fig. 30 hat nur gleichartige Flächen und nur gleichartige Kanten, aber zweierlei Ecken (die vierflächigen, d. h. wo vier Flächen zusammentreffen, sind unter sich gleichartig, aber nicht mit den dreieckigen); in Fig. 31 sind ungleichartige Flächen (dreieckige und viereckige), ungleichartige Kanten (1. die von je zwei dreieckigen, 2. die von je einer dreieckigen und einer vierflächigen, und 3. die von je zwei vierflächigen gebildeten) und ungleichartige Ecken (zwei, oben und unten, werden durch vier gleichartige Kanten gebildet; an jedem der acht anderen, gleichfalls vierflächigen, finden sich dreierlei Kanten) zu sehen.

Fig. 29

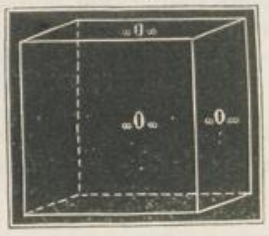


Fig. 30.

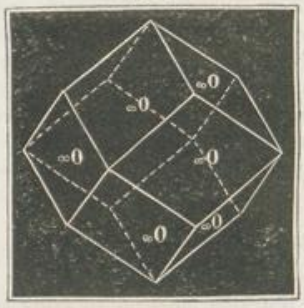


Fig. 31.

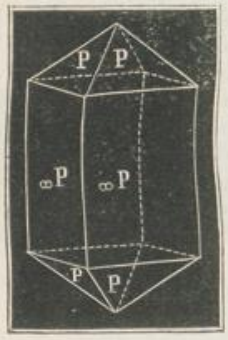
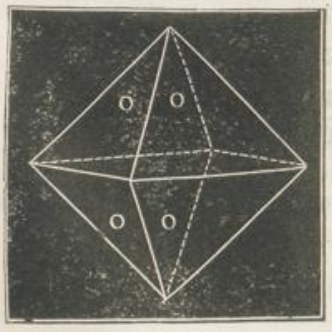


Fig. 32.



Einfache Formen nennt man solche, an welchen sich nur gleichartige Flächen vorfinden, wie z. B. Fig 32 und 33; **zusammengesetzte Formen** oder **Combinationen** diejenigen, an welchen ungleichartige Flächen vorhanden sind, wie z. B. Fig 34 und 35. Die Combinationen sind aus denjenigen einfachen Formen zusammengesetzt, welche entstehen, wenn man die eine oder die andere Art gleichnamiger Flächen an der Combination bis zum Verschwinden der an-

deren vergröfsert denkt. Fig. 37 ist ein Combination; denkt man sich

Fig 33.

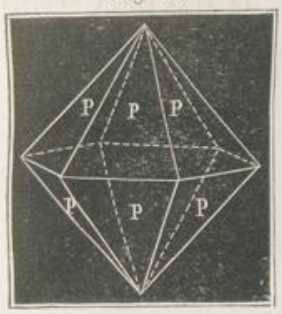


Fig. 34

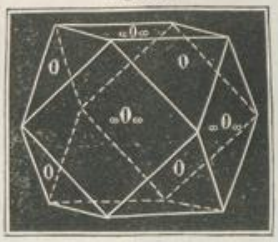


Fig. 35.

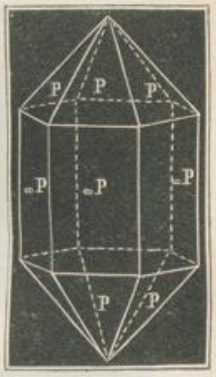


Fig. 36.

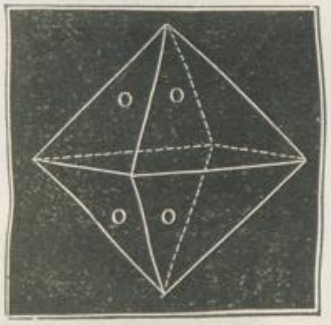


Fig. 37.

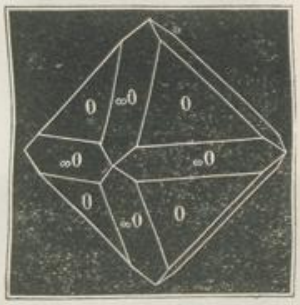
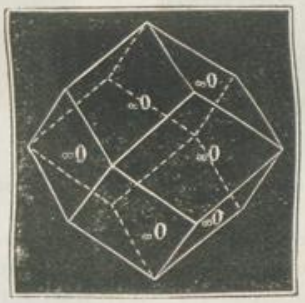


Fig. 38.



die mit O bezeichneten Flächen vergröfsert, so entsteht Fig. 36; denkt man sich die mit ∞O bezeichneten Flächen vergröfsert, so entsteht Fig. 38; die in Fig. 37 gezeichnete Combination ist also aus den durch Fig. 36 und 38 dargestellten einfachen Formen zusammengesetzt. Die Beziehungen einer Combination zu den sie bildenden einfachen Formen lassen sich auch leicht in folgender Weise einsehen: Wenn man sich zwei oder mehr einfache Formen über denselben Mittelpunkt construirt denkt, so dass von jeder einzelne Theile über die Begränzung der au-

deren hervorragen, so erscheint als Combination beider Formen der Theil des Raums, welcher in beiden einfachen Formen enthalten ist. Fig. 39 zeigt einen Würfel und ein Octaëder (eine Doppelpyramide mit quadratischer Basis, welcher durch acht gleichseitige Dreiecke begränzt ist) über denselben Mittelpunkt construirt; die Combination, welche dadurch entsteht, ist durch stärkere Linien angedeutet, und in Fig. 40 besonders dargestellt. In einem anderen Gröfsenverhältniss sind Würfel und Octaëder in Fig. 41 über einander gezeichnet; die daraus entstehende Combination ist in Fig. 42 vergröfsert dargestellt. In diesen Beispielen sieht man leicht, wie diejenigen Theile einer einfachen Form nicht in einer Combination enthalten sind, welche aufserhalb des von der anderen einfachen Form begränzten Raums liegen.

Fig. 39.

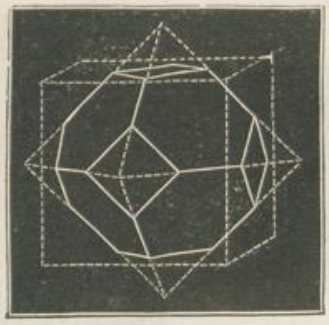


Fig. 40.

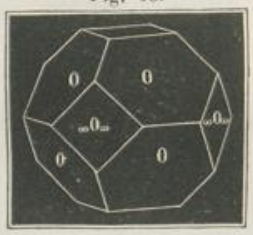


Fig. 41.

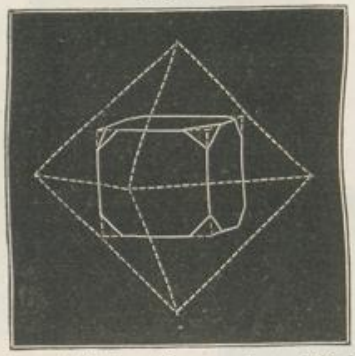
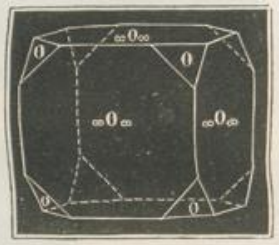
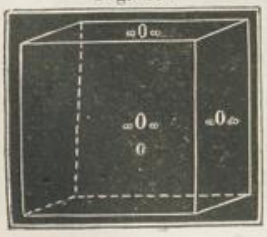


Fig. 42.



Bei der Beschreibung eines Krystalls geht man gewöhnlich aus von derjenigen einfachen Form, deren Flächen die vorherrschenderen sind, oder von einer leicht zu übersehenden Combination, welche sich an dem zu beschreibenden Krystall vorzugsweise ausgebildet findet; man giebt von den schwächer (untergeordneter) auftretenden Flächen an, wie sie jene einfache Form oder Combination abändern. Ist an einer Form eine Kante so durch eine Fläche ersetzt, dass diese zu den anstofsenden Flächen jener Form unter demselben Winkel geneigt ist, so heifst die Kante gerade abgestumpft; ist die Abstumpfungsfläche zu den beiden anliegenden Flächen jener Form unter verschiedenen Winkeln geneigt, so heifst die Kante schief abgestumpft. Fig. 43 zeigt einen Würfel, Fig. 44 einen Würfel mit gerade, Fig. 45 einen mit

Fig. 43.



schief abgestumpften Kanten. — Finden sich an der Stelle einer Kante einer Krystallform zwei gleichartige Flächen, so heifst die Kante zugeschärft; Fig. 46 zeigt einen Würfel mit zugeschärften Kanten.

Fig. 44.

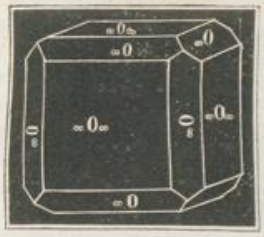


Fig. 45.

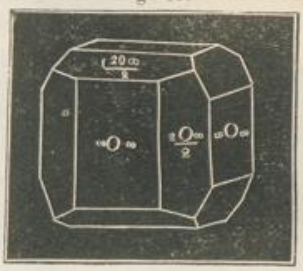


Fig. 46.

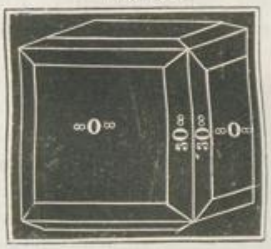


Fig. 47.

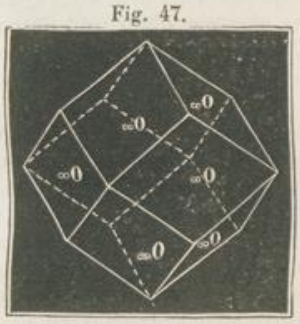
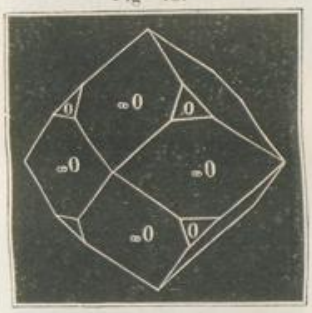


Fig 48.



Entsprechend heifst ein Eck einer Krystallform gerade abgestumpft, wenn es durch eine Fläche ersetzt ist, welche gegen die in dem Eck zusammenstofsenden Flächen jener Form unter demselben Winkel geneigt ist; die dreiflächigen Ecken der Fig. 47 sind in Fig. 48 gerade abgestumpft. — Ist ein Eck einer Krystallform durch ein anderes stumpferes, einer anderen Form angehöriges, ersetzt, so heifst jenes Eck zugespitzt; die Ecken von Fig. 49 sind in Fig. 50 vierflächig zugespitzt.

Fig. 49.

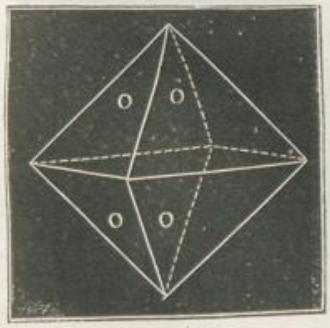


Fig. 50.

Unter den einfachen Formen unterscheidet man geschlossene und ungeschlossene Formen. Geschlossene Formen sind diejenigen, deren Flächen bei gehöriger Vergröfserung eine vollständige Begränzung des Raums hervorbringen; ungeschlossene diejenigen, bei welchen dies nie eintritt. Die dreieckigen Flächen in Fig. 51 gehören einer geschlossenen Form an, denn gehörig vergröfsert begränzen sie den Raum ähnlich, wie es Fig. 52 zeigt; die viereckigen Flächen hingegen gehören einer ungeschlossenen Form an, denn noch so sehr vergröfsert ergeben sie immer nur ein oben und unten offenes, also ungeschlossenes, Prisma. — Ungeschlossene Formen können an einem vollständigen Krystall nur in Combinationen vorkommen.

Fig. 51.

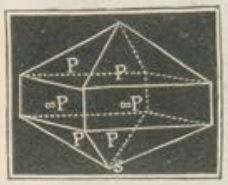
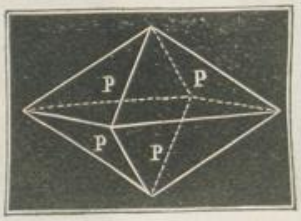


Fig. 52.



Axen nennt man Linien oder Richtungen, welche man sich in einem Krystall, durch seinen Mittelpunkt hindurch, so gelegt denkt, dass die vorhandenen Flächen in Beziehung auf diese Linien oder Richtungen symmetrisch liegen. Die Axen münden aus in den Mittelpunkten von Flächen (Flächenaxen) oder von Kanten (Kantenaxen) oder in Ecken (Eckenaxen). Gleichartige Axen münden an gleichartigen Stellen eines Krystalls aus, ungleichartige an ungleichartigen. An dem Octaëder, Fig. 53, an welchen alle Ecken gleichartig sind, sind auch die drei in der Figur angedeuteten Axen *lr*, *ou*, *vh*, gleichartig. An der doppelten Pyramide mit hexagonaler Basis, Fig. 54, sind die Axen *ad*, *be*, *cf*,

Fig. 53.

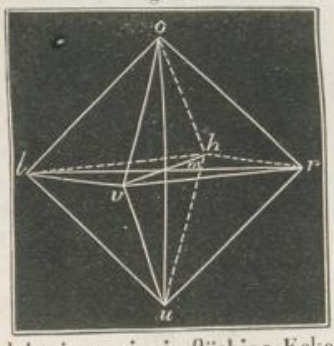
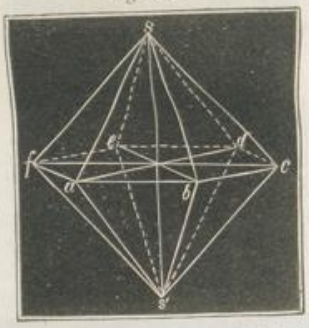


Fig. 54.



welche je zwei vierflächige Ecken mit einander verbinden, gleichartig, aber ungleichartig mit der Axe *ss'*, welche die zwei sechsflächigen Ecken verbindet. Letztere Axe *ss'* ist übrigens eine einzelne Axe; so nennt man jede in einem Krystall mögliche Axe, für welche sich schlechterdings keine zweite mit ihr gleichartige ziehen lässt.

Die Zahl der verschiedenen Krystallformen ist ungemein grofs; man theilt sie ein, indem man beachtet, ob sich gleiche Ausbildung nach mehreren Richtungen findet, oder nicht, und ob die Richtungen, nach welchen vorzugsweise symmetrische Ausbildung überhaupt vorhanden ist, rechtwinkelig zu einander stehen, oder nicht. Alle Krystallformen, an welchen wesentlich ein und dasselbe Symmetriegesetz sich herrschend

zeigt, rechnet man in Ein Krystallsystem. Man unterscheidet sechs verschiedene Krystallsysteme: das reguläre, das quadratische, das hexagonale, das rhombische, das monoklinometrische und das triklinometrische. Der Charakter der verschiedenen Krystallsysteme und die wichtigsten Formen, die in jedes gehören, sind in dem Folgenden genauer zu betrachten.

Reguläres System.

Alle Formen dieses Systems haben drei gleichartige, zu einander rechtwinkelig stehende Axen; d. h. sie sind gleichartig ausgebildet nach drei zu einander rechtwinkeligen Richtungen, oben und unten ebenso wie rechts und links und wie vorn und hinten. In Fig. 55 sind die drei zu einander rechtwinkelig stehenden Axen, *ou*, *rl*, *vh*, angedeutet; die Axenlänge, vom Mittelpunkt aus gerechnet, wird mit *a* bezeichnet, und da alle Axen gleichartig sind, so ist $a = mo$, mv, mr u. s. w. — Von einfachen Formen betrachten wir folgende.

Das Octaëder, Fig. 55, hat 8 gleichseitig-dreieckige Flächen, 6 gleichartige vierflächige Ecken und 12 gleichartige Kanten, in welchen die Flächen unter 109° 28′ zusammenstofsen. Die Axen verbinden je zwei entgegengesetzte Ecken. Jede Fläche schneidet drei Axen gleichweit vom Mittelpunkt; man drückt dies so aus, dass man sagt: jede Fläche schneidet das Axenkreuz im Verhältnifs $a : a : a$. Einer jeden Octaëderfläche und dem Octaëder selbst giebt man das Zeichen $a : a : a$, abgekürzt 0 (Alaun, Kaliumplatinchlorid, Rothkupfererz, Magneteisen.)

Fig. 55.

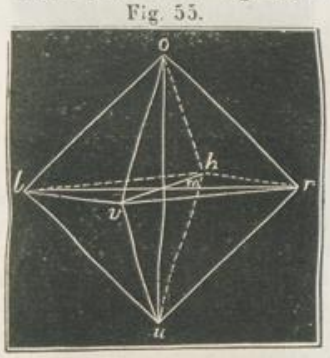


Fig. 56.

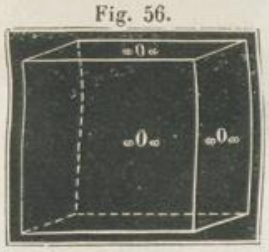
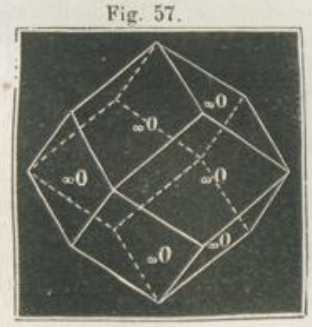


Fig. 57.



Das Hexaëder oder der Würfel, Fig. 56, hat sechs quadratische Flächen, acht gleichartige dreiflächige Ecken und zwölf gleichartige Kanten, in welchen die Flächen unter 90° zusammenstofsen. Die Axen verbinden die Mittelpunkte je zweier sich gegenüberliegenden Flächen. Jede Fläche schneidet eine Axe in dem Abstand *a* vom Mittelpunkt und erstreckt sich parallel mit den zwei anderen Axen; das Zeichen einer Hexaëderfläche und des Hexaëders selbst ist hiernach $a : \infty a : \infty a$, abgekürzt ∞0∞ (Chlornatrium, Chlor- und Jodkalium, Flufsspath, Bleiglanz).

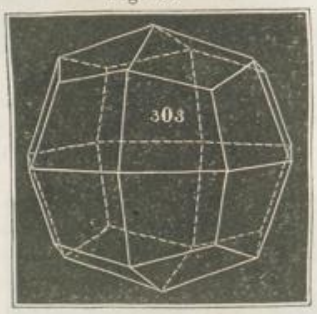
Das Rhomben-Dodekaëder, Fig. 57, hat zwölf rhombische Flächen mit den Winkeln 190° 28′ und 70° 32′; zweierlei Ecken, nämlich sechs vierflächige und acht drei-

flächige; 24 gleichartige Kanten, in welchen die Flächen unter 120° zusammenstofsen. Die Axen verbinden je zwei sich gegenüberliegende vierflächige Ecken; diese Ecken liegen also wie Octaëderecken, während die acht dreiflächigen ähnlich wie Hexaëderecken liegen (verbände man letztere durch Linien, so würden diese Hexaëderkanten vorstellen.) Jede Fläche eines Rhomben-Dodekaëders schneidet zwei Axen gleichweit vom Mittelpunkt und erstreckt sich parallel mit der dritten Axe; das Zeichen dafür ist $a:a:\infty a$ oder abgekürzt $\infty 0$. (Phosphor, Granat, Zinkblende.)

Von den Ikositetraëdern giebt es mehrere Arten (Fig. 58 und 59). Sie haben 24 viereckige Flächen, deren jede durch zwei ver-

Fig. 58.

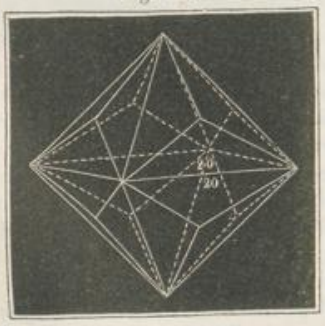
Fig. 59.



schiedene Paare gleicher Seiten gebildet wird; dreierlei Ecken (sechs, welche liegen wie Octaëderecken, acht, welche liegen wie Hexaëderecken, und zwölf, deren jedes zwischen zwei Ecken der ersteren Art liegt), zweierlei Kanten (24, deren je zwei immer zwei octaëdrische Ecken mit einander verbinden, und 24 andere, deren je drei in jedem hexaëdrischen Eck zusammenstofsen). Die Axen verbinden je zwei sich gegenüberliegende octaëdrische Ecken. Die Flächen der Ikositetraëder erstrecken sich von einem Axeneck, welches den Abstand a vom Mittelpunkt hat, nach dem $m$fach (bis jetzt ist der zwei- und der dreifache beobachtet) gröfseren Abstand auf den beiden anderen Axen hin. Das Ikositetraëder $a:2a:2a$, abgekürzt 202 (Fig. 58) wird auch als Leucitoëder, das Ikositetraëder $a:3a:3a$ oder 303 (Fig. 59) auch als Leucitoïd unterschieden; das erstere findet sich am Leucit und Analcim, das letztere am Gold und Silber.

Auch von den Triakisoctaëdern (Fig. 60) giebt es mehrere Arten. Sie haben 24 gleichschenklig-dreieckige Flächen; zweierlei Ecken (6 achtflächige und 8 dreiflächige); zweierlei Kanten (12, deren jede zwei achtflächige Ecken verbindet, und 24, deren je drei in einem dreiflächigen Eck zusammenstofsen). Die Axen verbinden je zwei sich gegenüberliegende achtflächige Ecken. Jede Fläche eines Triakisoctaëders schneidet zwei Axen in dem einfachen Abstand a von dem Mittelpunkt und erstreckt sich nach dem $m$fachen ($^3/_2$, 2 oder 3fachen) Abstand auf

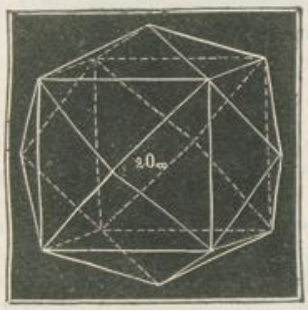
Fig. 60.



der dritten Axe. Die Zeichen für die verschiedenen Arten sind $a : a : \frac{3}{2}a$, $a : a : 2a$, $a : a : 3a$ u. s. w., allgemein $a:a:ma$, oder abgekürzt $\frac{3}{2}0$, 20, 30 u. s. w., allgemein $m0$. Fig. 60 zeigt 20.

Ebenso giebt es mehrere Arten von Tetrakishexaëdern (Fig. 61 zeigt eins). Diese Form hat 24 gleichschenklig-dreieckige Flächen; zweierlei Ecken (6 vierflächige, durch welche die Axen hindurchgehen, und 8 sechsflächige) und zweierlei Kanten (12, welche je zwei sechsflächige Ecken verbinden, und 24, welche die vierflächigen und sechsflächigen Ecken verbinden). Jede Fläche eines Tetrakishexaëders erstreckt sich von einem Axenende, welches den einfachen Abstand a vom Mittelpunkt hat, nach dem $m$fachen ($2, \frac{3}{2}, 3$fachen u. s. w.) Abstand auf einer zweiten Axe und geht mit der dritten Axe parallel. Das allgemeine Zeichen ist $a:ma:\infty a$, abgekürzt $m0\infty$. Fig. 61 zeigt $a:2a:\infty a$ oder 20∞, welches an dem Gold und an dem Kupfer vorkommt.

Fig. 61.



Auch Hexakisoctaëder giebt es von verschiedener Art (Fig. 62 zeigt eins), welche von 48 ungleichseitigen Dreiecken begränzt sind, dreierlei Ecken (6 achtflächige, durch welche die Axen hindurchgehen, 8 sechsflächige und 12 vierflächige) und dreierlei Kanten (24 zwischen den achtflächigen und den vierflächigen, 24 zwischen den achtflächigen und den sechsflächigen und 24 zwischen den vierflächigen und den sechsflächigen) haben. Jede Fläche eines Hexakisoctaëders erstreckt sich von dem einfachen Abstand a auf einer Axe nach verschiedenen Abständen, ma und na, auf den zwei anderen Axen hin. m und n können mannichfache Werthe haben; so giebt es z. B. ein Hexakisoctaëder $a:2a:4a(204)$, ein anderes $a:\frac{3}{2}a:3a(30\frac{3}{2}$; dieses ist in Fig. 62 dargestellt) u. a. Ein Hexakisoctaëder zeigt sich manchmal am Diamant.

Fig. 62.

Für die sieben Formen, welche bis hierher besprochen wurden, ergeben sich die Beziehungen zwischen den weitläufigeren und den abgekürzten Formeln leicht aus folgender Zusammenstellung:

Octaëder.	Hexaëder.	Dodekaëder.	Ikositetraëder.	Triakisoctaëder.
$a:a:a$	$\infty a:a:\infty a$	$\infty a:a:a$	$ma:a:ma$	$ma:a:a$
0	$\infty 0\infty$	$\infty 0$	$m0m$	$m0$
	Tetrakishexaëder.		Hexakisoctaëder.	
	$ma:a:\infty a$		$ma:a:na$	
	$m0\infty$		$m0n$.	

m und n drücken stets einfache und rationale Verhältnisse aus.

Man kann sich keine Fläche denken, deren Lage zu einem rechtwinkeligen Axenkreuz nicht unter einem der im Vorstehenden aufge-

führten Fälle begriffen wäre; die sieben vorhergehenden einfachen Formen sind die im regulären System einzig möglichen, so fern von Formen die Rede ist, welche durch so viel Flächen begränzt sind, als nur immer nach einem bestimmten Symmetriegesetz um das Axenkreuz gelegt werden können. Flächen, deren jede die drei Axen gleichweit vom Mittelpunkt schneidet, kann man z. B. höchstens acht legen, und erhält dann das Octaëder, aber schon mit einer geringeren Zahl so gelegter Flächen kann der Raum zu einer anderen einfachen Form vollständig begränzt werden.

Eine einfache Form, welche durch so viel Flächen begränzt ist, als nur immer nach gewissen Richtungen um ein Axenkreuz herum gelegt werden können, nennt man eine holoëdrische (vollzählig ausgebildete); eine einfache Form, an welche nur halb so viel Flächen sich zeigen, eine hemiëdrische (halbzählig ausgebildete). Die hemiëdrischen Formen leitet man am deutlichsten aus holoëdrischen ab, indem man sich an diesen die halbe Anzahl der Flächen bis zum Verschwinden der anderen wachsend denkt. Von den hemiëdrischen Formen des regulären Systems mögen hier nur die zwei wichtigsten namhaft gemacht werden.

Denkt man sich an dem Octaëder Fig. 63 die abwechselnden Flächen (die vorn oben rechts, vorn unten links, hinten oben links und hinten unten rechts) wachsend, so entsteht zuerst eine Form wie Fig. 64, und

Fig. 63.

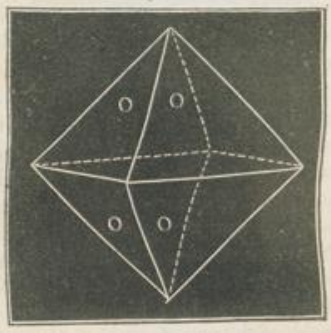
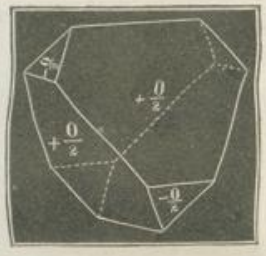
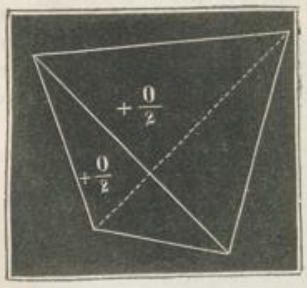


Fig. 64.



endlich, wenn jene Flächen bis zum völligen Verschwinden der zwischenliegenden gewachsen sind, eine Form, wie Fig. 65, ein Tetraëder. Dieses ist begränzt durch vier gleichseitig dreieckige Flächen, hat 4 dreiflächige Ecken und 6 gleichartige Kanten, in welchen die Flächen unter 70° 32′ zusammenstofsen. Die Axen verbinden die Mittelpunkte je zweier sich gegenüberliegenden Kanten.

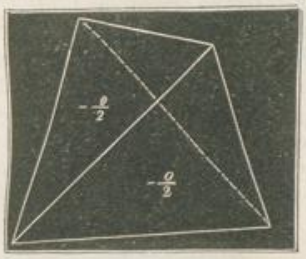
Fig. 65.



Verschwinden die Flächen an dem Octaëder, welche eben als wachsende gedacht wurden, und wachsen die anderen, so entsteht ein dem vorigen ganz gleiches Tetraëder, aber in anderer Stellung, Fig. 66. Das Zeichen des Tetraëders ist $\frac{0}{2}$;

einem einzelnen Tetraëder kann man die Stellung wie in Fig. 65 oder wie in Fig. 66 geben; wo es auf eine Unterscheidung der Stellung ankommt, kann man es in ersterer als $+\frac{0}{2}$, in letzterer als $-\frac{0}{2}$ bezeichnen.

Fig. 66.

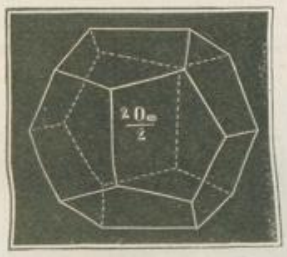


Tetraëderform zeigen das Schlippe'sche Salz, chlorsaures Natron, Fahlerz, Zinkblende u. a.

Fig. 67.

Eine andere wichtige hemiëdrische Form leitet sich ab von dem Tetrakishexaëder, Fig. 67. Man kann sich diese Form denken als einen Würfel, auf dessen Flächen Pyramiden aufgesetzt sind, so dafs man die Flächen des Tetrakishexaëders als zu der Pyramide oben, vorn, rechts u. s. w. gehörend bezeichnen kann. Wachsen nun an den Pyramiden oben und unten die Flächen vorn und hinten und verschwinden die Flächen links und rechts, wachsen an den Pyramiden vorn und hinten die Flächen links und rechts und verschwinden die oben und unten, wachsen an den Pyramiden rechts und links die Flächen oben und unten und verschwinden die vorn und hinten, so entsteht eine Form, wie sie Fig. 68 darstellt, ein Pentagonal-Dodekaëder. Ein solches ist durch 12 symmetrische Fünfecke umschlossen, deren jedes vier gleiche Seiten und eine davon verschiedene (die Grundlinie) hat. Es hat zweierlei Kanten: 6, deren jede durch Zusammenstofsen zweier Flächen mit den Grundlinien gebildet wird (Grundkanten), und 24 andere unter sich gleichartige. Es hat zweierlei Ecken: 12, in deren jedem eine Grundkante und zwei andere Kanten zusammenstofsen, und 8, in deren jedem drei gleichartige Kanten der letzteren Art zusammentreffen. Die Axen verbinden die Mittelpunkte von je zwei sich gegenüberliegenden Grundkanten. — Wüchsen diejenigen Flächen an dem Tetrakishexaëder, welche wir eben als verschwindende betrachteten, und verschwänden die anderen, so würde ein ganz gleiches, aber in anderer Stellung befindliches Pentagonal-Dodekaëder entstehen. — Das Zeichen eines Tetrakishexaëders ist allgemein $mO\infty$, das seiner Hemiëdrie, des Pentagonal-Dodekaëders, ist $\frac{mO\infty}{2}$; Fig. 67 zeigt $2O\infty$, Fig. 68 zeigt $\frac{2O\infty}{2}$. — Das Pentagonal-Dodekaëder ist an künstlichen Krystallen noch

Fig. 68.



nicht rein ausgebildet beobachtet worden; unter den Mineralien zeigt es sich namentlich am Eisenkies und Kobaltglanz.

Die im Vorstehenden aufgezählten einfachen Formen bilden eine sehr grofse Zahl von Combinationen unter einander. Es mögen hier nur einige der wichtigsten betrachtet werden. Fast immer ist an Krystallen des regulären Systems das Octaëder, das Hexaëder, das Rhomben-Dodekaëder, das Tetraëder oder das Pentagonal-Dodekaëder vorherrschend; die anderen einfachen Formen treten meistens nur untergeordnet auf.

An dem vorherrschenden Octaëder, Fig. 69, erscheinen untergeordnet die Flächen des Hexaëders als Abstumpfungen der Ecken (Fig. 70

Fig. 69.

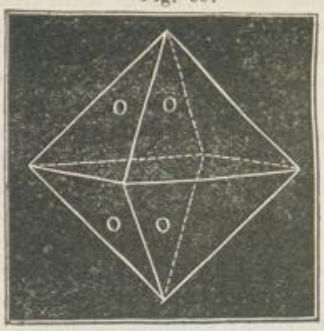
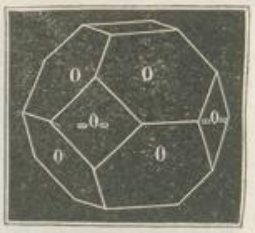


Fig. 70.



zeigt diese Combination O. O∞; Alaun, Zinnchlorid-Chlorammonium, Kobaltkies); sind die Würfelflächen soweit ausgebildet, dafs sie sich in Punkten berühren, so heifst die Combination der Mittelkrystall zwischen Octaëder und Hexaëder (Fig. 71; *salpetersaures Bleioxyd*, Bleiglanz). Die Flächen des Rhomben-Dodekaëders erscheinen an dem Octaëder als gerade Abstumpfungen der Kanten (Fig. 72 zeigt O.∞O; Alaun, Roth-

Fig. 71.

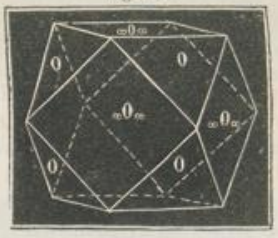


Fig. 72.

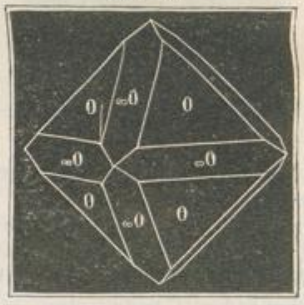


Fig. 73.

kupfererz). Die Flächen eines Ikositetraëders bilden Zuspitzungen der Octaëderecken, wobei die Zuspitzungsflächen auf die Octaëderflächen aufgesetzt sind (Fig. 73 zeigt O.2O2; Chromalaun). Ein Triakisoctaëder bildet an einem vorherrschenden Octaëder Zuschärfungen der Kanten, ein Hexakisoctaëder achtflächige Zuspitzungen der Ecken.

Unter den Combinationen mit dreierlei Flächen (dreizähligen Combinationen) zeigt Fig. 74 die eines vorherrschenden Octaëders mit untergeordneteren Hexaëder- und Dodekaëderflächen ($0 . \infty 0 \infty . \infty 0$, Alaun, Bleiglanz), Fig. 75 ein Octaëder mit stärker ausgebildeten Hexaëderflächen

Fig. 74.

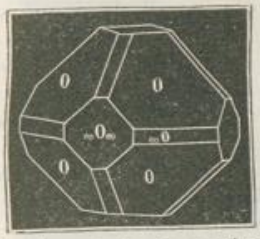
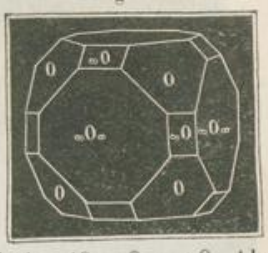
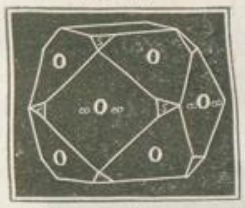


Fig. 75.



und untergeordneteren Rhombendodekaëderflächen ($0 . \infty 0 \infty . \infty 0$; Alaun, Bleiglanz), und Fig. 76 ein Octaëder mit Hexaëderflächen und untergeordneten Flächen eines Pentagonal-Dodekaëders ($0 . \infty 0 . \frac{20 \infty}{2}$, letztere Flächen sind die mit *s* bezeichneten; salpetersaures Bleioxyd). Jede Fläche des Rhomben-Dodekaëders in Fig. 75 bildet mit je zwei anliegenden Octaëderflächen parallele Combinationskanten, jede Fläche des Pentagonal-Dodekaëders in Fig. 76 hingegen divergirende, was beide Combinationen deutlich unterscheidet.

Fig. 76.



An dem vorherrschenden Hexaëder (Fig. 77) bringen die Flächen des Octaëders Abstumpfung der Ecken hervor (Fig. 78 zeigt $\infty 0 \infty . 0$; Chlornatrium, Bleiglanz); die Flächen des Tetraëders Abstumpfung der abwechselnden Ecken ($\infty 0 \infty . \frac{0}{2}$ kann man sich leicht vorstellen, wenn man sich an Fig. 77 nur die Ecken vorn oben rechts, vorn unten links, hinten oben links, hinten unten rechts so abgestumpft denkt, wie es in Fig. 78 alle Ecken sind; Boracit, Würfelerz); die Flächen des Rhomben-Dodekaëders gerade Abstumpfung der Kanten (Fig. 79 zeigt $\infty 0 \infty . \infty 0$, Alaun, Flufsspath); die Flächen des Pentagonal-Dodekaëders schiefe Abstumpfung der Kanten (Fig. 80 zeigt $\infty 0 \infty . \frac{20 \infty}{2}$;

Fig. 77.

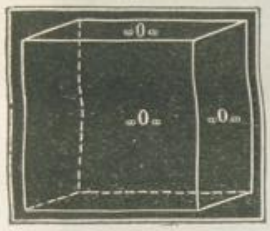


Fig. 78.

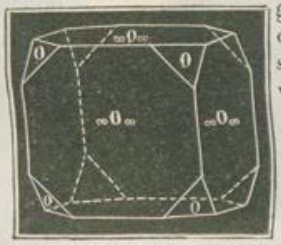


Fig. 79.

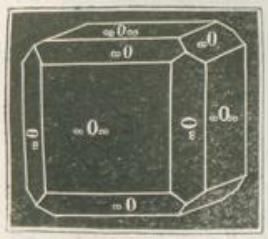
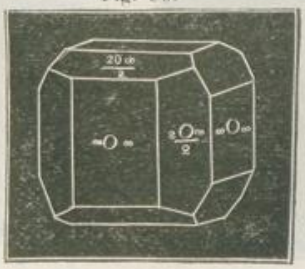


Fig. 80.



Eisenkies); die Flächen eines Tetrakishexaëders Zuschärfung der Kanten (Fig. 81 zeigt $\infty O \infty . 3O\infty$; Flussspath); die Flächen eines Ikositetraëders dreiflächige Zuspitzung der Ecken, wobei die Zuspitzungsflächen auf die Hexaëderflächen aufgesetzt sind (Fig. 82 zeigt $\infty O \infty . 2O2$; Analcim); die Flächen eines Triakisoctaëders dreiflächige Zuspitzung der Ecken, wobei die Zuspitzungsflächen auf die Hexaëderkanten aufgesetzt sind; die Flächen eines Hexakisoctaëders sechsflächige Zuspitzung der Ecken.

Fig. 81.

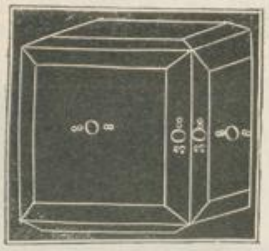
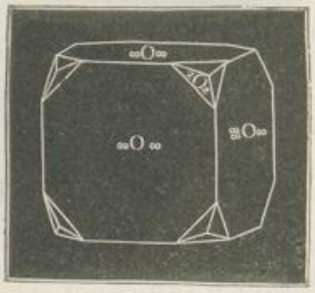


Fig. 82.



An dem vorherrschenden Rhomben-Dodekaëder (Fig. 83) bringen die Flächen des Octaëders Abstumpfung der dreiflächigen Ecken

Fig. 83.

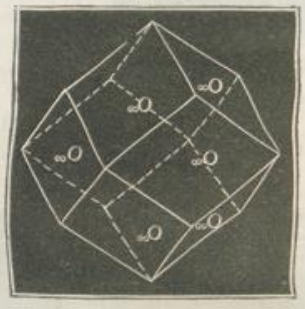
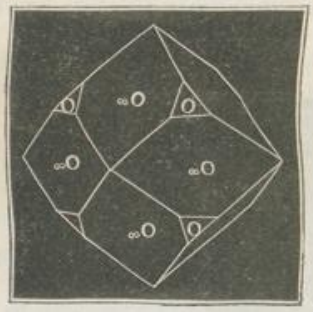


Fig. 84.



hervor (Fig. 84 zeigt $\infty O . O$; Magneteisen); die Flächen des Tetraëders Abstumpfung der abwechselnden dreiflächigen Ecken; die Flächen des Hexaëders Abstumpfung der vierflächigen Ecken; die Flächen des Ikositetraëders 202 gerade Abstumpfung der Kanten (Fig. 85 zeigt $\infty O . 202$; Granat).

Fig. 85.

An dem vorherrschenden Tetraëder (Fig. 86) bringen die Flächen des in entgegengesetzter Stellung befindlichen Tetraëders Abstumpfung der Ecken hervor (Fig. 87

zeigt $+\frac{0}{2} \cdot -\frac{0}{2}$; Schlippe'sches Salz, Boracit); sind beide in ent-

Fig. 86.

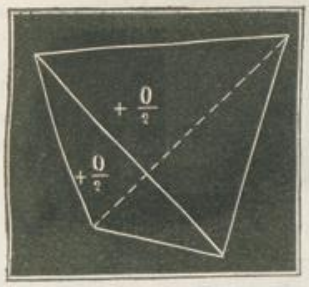
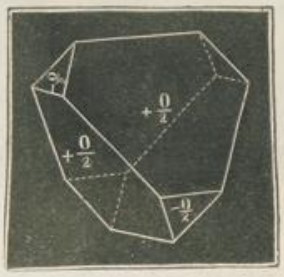


Fig. 87.



gegengesetzter Stellung im Gleichgewicht combinirt, so hat die Combination das Ansehen eines Octaëders Fig. 88, an welchem aber die abwechselnden Flächen verschiedenartig (die einen z. B. matt, die anderen glänzend) sind (Boracit). Die Flächen des Hexaëders bringen an einem vorherrschenden Tetraëder Abstumpfung der Kanten hervor (Fig. 89 zeigt $\frac{0}{2} \cdot \infty 0 \infty$, Boracit); die Flächen des Rhomben-Dodekaëders drei-

Fig. 88.

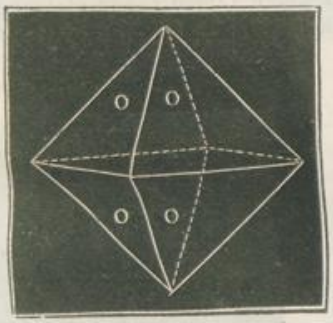


Fig. 89.

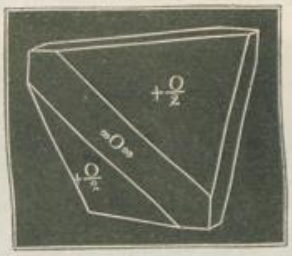
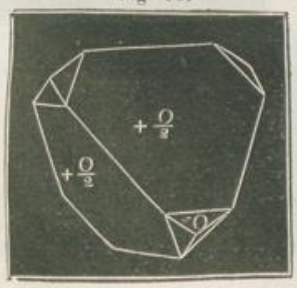


Fig. 90.



flächige Zuspitzung der Ecken, wobei die Zuspitzungsflächen auf die Tetraëderflächen aufgesetzt sind (Fig. 90 zeigt $\frac{0}{2} \cdot \infty 0$, essigsaures Uranoxyd-Natron, Fahlerz).

An dem vorherrschenden Penta-

gonal-Dodekaëder (Fig. 91) bringen die Flächen des Octaëders Abstumpfung derjenigen Ecken hervor, in welchen drei gleichartige Kanten zusammenstofsen (vergleiche Seite 643); die Flächen des Würfels gerade Abstumpfung der Grundkanten (Fig. 92 zeigt $\frac{2O\infty}{2} \cdot \infty O\infty$, Eisenkies).

Fig. 91.

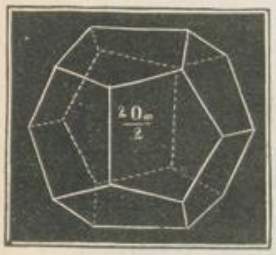
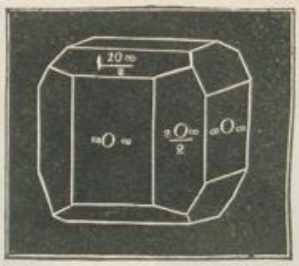


Fig. 92.



Die im Vorstehenden betrachteten Krystallformen zeigen sich an wirklichen Krystallen nicht ganz mit der Regelmäfsigkeit, wie dies in den Beschreibungen und den Zeichnungen vorausgesetzt wurde. Alle wirklichen Krystalle sind unvollkommen ausgebildet oder mehr oder weniger verzerrt; Verzerrung nennt man an einem Krystall diejenige Abweichung von der im höchsten Grad der Regelmäfsigkeit gedachten (idealen) Form, welche darauf beruht, dass nicht alle Flächen, welche an der idealen Form gleich weit vom Mittelpunkt abstehen, dies auch an dem wirklichen thun.

Denkt man sich an dem idealen Octaëder, wie es in Fig. 93 angedeutet ist, die parallelen Flächen vorn oben rechts und hinten unten links parallel mit sich selbst dem Mittelpunkt näher gerückt, so entsteht eine Form, welche in Fig. 93 mit stärkeren Linien angedeutet und in Fig. 94 für sich dargestellt ist; eine Form, welche mit dem idealen Octaëder das gemein hat, dass jede ihrer Flächen drei Axen gleich weit vom Mittelpunkt schneidet, aber sich dadurch von ihm unterscheidet, dass an ihr zwei Flächen dem Mittelpunkt des Axenkreuzes näher liegen (geringere Centraldistanz haben), als die sechs anderen, während an dem idealen Octaëder alle acht Flächen gleich weit vom Mittelpunkt abstehen.

Fig. 93.

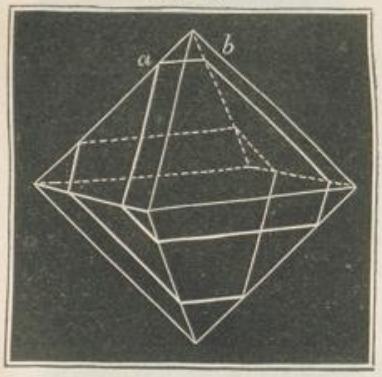
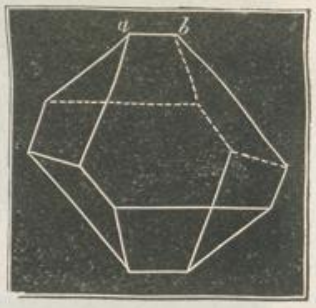


Fig. 94.



An dem verzerrten Octaëder, Fig. 94, sind die Ecken des idealen Octaëders zu Kanten verzerrt; die Kante *a b* z. B. ist ein verzerrtes Octaëdereck und verhält sich ganz wie ein solches, wird z. B. durch eine

Hexaëderfläche abgestumpft. Man sieht, wie durch Verzerrung eine Form sehr unkenntlich werden kann; das ideale Octaëder hat 8 gleichseitig-dreieckige Flächen, 12 Kanten und 6 Ecken; das wie Fig. 94 verzerrte hingegen 2 sechseckige und 6 viereckige Flächen, 18 Kanten und 12 Ecken. Die Form der Flächen, die Zahl der Kanten und Ecken kann also an einem wirklichen Krystall durch Verzerrung anders sein als an der idealen Form; was sich hingegen bei der Verzerrung nicht ändert, ist die relative Lage der Flächen zu den Axen und somit auch die Lage der Flächen zu einander, d. h. unter welchem Winkel sie zu einander geneigt sind.

Die verzerrte Octaëderform, Fig. 94, wird häufig an Alaun beobachtet, ebenso auch die Fig. 95, welche man sich als ein Octaëder vorstellen kann, an welchem eine Fläche dem Mittelpunkt des Krystalls ganz nahe gerückt ist, oder als ein Fragment, hier die Hälfte, des idealen Octaëders.

Das Hexaëder ist häufig zu anscheinend quadratischen Tafeln zusammengedrückt, indem zwei sich parallele Flächen eine geringere Centraldistanz haben als die vier anderen, oder zur anscheinend quadratischen Säule verzerrt (ähnlich Fig. 96) aus dem entgegengesetzten Grunde.

Fig. 95.

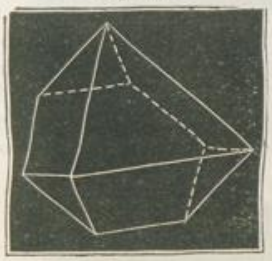


Fig. 96.

Verzerrte Combinationen finden sich dadurch, dass schon die an ihnen vorherrschende Form verzerrt ist, oder die sich mit dieser combinirende, so dass einzelne Theile der vorherrschenden Form stärker verändert (abgestumpft z. B.) sind, andere schwächer oder gar nicht. So sind an dem Octaëder oder Hexaëder, wie sie an wirklichen Krystallen sich zeigen, selten alle Kanten oder Ecken (falls eine solche Abänderung sich vorfindet) gleich stark abgestumpft, sondern fast immer einige stark, andere schwach oder gar nicht.

Auch Unvollständigkeit der Form, so dass nur ein Fragment einer idealen Gestalt ausgebildet ist, kann Combinationen unkenntlich machen. Fig. 97 zeigt den Mittelkrystall von Hexaëder und Octaëder vollständig; das salpetersaure Bleioxyd zeigt häufig von dieser Combination nur ein Stück, wie Fig. 98 (es ist mit der Fläche *abcdef* aufgewachsen), welches auch durch stärkere Ausdehnung nach Einer Richtung wie Fig. 99 erscheint.

Fig. 97.

Fig. 98.

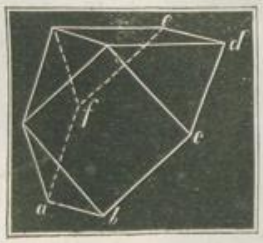
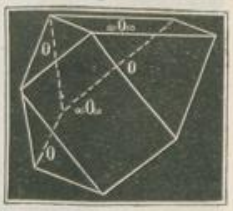


Fig. 99.



Nicht selten sind mehrere Krystalle einer Substanz an einander gewachsen, an einen gröfseren Krystall z. B. mehrere kleinere, und zwar so, dass man durch Verschiebung eines Krystalls parallel mit sich selbst ihn ganz in die Lage eines anderen gebracht denken kann; man sagt dann, es seien mehrere Krystalle in paralleler Stellung mit einander verwachsen. Manchmal aber auch findet Verwachsung ohne parallele Stellung statt, und wenn dann doch sich Regelmäfsigkeit bei der Verwachsung zeigt, so sagt man, es finde Zwillingsbildung statt. Die zwei Krystalle, welche einen Zwilling bilden, haben hierbei immer eine Fläche wirklich gemeinschaftlich (sind mit ihr verwachsen), oder es lässt sich doch eine Ebene so durch beide hindurch gelegt denken, dass sie an jedem der einzelnen Krystalle als eine, derselben einfachen Form angehörige, Abänderungsfläche aufträte. Diese Fläche oder Ebene heifst die Zwillings- oder Zusammensetzungsfläche. Sehr häufig sind die Krystalle, welche einen Zwilling bilden, nicht vollständige Krystalle, sondern nur Krystallfragmente, und man kann sich einen solchen Zwilling dann leicht so denken, als ob ein vollständiger Krystall parallel einer wirklich an ihm vorhandenen oder doch möglichen Krystallfläche durchschnitten und die eine Hälfte gegen die andere um 180° gedreht worden wäre; diese Art von Zwillingen nennt man auch Hemitropien.

Denkt man sich ein Octaëder (für diese Betrachtungsweise vortheilhaft so gestellt, wie es Fig. 100 angiebt), parallel einer Fläche in der Mitte durchschnitten (wie es Fig. 100 andeutet), und die eine Hälfte gegen die andere um 180° gedreht, so entsteht ein Zwilling wie Fig. 101 (Magneteisen, Spinell), dessen zusammensetzende Theile also

Fig. 100.

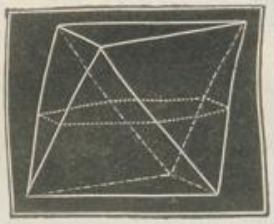
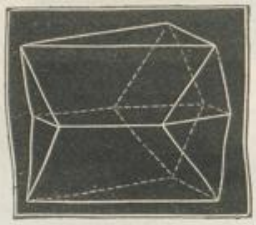


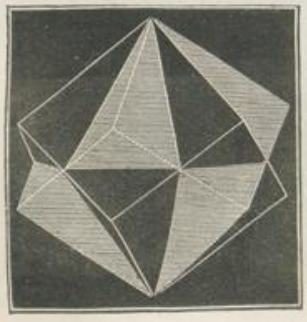
Fig. 101.



Octaëder-Fragmente sind, wie sie Fig. 95 erläutert wurden; die Zusammensetzungs- oder Zwillingsfläche ist einer Octaëderfläche parallel

An diesem Zwilling setzt sich keiner der zusammensetzenden Theile über die Zusammensetzungsfläche fort; solche Zwillinge nennt man Berührungszwillinge.

Fig. 102.

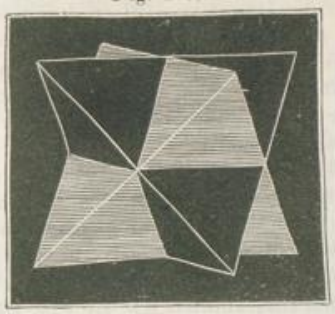


In Fig. 102 ist eine Zwillingsbildung dargestellt, welche sich bei dem Chlorkalium, Salmiak, Bleiglanz, Flussspath u. a. nicht selten findet. Es sind zwei Hexaëder (hier so gezeichnet, dass sie ein Eck nach oben und eins nach unten kehren), welche durcheinander gewachsen sind. Eine Fläche, welche das obere oder untere Eck des einen Hexaëders gerade abstumpft, würde dieselbe Abänderung auch an dem andern

Hexaëder hervorbringen. Eine solche Fläche ist aber eine Octaëderfläche; die gemeinschaftliche, Zwillings- oder Zusammensetzungsfläche ist also parallel einer Octaëderfläche, der eine Krystall gegen den andern um 180° gedreht, aber die zusammensetzenden Krystalle erstrecken sich nicht bis zu einer sie abgränzenden Zusammensetzungsfläche, sondern sind vollständig und über diese hinaus ausgebildet; solche Zwillinge nennt man Durchkreuzungszwillinge.

In den eben betrachteten Fällen von Zwillingsbildung stehen die Axenkreuze der beiden zusammensetzenden Krystalle nicht parallel. Zwillinge mit parallelen Axensystemen können nur bei hemiëdrischen Formen vorkommen; Fig. 103 zeigt zwei nach dieser Art verwachsene Tetraëder, welche Zwillingsbildung bei dem Diamant vorkommt.

Fig. 103.



In dem regulären System kommen bei weitem am häufigsten nur solche Zwillingsbildungen vor, wo die Zwillings- oder Zusammensetzungsfläche einer Octaëderfläche parallel ist.

Quadratisches System.

Alle zu diesem System gehörigen Formen haben zu einander rechtwinklig stehende Axen, von welchen zwei gleichartig sind (die Nebenaxen) und die dritte (die Hauptaxe, eine einzelne Axe) ungleichartig ist; alle kann man so stellen, dass sie gleichartig ausgebildet sind links und rechts und vorn und hinten (an den Enden der Nebenaxen), anders aber oben und unten (an den Enden der Hauptaxe), und dass diese Richtungen rechtwinklig zu einander stehen. Den Nebenaxen bleibt die Bezeichnung *a*, die Hauptaxe wird mit *c* bezeichnet.

Für die genaue Beschreibung jeder quadratisch krystallisirenden Substanz geht man aus von einer quadratischen Pyramide. Eine solche kann nun stumpf (Fig. 104) oder spitz (Fig. 105) seyn; im er-

Fig. 104.

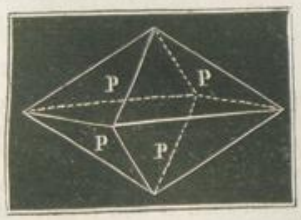
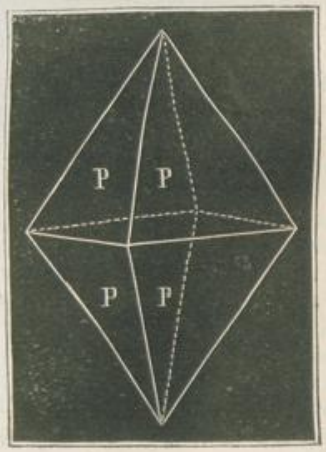


Fig. 105.



steren Fall ist sie begränzt durch 8 stumpfe, im letzteren durch 8 spitze gleichschenklige Dreiecke. Immer hat sie zweierlei Ecken (zwei an den Enden der Hauptaxe liegende Endecken, und vier an den Enden der Nebenaxen liegende Seitenecken) und zweierlei Kanten (acht Endkanten, welche die Endecken und Seitenecken verbinden, und vier Seitenkanten, welche die Seitenecken unter sich verbinden). Das Stumpf- oder Spitzseyn der Pyramiden ist bei den verschiedenen quadratisch krystallisirenden Substanzen sehr verschieden; es wird gemessen durch Angabe der Länge der Hauptaxe, bezogen auf die einer Nebenaxe als Einheit. Bei einer spitzen Pyramide ist die Hauptaxe gröfser, bei einer stumpfen kleiner als eine Nebenaxe; das Quecksilberjodid zeigt eine Pyramide, wo die Hauptaxe 1,997, das saure phosphorsaure Kali eine, wo die Hauptaxe 0,664 mal so grofs ist als eine Nebenaxe. Die Länge der Hauptaxe ist für jede quadratisch krystallisirende Substanz besonders durch Winkelmessung und Rechnung zu bestimmen.

Nicht nur bei Krystallen verschiedener Substanzen zeigen sich verschieden spitze oder stumpfe quadratische Pyramiden, sondern auch an Krystallen einer und derselben Substanz oder selbst an einem und demselben Krystall kommen in dieser Art verschiedene quadratische Pyramiden vor. An dem aus sehr saurer Lösung krystallisirten schwefelsauren Nickeloxydul kommen z. B. Flächen vor, ähnlich wie sie Fig. 106 dargestellt sind. Schon hieraus und namentlich aus Fig. 107 wird klar,

Fig. 106.

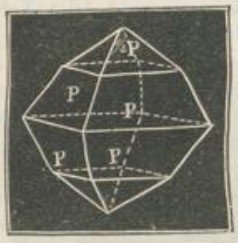
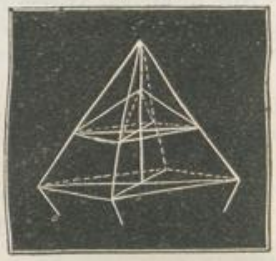


Fig. 107.



wie diese Flächen zweien verschiedenen Pyramiden angehören; bei dem schwefelsauren Nickeloxydul ist die Hauptaxe der spitzeren 1,888, die der stumpferen 0,944 mal so grofs, als eine Nebenaxe. Die Längen der Hauptaxen dieser zwei Pyramiden, bezogen auf die Länge einer Nebenaxe als Einheit, stehen also unter sich in einem einfachen Verhältniss, 2:1, und dies zeigt sich bei allen Pyramiden, welche an derselben Substanz vorkommen, nur ist das Verhältniss nicht immer 2:1, sondern manchmal auch 3:1, 3:2 u. s. f.

Unter den verschiedenen Pyramiden, wenn deren mehrere an einer und derselben Substanz vorkommen, sucht man diejenige aus, deren Flächen gewöhnlich am vorherrschendsten ausgebildet sind, und bezeichnet diese als Grundform (für das schwefelsaure Nickeloxydul z. B. diejenige, deren Hauptaxe = 1,888). Die Flächen derselben schneiden die Axen in dem Verhältniss $a:a:c$ (wenn man a und c bestimmte Längen der Nebenaxen und der Hauptaxe bedeuten lässt, $a = 1$ und c bei dem schwefelsauren Nickeloxydul z. B. = 1,888 setzt), die anderen quadratischen Pyramiden, deren Vorkommen eben besprochen wurde, schneiden nun die Axen in dem Verhältniss $a : a : mc$, wo m eine

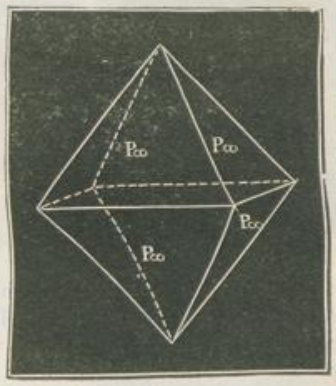
Zahl bedeutet, die ein einfaches und rationales Verhältniss ausdrückt, z. B. 3, 2, $^2/_3$, $^1/_2$, $^1/_3$ u. s. f.

Das weitläufigere Zeichen der Grundform $a : a : c$ schreibt man kürzer P, das einer anderen Pyramide $a : a : mc$ schreibt man mP, indem man in der abgekürzten Formel diejenige Veränderungszahl vor P setzt, welche angiebt, wie viel mal gröfser oder kleiner in einer anderen Pyramide die Hauptaxe ist, als in der Grundform (die Länge der Hauptaxe immer bezogen gedacht auf die Länge einer Nebenaxe als Einheit). mP, wo $m > 1$, bezeichnet also eine spitzere, — mP, wo $m < 1$, bezeichnet also eine stumpfere Pyramide als die angenommene Grundform ist.

Es wurde eben das Vorkommen verschiedener Pyramiden betrachtet, welche aber doch noch alle darin übereinstimmen, dass ihre Flächen ähnlich liegen, nämlich alle so, dass sie die zwei einmal angenommenen Nebenaxen gleich weit vom Mittelpunkte schneiden. Hat man an einer Substanz eine Grundform P angenommen und diese so gestellt, dass eine Nebenaxe nach vorn und die andere Nebenaxe von links nach rechts gerichtet ist, so liegt an jeder anderen dieser sonst noch vorkommenden Pyramiden mP ein Seiteneck vorn, oder eine Endkante erstreckt sich von oben oder unten nach vorn. Es kommen aber auch Pyramiden vor, deren Flächen anders liegen, so dass sie nach vorn nicht ein Seiteneck, sondern eine Seitenkante hinwenden. An der Grundform sind zuweilen die Endkanten abgestumpft, wie Fig. 108; denkt man sich diese Abstumpfungsflächen vergröfsert, so entsteht eine quadratische Pyramide in der Stellung, wie sie Fig. 109 zeigt. Diese (von

Fig. 108.

Fig. 109.



der in dem Vorhergehenden für quadratische Pyramiden angenommenen abweichende) Stellung kommt ihr zu nach ihrer Art des Auftretens in Fig. 108; denkt man sich in Fig. 109 ein Axenkreuz eingelegt, so dass die Nebenaxen von vorn nach hinten und von links nach rechts gerichtet sind, so münden sie hier in den Mittelpunkten der Seitenkanten.

Wenn also für eine Substanz eine bestimmte Pyramide als Grundform ($a : a : c$ oder P) gewählt und richtig gestellt ist (mit einem Seiteneck nach vorn), so können aufserdem zweierlei Arten von Pyramiden vorkommen: Pyramiden erster Ordnung ($a : a : mc$ oder mP), welche bei vollständiger Ausbildung auch ein Seiteneck nach vorn wenden, und Pyramiden zweiter Ordnung, welche bei vollständiger

Ausbildung eine Seitenkante nach vorn wenden. Jede Fläche der letzteren schneidet eine Nebenaxe und die Hauptaxe, und geht parallel mit der anderen Nebenaxe; ihr Zeichen ist $a : \infty a : mc$ oder abgekürzt $mP\infty$, indem man in der abgekürzten Formel diejenige Veränderungszahl hinter P setzt, welche sich auf eine Nebenaxe bezieht.

An quadratischen Krystallen kommen weiter Flächen vor, welche durch die Hauptaxe und mit den beiden Nebenaxen parallel gehen, oder welche, durch die Nebenaxen gelegt, die Hauptaxe im Mittelpunkt des Axensystems schneiden würden. Man nennt sie Endflächen und ihr Zeichen ist $a : a : oc$ oder abgekürzt oP.

Denkt man sich eine Pyramide erster Ordnung ($a : a : mc$ oder mP) durch Verlängerung ihrer Hauptaxe (Vergröſserung von m) immer spitzer werdend, so ist die Gränze dafür, dass die Hauptaxe unendlich groſs wird; die Flächen erstrecken sich dann in der Richtung von $a : a : \infty c$ oder ∞P, schneiden die zwei Nebenaxen gleich weit vom Mittelpunkt und gehen parallel mit der Hauptaxe. Die so entstehende Form von vier Flächen nennt man das erste quadratische Prisma; sie ist eine oben und unten ungeschlossene Form; Fig. 110 zeigt sie oben und unten durch Endflächen begränzt.

Denkt man sich dasselbe für eine Pyramide zweiter Ordnung ($a : \infty a : mc$ oder $mP\infty$), so erhält man eine eben solche Form, ein zweites quadratisches Prisma ($a : \infty a : \infty c$ oder $\infty P\infty$), welches sich von dem ersten quadratischen Prisma durch seine Stellung unterscheidet. Jede Fläche des zweiten quadratischen Prismas schneidet eine Nebenaxe und geht paralle mit der zweiten Nebenaxe und Hauptaxe; Fig. 111 zeigt ein solches oben und unten durch die Endflächen begränzt.

Fig 110.

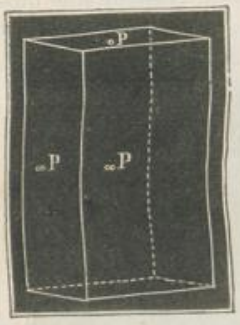
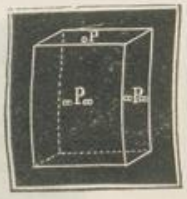


Fig. 111.



Bei dem ersten quadratischen Prisma liegt eine Kante vorn, bei dem zweiten eine Fläche.

Das erste quadratische Prisma ∞P und die Pyramiden erster Ordnung mP nennt man Formen gleicher Ordnung, sofern die Flächen aller die zwei Nebenaxen gleich weit vom Mittelpunkt schneiden. Das zweite quadratische Prisma $\infty P\infty$ und die Pyramiden zweiter Ordnung $mP\infty$ sind ebenso unter sich gleicher Ordnung. Aber ∞P und $mP\infty$ oder $\infty P\infty$ und mP sind Formen entgegengesetzter Ordnung.

Es sind dies die wichtigsten einfachen Formen des quadratischen Systems. Andere holoëdrische kommen zu selten vor, als dass sie hier ausführlicher zu betrachten wären, z. B. die symmetrisch-achtseitige Pyramide, deren Flächen von a auf einer Nebenaxe nach dem $n$fachen Abstand (na) auf der anderen Nebenaxe und nach mc auf der Hauptaxe sich erstrecken ($a : na : mc$ oder mPn), und das symmetrisch-achtseitige Prisma ($a : na : \infty a$ oder ∞Pn).

Die wichtigsten quadratischen Combinationen sind folgende.

An einer Grundform P (Fig. 112) werden die Endecken abge-

Fig. 112.

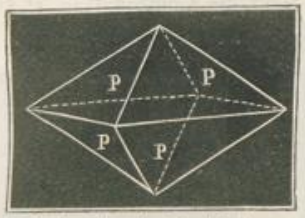
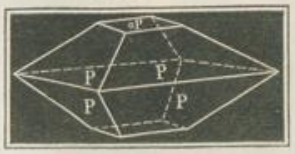
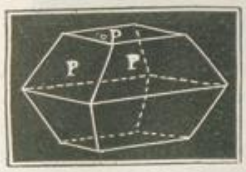


Fig. 113.



stumpft durch die Endflächen oP (Fig. 113 oder Fig. 114; das gelbe Blutlaugensalz, schwefelsaures oder selensaures Nickeloxydul u. a. zeigen häufig diese Form); die Seitenecken werden abgestumpft durch das zweite quadratische Prisma $\infty P\infty$ (Fig. 115; Honigstein, Kupferchlorid-Chlorkalium). Ueberhaupt werden an jeder Pyramide die Seitenecken abgestumpft durch das Prisma entgegengesetzter Ordnung.

Fig. 114.



Die Seitenkanten werden an einer Grundform P abgestumpft durch das erste quadratische Prisma ∞P (Fig. 88, Zinnstein); überhaupt an

Fig. 115.

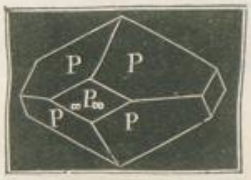
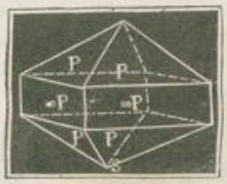


Fig. 116.



jeder quadratischen Pyramide durch das Prisma gleicher Ordnung. Die Endkanten werden an einer Grundform P abgestumpft durch die Pyramide zweiter Ordnung $P\infty$. In Fig. 117 sieht man, wie die Endkanten einer Grundform $P = a:a:c$ dieselbe Lage haben wie die Flächen einer Pyramide $P\infty = a:\infty a:c$; Fig. 118 zeigt eine Combination $P.P\infty$ für sich.

Fig. 117.

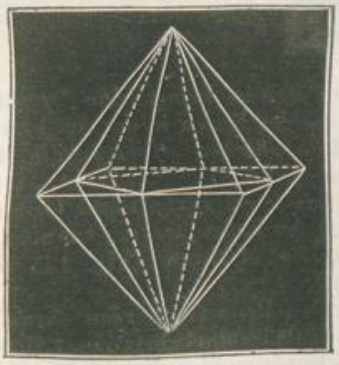


Fig. 118.

Die Endecken einer Grundform P werden zugespitzt durch eine

stumpfere Pyramide erster Ordnung mP (wo $m < 1$), die Seitenkanten zugeschärft durch eine spitzere Pyramide mP ($m > 1$). Beides ersieht man aus Fig. 119 und Fig. 120, letztere zeigt die Combination $P . \frac{1}{2} P$.

Fig. 119.

Fig. 120.

Die Seitenecken einer Grundform P erscheinen manchmal zugeschärft durch Flächen einer spitzeren Pyramide zweiter Ordnung, namentlich tritt $2 P\infty$ so auf, dass je zwei seiner Flächen sich parallele Combinationskanten zuwenden, oder dass die Flächen von P als breite Abstumpfungen der Endkanten von $2 P\infty$ erscheinen (Fig. 121).

Die Endkanten von $2 P\infty$ werden also abgestumpft durch P; die von P durch $P\infty$, die von $P\infty$ durch $\frac{1}{2} P$, die von $\frac{1}{2} P$ durch $\frac{1}{2} P\infty$ u. s. f.

An einem vorherrschenden quadratischen Prisma bringen die Endflächen gerade Abstumpfungen der Enden hervor (Fig. 122 zeigt $\infty P . oP$, Fig. 123 $\infty P\infty . oP$; träte noch die Grundform P auf, so würde sie an ersterer Form die Combinationskanten, an letzterer die Combinationsecken

Fig. 121.

Fig. 122.

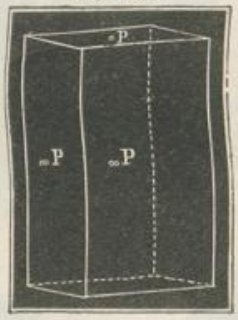
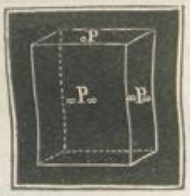


Fig. 123.



abstumpfen). An einem quadratischen Prisma bringt eine Pyramide gleicher Ordnung vierflächige Zuspitzung der Enden in der Art hervor, dass die Zuspitzungsflächen auf den Prismaflächen aufsitzen (Fig. 124 zeigt $\infty P . P$; ähnliche Formen kommen vor bei Zinnstein, Zirkon, essigsaurem Uranoxyd-Kali u. a.); eine Pyramide entgegengesetzer Ordnung bringt auch eine vierflächige Zuspitzung der Enden hervor, wo aber die Zuspitzungsflächen auf den Prismakanten aufsitzen (Fig. 125 zeigt $P . \infty P\infty$, wie es am Zirkon vorkommt).

Die Kanten des ersten quadratischen Prismas werden durch die Flächen des zweiten gerade abgestumpft, und umgekehrt; Fig. 126 zeigt $\infty P . \infty P\infty . oP$, wie es am essigsauren Kupferoxyd-Kalk vorkommt. Die Grundform P stumpft an einer solchen Form nur die Combinationskan-

ten zwischen ∞P und oP ab, was ∞P von $\infty P\infty$ unterscheiden lässt.

Fig. 124.

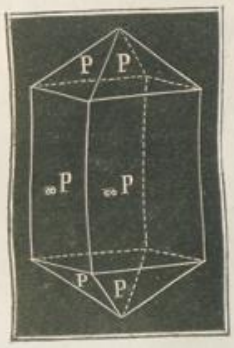


Fig 125.

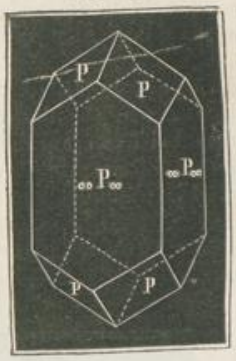


Fig. 126.

Fig. 127.

Diese Combination $\infty P . \infty P\infty . oP . P$ (Fig. 127) zeigt sich gleichfalls am essigsauren Kupferoxyd-Kalk.

Der Uebergang von einfacheren zu complicirteren Combinationen mag noch für einige Formen des aus saurer Lösung krystallisirten schwefelsauren Nickeloxyduls erläutert werden. Fig. 128 zeigt die gewöhnlichste Form desselben: $P . \frac{1}{2}P . oP$. Die Endkanten von P sind in Fig. 129 abgestumpft durch $P\infty$, dessen Endkanten andererseits durch $\frac{1}{2}P$ gerade abgestumpft sind (vergl. S. 656). In Fig. 130 ist $P\infty$

Fig. 128.

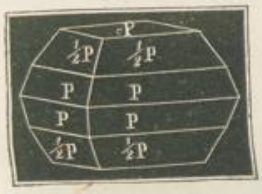


Fig. 129.

Fig. 130.

vorherrschender, und seine Seitenkanten sind durch $\infty P\infty$ abgestumpft; die Combinationskanten zwischen $\frac{1}{2}P$ und oP sind hier durch $\frac{1}{3}P$ abgestumpft.

Die quadratischen Krystalle zeigen sich gleichfalls mannigfach verzerrt, in welcher Beziehung auf das bei dem regulären System (S. 648 f.) Gesagte verwiesen werden kann.

Eine quadratische Pyramide kann in derselben Weise hemiëdrisch werden, wie das Octaëder durch Hemiëdrie zu einem Tetraëder wird (vergl. Seite 642). Die entstehende tetraëderähnliche, aber von vier gleichschenkligen Dreiecken begränzte, Gestalt wird als quadratisches Sphenoïd bezeichnet; die Kanten sind bei ihm nicht gleichartig, sondern in den Mittelpunkten zweier Endkanten mündet die Hauptaxe aus, in den Mittelpunkten von vier Seitenkanten die Nebenaxen. Die

Endkanten werden durch oP, die Seitenkanten durch $\infty P\infty$ abgestumpft. Solche Sphenoïde zeigen manchmal das Cyanquecksilber, die Cholalsäure, der ameisensaure Strontian, der Kupferkies u. a.; sie kommen indess im Ganzen zu selten vor (wie auch die anderen in diesem System noch möglichen Hemiëdrien), als dass hier ausführlicher darauf einzugehen wäre.

Zwillingsbildungen finden in diesem Systeme manchmal in ganz ähnlicher Weise statt, wie für das reguläre System (Seite 650) erläutert wurde, nur dass bei letzterem die Zwillings- oder Zusammensetzungsfläche einer Octaëderfläche, in dem quadratischen System aber einer Fläche von P parallel ist; an dem Kupferkies, an dem sauren phosphorsauren Kali finden sich Zwillinge, welche nach diesem Gesetz gebildet sind. Viel häufiger aber ist in dem quadratischen System Zwillingsbildung nach dem Gesetz, dass die Zwillings- oder Zusammensetzungsfläche einer Fläche von $P\infty$ parallel ist, d. h. einer Ebene, welche eine Endkante von P gerade abstumpfen würde. Denkt man sich den Krystall Fig. 131 ($P.\infty P$) durch eine Ebene halbirt, welche einer die Endkante von P oben links gerade abstumpfenden Fläche parallel ist, und die untere Hälfte um 180° gedreht, so entsteht ein Zwilling, wie ihn Fig. 132 zeigt und wie er sich häufig an dem Zinnstein findet.

Fig 131.

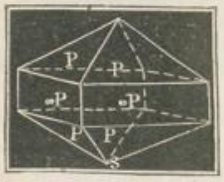
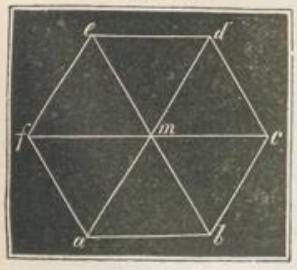


Fig. 132.

Hexagonales System.

Die Krystalle des hexagonalen Systems haben drei gleichartige Axen, welche in Einer Ebene liegen und unter Winkeln von 60° zu einander geneigt sind (Nebenaxen), und eine ungleichartige Axe, welche auf den Nebenaxen senkrecht steht (die Hauptaxe, eine einzelne Axe). Die hexagonalen Krystalle haben eine gewisse Analogie mit den quadratischen; wie diese letzteren an vier Stellen neben herum (wo die zwei Nebenaxen ausmünden) gleichartig und oben und unten anders ausgebildet sind, so haben die hexagonalen Formen gleichartige Ausbildung neben herum an sechs Stellen (wo die drei Nebenaxen ausmünden) und andere Ausbildung oben und unten (an den Enden der Hauptaxe). Vieles bei dem quadratischen System Erörterte findet deshalb auch hier Anwendung. Fig. 133 zeigt die Nebenaxen ad, be, cf, im Grundriss; denkt man sich auf dem Mittelpunkt m eine zu diesen Axen rechtwinklige Linie errichtet, so repräsentirt diese die Hauptaxe. Die Länge der letzteren wird auch hier immer bezogen auf die Länge einer Nebenaxe als Einheit; die Länge der Hauptaxe ist auch in dem hexagonalen System bei verschiedenen Substanzen verschieden grofs,

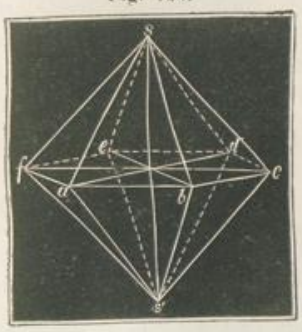
Fig. 133.



und muss für jede einzelne durch Winkelmessung und Rechnung ermittelt werden. Die drei gleichartigen Nebenaxen werden auch hier durch a, die Hauptaxe durch c bezeichnet.

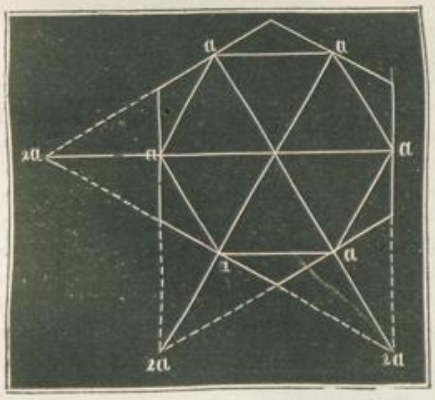
Als Grundform in diesem System nimmt man eine hexagonale Pyramide an; Fig. 134 zeigt eine solche mit den Axen. Sie ist begränzt durch 12 gleichschenklige Dreiecke, hat zweierlei Ecken (2 sechsflächige Endecken und 6 vierflächige Seitenecken) und zweierlei Kanten (12 Endkanten zwischen den Endecken und Seitenecken und 6 Seitenkanten zwischen den Seitenecken). Die Lage der Seitenkanten zu den Axen wird noch klarer durch Betrachtung des Grundrisses Fig. 133. Jede Fläche dieser Pyramide schneidet zwei Nebenaxen in der gleichen Entfernung a vom Mittelpunkt, geht parallel mit der dritten Nebenaxe, und schneidet die Hauptaxe in dem Abstand c vom Mittelpunkt; ihr Zeichen ist $a : a : \infty a : c$ oder abgekürzt P.

Fig. 134.



Wie in dem quadratischen System (Seite 652) an derselben Substanz verschiedene Pyramiden gleicher Ordnung mit der Grundform vorkommen konnten, so kommen auch in dem hexagonalen System bei derselben Substanz aufser der Grundform andere spitzere und stumpfere Pyramiden erster Ordnung mit dem allgemeinen Zeichen $a : a : \infty a : mc$ oder mP vor, wo m auch wieder eine Zahl bedeutet, welche ein einfaches und rationales Verhältniss ausdrückt. An allen Pyramiden erster Ordnung münden, wie bei der Grundform, die Nebenaxen in den Seitenecken. Aber auch in diesem System kommen Pyramiden zweiter Ordnung vor, deren Seitenkanten da liegen, wo bei denen erster Ordnung die Seitenecken liegen, oder bei welchen die Nebenaxen in den Mittelpunkten der Seitenkanten ausmünden. Fig. 135 zeigt im Grundriss die Nebenaxen des hexagonalen Systems (und zwar einige bis auf die doppelte Entfernung vom Mittelpunkt $2a$ verlängert), in dem einbeschriebenen Sechseck die Lage der Seitenkanten einer Pyramide erster Ordnung, in dem umbeschriebenen Sechseck die einer Pyramide zweiter Ordnung; man ersieht, wie bei letzterer die Seitenkanten (und somit auch die Flächen) von a auf einer Nebenaxe nach $2a$ auf den beiden anderen Nebenaxen hingehen; das Zeichen der hexagonalen Pyramiden zweiter Ordnung ist $a : 2a : 2a : mc$ oder $mP2$, indem man auch bei den hexagonalen Formen in den abgekürzten Formeln durch das Zeichen vor P ausdrückt, wie die Hauptaxe, und durch das Zeichen

Fig. 135.



hinter P, wie die Nebenaxen von den (gehörig vergröfsert gedachten) Flächen anders geschnitten werden als es bei der Grundform der Fall ist.

Flächen, welche mit den drei Nebenaxen parallel liegen und die Hauptaxe schneiden, heifsen auch hier Endflächen. Ihr Zeichen ist oP.

Entsprechend den beiden Prismen des quadratischen Systems giebt es auch ein erstes hexagonales Prisma ($a : a : \infty a : \infty c$ oder ∞P), dessen Flächen so liegen wie die Seitenkanten der Pyramiden erster Ordnung (oder wie die Seiten des einbeschriebenen Sechsecks in Fig. 135); und ein zweites hexagonales Prisma $a : 2a : 2a : \infty c$ oder $\infty P2$, dessen Flächen so liegen wie die Seitenkanten der Pyramiden zweiter Ordnung (oder wie die Seiten des umbeschriebenen Sechsecks in Fig. 135).

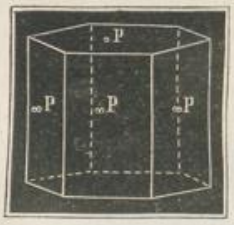
Die anderen holoëdrischen einfachen Formen des hexagonalen Systems kommen viel seltener vor; es sind die symmetrisch zwölfseitigen Pyramiden (Doppelpyramiden mit einer Basis, welche durch 12 gleiche Seiten gebildet wird, die abwechselnd gleiche Winkel bilden) und die symmetrisch zwölfseitigen Prismen (mit eben solcher Basis).

Die Combinationen des hexagonalen Systems brauchen wegen der Analogie mit denen des quadratischen hier nur kurz erörtert zu werden. An einer vorwaltenden Grundform P (Fig. 136) bringen die Endflächen oP Abstumpfung der Endecken hervor; das erste hexagonale Prisma ∞P (dasjenige, welches mit der Pyramide gleicher Ordnung ist) Abstumpfung der Seitenkanten; das zweite hexagonale Prisma $\infty P2$ (dasjenige, welches entgegengesetzter Ordnung ist, wie die Pyramide) Abstumpfung der Seitenecken; eine stumpfere Pyramide gleicher Ordnung mP Zuspitzung der Endecken; eine spitzere Pyramide gleicher Ordnung mP Zuschärfung der Seitenkanten, die Pyramide entgegengesetzter Ordnung $P2$ Abstumpfung der Endkanten.

Fig. 136.

An einem vorherrschenden hexagonalen Prisma bringen die Endflächen oP gerade Abstumpfung hervor (Fig. 137 zeigt $\infty P.oP$, Beryll); an dieser Combination bringt eine Pyramide gleicher Ordnung mit dem Prisma Abstumpfung der Combinationskanten, eine Pyramide entgegengesetzter Ordnung Abstumpfung der Combinationsecken hervor. — An einem hexagonalen Prisma bringt das andere hexagonale Prisma gerade Abstumpfung der Prismakanten hervor; eine Pyramide gleicher Ordnung mit dem Prisma sechsflächige Zuspitzung der Enden, wobei die Zuspitzungsflächen auf den Prismaflächen aufsitzen (Fig. 138 zeigt $\infty P.P$, Quarz, [s. folg. S.]); eine Pyramide entgegengesetzter Ordnung mit dem Prisma sechsflächige Zuspitzung der Enden, wobei die Zuspitzungsflächen auf die Prismakanten aufgesetzt sind.

Fig. 137.



Verzerrungen kommen auch in diesem System sehr gewöhnlich

vor; Fig. 139 giebt ein Beispiel, wie die durch Fig. 138 dargestellte

Fig. 138.

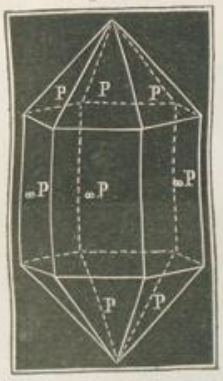
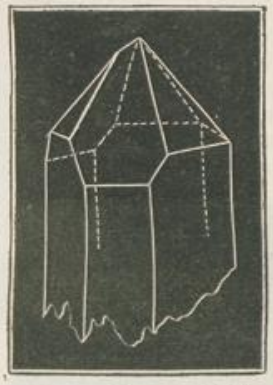


Fig. 139.



ideale Form des Quarzes durch ungleiche Centraldistanz gleichartiger Flächen verzerrt erscheinen kann.

Sehr wichtig sind in dem hexagonalen System die hemiëdrischen Formen, da sie häufiger vorkommen als die holoëdrischen.

Von den hexagonalen Pyramiden (und zwar erster Ordnung) leitet sich eine wichtige hemiëdrische Form ab, indem die abwechselnden Flächen an den ersteren wachsen und die zwischenliegenden verschwinden. Wachsen z. B. an der hexagonalen Pyramide (Fig. 140) die Flächen *saf*, *sed*, *scb*, *s'ba*, *s'fe*, *s'dc* bis zum Verschwinden der zwischenliegenden, so entsteht die Fig. 141 dargestellte Hemiëdrie, ein

Fig. 140.

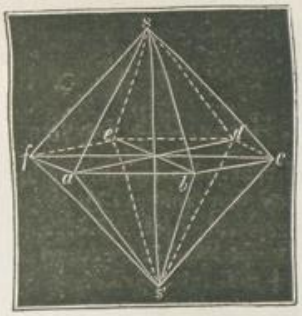
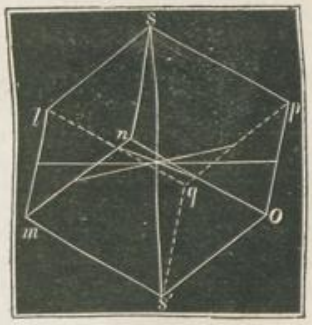


Fig. 141.



Rhomboëder. Es ist dies begränzt durch 6 rhombische Flächen; es hat zweierlei Ecken (in den 2 Endecken *s* und *s'* stofsen 3 gleichartige Kanten, Endkanten, zusammen, und in den 6 Seitenecken *l*, *m*, *n*, *o*, *p*, *q* 2 gleichartige Seitenkanten und eine Endkante) und zweierlei Kanten (6 Endkanten zwischen den Endecken und Seitenecken und 6 im Zickzack liegende Seitenkanten zwischen den Seitenecken). Die Hauptaxe verbindet die zwei Endecken, die Nebenaxen die Mittelpunkte je zweier

sich gegenüberliegender Seitenkanten. Das Zeichen dieser Hemiëdrie einer hexagonalen Pyramide ist $\frac{P}{2}$, gewöhnlich giebt man ihr das besondere Zeichen R.

Wenn diejenigen Flächen als wachsende gedacht werden, welche bei dem Entstehen von Fig. 142 aus einer hexagonalen Pyramide verschwinden, so entsteht ein Rhomboëder von denselben Eigenschaften wie oben angegeben, aber in anderer Stellung (Fig. 143). Da Rhom-

Fig. 142.

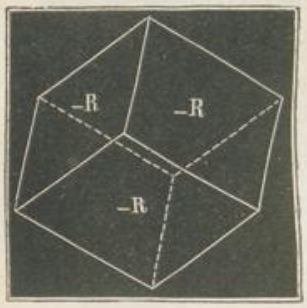
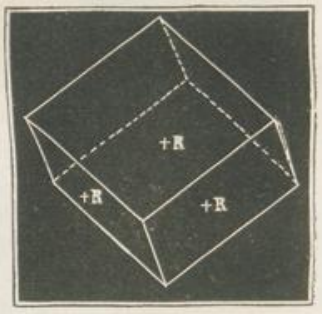


Fig. 143.



boëder von beiderlei Stellung an derselben Substanz und selbst an demselben Krystall vorkommen können, so muss man sie hiernach unterscheiden; es möge ein Rhomboëder in der Fig. 143 gezeichneten Stellung (bei dessen Entstehung aus einer hexagonalen Pyramide die mittlere Fläche oben vorn unter den wachsenden war) als $+R$, und eins in der Fig. 142 gezeichneten Stellung (bei dessen Entstehung aus einer hexagonalen Pyramide die mittlere Fläche unten vorn unter den wachsenden war) als $-R$ unterschieden werden.

Die Rhomboëderform zeigt sich am salpetersauren Natron; aus Kalkspath kann sie durch Spaltung leicht erhalten werden.

Wie an einer und derselben Substanz mehrere hexagonale Pyramiden erster Ordnung, z. B. $\frac{1}{2}P$, P, $2P$ u. s. w., vorkommen können, so auch die aus diesen Pyramiden sich ableitenden Rhomboëder, $+\frac{\frac{1}{2}P}{2}$ u. $-\frac{\frac{1}{2}P}{2}$ (abgekürzt $+\frac{1}{2}R$ u. $-\frac{1}{2}R$), $+\frac{P}{2}$ u. $-\frac{P}{2}$ ($+R$ u. $-R$ u. s. w. Ein Rhomboëder wird als Grundform oder Hauptrhomboëder angenommen, und mit $+R$ bezeichnet; bei den anderen an derselben Substanz vorkommenden Rhomboëdern liegen entweder die Flächen im Allgemeinen in der Richtung wie bei dem Hauptrhomboëder, und solche nennt man Rhomboëder erster Ordnung ($+mR$ im Allgemeinen), oder sie liegen im Allgemeinen in der Richtung wie die Kanten des Hauptrhomboëders, und dann heifsen sie Rhomboëder zweiter Ordnung ($-mR$ im Allgemeinen). An dem Kalkspath betrachtet man z. B. dasjenige Rhomboëder als Hauptrhomboëder, parallel dessen Flächen Spaltbarkeit stattfindet; in einer Combination (Fig. 144 z. B.) erkennt man an dieser Eigenschaft die mit $+R$ bezeichneten Flächen als die des Hauptrhomboëders; stellt man die Form so, dass von dem Hauptrhomboëder sich eine Fläche in der Richtung von oben nach vorn erstreckt, so zeigt auch das andere, spitzere, vorherrschendere Rhomboëder eine Fläche

in der Richtung von oben nach vorn, und ist somit gleicher Ordnung wie das Hauptrhomboëder, erster Ordnung. Sind in der Fig. 145 dargestellten Combination die mit $+R$ bezeichneten Flächen die des Hauptrhomboëders, und die Form wieder so gestellt, dass das Hauptrhomboëder eine Fläche in der Richtung von oben nach vorn zeigt (wie in der Figur), so zeigen die zwei anderen in dieser Combination vorkommenden Rhomboëder Flächen in der Richtung von unten nach vorn, sind also Rhomboëder zweiter Ordnung.

Fig. 144.

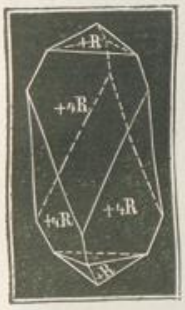
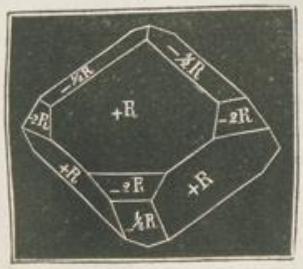


Fig. 145.



Die wichtigsten rhomboëdrischen Combinationen sind folgende.

Die zwei entgegengesetzten Rhomboëder $+R$ (Fig. 146) und $-R$ (Fig. 147), welche aus derselben hexagonalen Pyramide entstehen können, combiniren sich manchmal unter einander, und wenn die beiden Formen im Gleichgewicht auftreten, entsteht eine Combination, welche von einer hexagonalen Pyramide (Fig. 148) oft nur schwer zu unterscheiden ist. Es können indess die Flächen des einen Rhomboëders anderes Aussehen (Glanz oder Streifung) haben, als die des anderen, oder parallel den Flächen des einen kann Spaltbarkeit vorhanden seyn, parallel denen des anderen nicht; und durch andere aufserdem auftretende Flächen zeigt sich oft deutlich, wann man es mit einer Combination solcher entgegengesetzter Rhomboëder und wann man es mit einer holoëdrischen hexagonalen Pyramide zu thun hat. Die hexagonalen Pyramiden, welche man z. B. am Quarz und an der Verbindung von Traubenzucker mit Chlornatrium beobachtet, sind richtiger als Combinationen solcher zwei Rhomboëder zu betrachten.

Fig. 146.

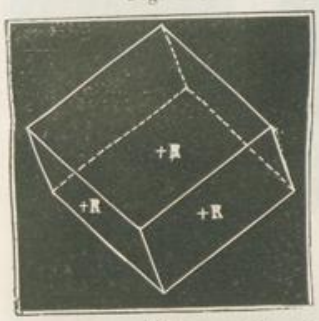


Fig. 147.

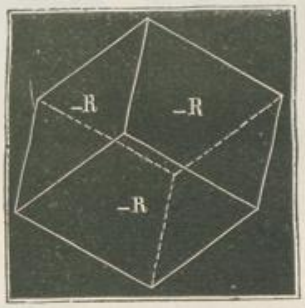
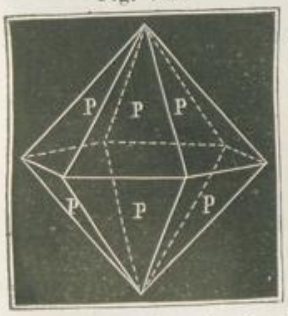


Fig. 148.



An einem Rhomboëder bringt ein stumpferes Rhomboëder gleicher

Ordnung Zuspitzung der Endecken hervor; so das Hauptrhomboëder $+R$ an dem spitzeren Rhomboëder gleicher Ordnung $+4R$ in der Fig. 149 dargestellten Combination des Kalkspaths. Die Endkanten der Grundform $+R$ werden abgestumpft (mit parallelen Combinationskanten) durch ein Rhomboëder entgegengesetzter Ordnung $-\frac{1}{2}R$; die Flächen der Grundform selbst stumpfen ebenso ab die Endkanten eines Rhomboëders entgegengesetzter Ordnung $-2R$. Fig. 150 zeigt beides an einer am Chabasit vorkommenden Combination $+R.-\frac{1}{2}R.-2R$; Die Combination $R.-\frac{1}{2}R$, ein Rhomboëder mit abgestumpften Endkanten, zeigt sich gewöhnlich schön an dem Aldehyd-Ammoniak.

An einem Rhomboëder stumpfen die Endflächen oP die Endecken, die Flächen des ersten hexagonalen Prismas ∞P die Seitenecken, die Flächen des zweiten hexagonalen Prismas $\infty P2$ die Seitenkanten ab.

An dem vorherrschenden ersten hexagonalen Prisma ∞P bildet ein Rhomboëder dreiflächige Zuspitzung der Enden, wobei die Zuspitzungsflächen auf den abwechselnden Prismaflächen aufsitzen (Fig. 151 zeigt $\infty P.-\frac{1}{2}R$, wie es am Kalkspath vorkommt). An dem vorherrschenden

Fig. 149.

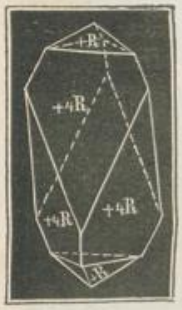


Fig. 150.

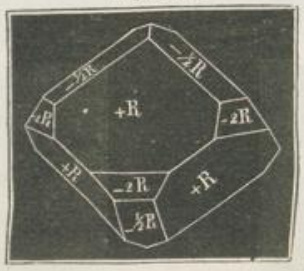
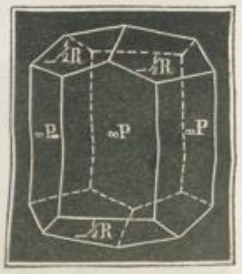
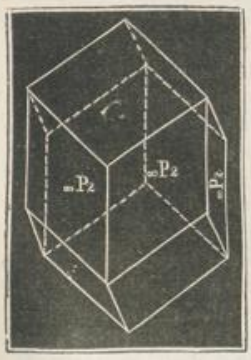


Fig. 151.



zweiten hexagonalen Prisma $\infty P2$ bildet ein Rhomboëder dreiflächige Zuspitzungen an den Enden, wobei die Zuspitzungsflächen auf den abwechselnden Prismakanten aufgesetzt sind (Fig 152 zeigt die am Dioptas vorkommende Combination $\infty P2$ mit einem Rhomboëder).

Fig. 152.

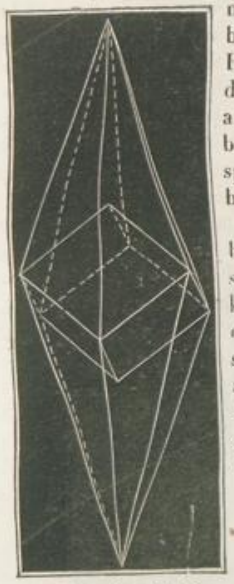


Die Rhomboëder kommen oft in der Art verzerrt vor, dass zwei parallele Flächen sich näher stehen als die anderen, also wie wenn von einem ideal regelmäfsigen Rhomboëder parallel einer Fläche ein Stück abgespalten wäre.

Eine andere wichtige hemiëdrische Form leitet sich von der symmetrisch-zwölfseitigen Pyramide ab; leichter indess ergiebt sich ihr Verständniss aus folgender Betrachtungsweise. In Fig. 153 (s. f. S.) ist ein Rhomboëder (das Hauptrhomboëder $+R$ des Kalkspaths) angedeutet; denkt man sich die Hauptaxe desselben auf das Dreifache verlängert, und durch die so erhaltenen Punkte auf der Hauptaxe und durch die Seitenkanten des Rhomboëders Flächen gelegt, so entsteht die Fig. 153 dargestellte Form, ein Scalenoëder. Dieses ist begränzt durch 12 ungleichseitig-dreieckige Flächen, hat zweierlei Ecken (2 sechsflächige Endecken und 6 vier-

flächige Seitenecken) und dreierlei Kanten (6 längere und 6 kürzere Endkanten zwischen den Endecken und den Seitenecken, und 6 Seitenkanten zwischen den Seitenecken). Ein Scalenoëder wird bezeichnet durch Angabe des Rhomboëders, als aus welchem durch Vergröfserung der Hauptaxe man es entstanden denken kann, und durch Angabe der Zahl, wie viel Mal die Hauptaxe des Scalenoëders gröfser ist als die jenes Rhomboëders; $+R^3$ ist das Zeichen für das eben besprochene Scalenoëder, Fig. 153, welches sich häufig an dem Kalkspath findet.

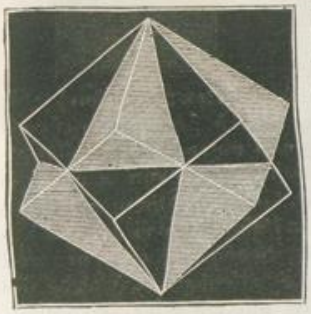
Fig. 153.



An einem Scalenoëder finden sich besonders häufig folgende Abänderungen: dreiflächige Zuspitzung der Endecken, so dass die Combinationskanten mit den Seitenkanten parallel sind, durch die Flächen des Rhomboëders, als aus welchem entstanden man sich das Scalenoëder denken kann (so an $+R^3$ Fig. 153 durch $+R$ bei dem Kalkspath); Abstumpfung der Seitenecken durch das erste hexagonale Prisma ∞P; Abstumpfung der Seitenkanten durch das zweite hexagonale Prisma $\infty P2$.

Von Zwillingskrystallen des hexagonalen Systems mag einiger Erwähnung geschehen, welche eine Fläche parallel oP gemeinschaftlich haben, die also dann Zwillings- oder Zusammensetzungsfläche ist. Am Chabasit zeigen sich Durchkreuzungszwillinge, so dass zwei Rhomboëder durcheinander gewachsen sind, deren eines in einer um 180° um die Hauptaxe verdrehten Stellung gegen das andere ist, ähnlich Fig. 154. Berührungszwillinge zeigt der Kalkspath, wie man sie sich aus Fig. 151 und 153 leicht deutlich machen kann, wenn man sich diese Formen durch einen Schnitt rechtwinklig auf die Hauptaxe halbirt und die eine Hälfte gegen die andere um 180° gedreht denkt.

Fig. 154.



Rhombisches System.

Das rhombische System ist ausgezeichnet durch drei zu einander rechtwinklige Axen, welche aber sämmtlich ungleichartige und einzelne Axen sind. Jede Form des rhombischen Systems ist also oben und unten anders ausgebildet als links und rechts, und vorn und hinten wieder anders, und diese drei Richtungen (oben zu unten, links zu rechts, vorn zu hinten) sind rechtwinklig zu einander. Von den drei Axen betrachtet man eine (diejenige, in deren Richtung sich die Krystalle vorzugsweise ausgebildet finden) als Hauptaxe (c) und stellt sie

senkrecht; von den beiden anderen (dann horizontalen) Nebenaxen wird die längere als Makrodiagonale (b), die kürzere als Brachydiagonale (a) unterschieden. Es mag hier das rhombische Axensystem immer so gestellt gedacht werden, dass die Brachydiagonale von links nach rechts, die Makrodiagonale von vorn nach hinten gerichtet ist, letztere also in den Abbildungen verkürzt erscheint. Das Gröfsenverhältniss der Brachydiagonale a zu der Makrodiagonale b und zu der Hauptaxe c ist bei den verschiedenen rhombisch krystallisirenden Substanzen sehr verschieden, und für jede besonders durch Winkelmessung und Rechnung zu bestimmen; bei dem Schwefel ist es z. B. $a : b : c =$ 0,81 : 1 : 1,9, bei dem einfach-schwefelsauren Kali = 0,746 : 1 : 0,573.

Dieses Gröfsenverhältniss $a:b:c$ ist dasjenige, in welchem die Flächen der Grundform die Axen schneiden. Als Grundform nimmt man in diesem System eine rhombische Pyramide, eine von 8 ungleichseitig-dreieckigen Flächen begränzte einfache Form (Fig. 155 zeigt die Grundform des schwefelsauren Kalis mit den Axen, Fig. 156

Fig. 155.

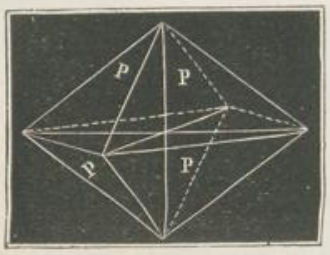
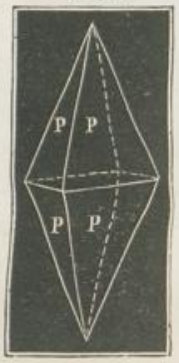


Fig. 156.



die des natürlichen oder aus Auflösungen krystallisirten Schwefels). Sie hat dreierlei Ecken, von denen nur je zwei sich gegenüberstehende gleichartig sind; man nennt die Ecken oben und unten, wo die Hauptaxe ausmündet, Endecken, die anderen sind Seitenecken, von denen zwei an den Enden der Brachydiagonale (bei der hier angenommenen Stellung die Ecken links und rechts) stumpfer sind als die zwei an den Enden der Makrodiagonale (bei der hier angenommenen Stellung vorn und hinten) liegenden. Sie hat dreierlei Kanten: 4 Seitenkanten, welche die Endpunkte der Nebenaxen (die Seitenecken) mit einander verbinden, und die Basis der Pyramide bilden; 4 schärfere makrodiagonale Endkanten, welche zwischen der Hauptaxe und der Makrodiagonale (bei der hier angenommenen Stellung von oben und unten nach vorn und hinten) liegen; und 4 stumpfere brachydiagonale Endkanten, welche zwischen der Hauptaxe und der Brachydiagonale (bei der hier angenommenen Stellung von oben und unten nach links und rechts) liegen. — Die Flächen der Grundform erstrecken sich in der Richtung $a:b:c$, und erhalten das abgekürzte Zeichen P.

Aufser der Grundform kommen nun noch mancherlei andere Flächen vor, deren Flächen eine oder mehrere Axen in einem anderen Verhältniss schneiden, als es bei der Grundform der Fall ist.

Es kommen an einer und derselben Substanz noch andere Pyrami-

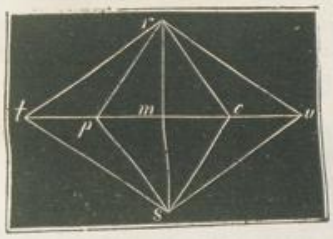
den vor, deren Flächen zwar die Nebenaxen in demselben Verhältniſs $a:b$ schneiden, wie es bei der Grundform der Fall ist, aber die Hauptaxe in dem $m$fach gröſseren Abstand vom Mittelpunkt, wo m wieder eine Zahl bedeutet, die ein einfaches und rationales Verhältniss ($1/3$, $1/2$, 2, 3 u. s. f.) ausdrückt. Man kann diese Pyramiden, $a:b:mc$ oder abgekürzt mP (auch hier setzt man vor P das Zeichen oder die Zahl, welche angiebt, wie die Hauptaxe von den Flächen einer zu bezeichnenden Form anders geschnitten wird als von den Flächen der Grundform), allgemein stumpfere oder spitzere (je nachdem $m <$ oder > 1) Pyramiden mit gleicher Basis wie die der Grundform nennen.

Denkt man sich in der Grundform die Länge der Hauptaxe zu o verkürzt, so hat man eine Fläche, welche durch die zwei Nebenaxen und den Mittelpunkt des Axenkreuzes geht, oder (parallel mit sich selbst verschoben) durch die Hauptaxe und parallel mit den Nebenaxen. Das Zeichen dieser Fläche ist oP, ihre Benennung basische Endfläche.

Denkt man sich die Hauptaxe an einer Grundform unendlich groſs, so geht die rhombische Pyramide über in das Prisma mit gleicher Basis wie die der Grundform, $a:b:\infty c$ oder ∞P. Es hat vier gleichartige Flächen und zweierlei Kanten; bei der hier angenommenen Stellung wendet es die schärferen Kanten nach vorn und hinten, die stumpferen nach links und rechts.

Ebenso wie hier durch Veränderung der Länge der Hauptaxe aus der Grundform andere Formen abgeleitet wurden, lassen sich auch solche durch Verlängerung einer Nebenaxe ableiten. Es seyen in Fig. 157 rp, ps, so, or die Seitenkanten einer Grundform von oben gesehen, rs die Makrodiagonale b, po die Brachydiagonale a, in dem Mittelpunkt m denke man sich die Hauptaxe c erreicht. Flächen, welche von der einfachen Länge der Makrodiagonale b nach der zweifachen Länge der Brachydiagonale a (nach t und u) und durch die Hauptaxe in c oder mc gehen, sind Flächen einer Pyramide mit anderer Basis als die Grundform (die Seitenkanten der hier beispielsweise genommenen wären rt, ts, su, ur). Das abgekürzte Zeichen für eine solche Pyramide, deren Flächen in der Richtung $2a:b:c$ oder $2a:b:mc$ gehen, ist $\breve{P}2$ oder $m\breve{P}2$; man deutet nämlich durch ein Zeichen oder eine Zahl hinter P an, um wie viel in einer zu bezeichnenden Form eine Nebenaxe gröſser ist, als in der Grundform, und setzt über P das Zeichen $\smile$ wenn die Brachydiagonale, das Zeichen — wenn die Makrodiagonale vergröſsert ist.

Fig. 157.



An einer Pyramide mit anderer Basis als die der Grundform kann die Brachydiagonale auch um eine andere Zahl als 2, z. B. $3/2$, 3 u. s. w., allgemein $n$mal gröſser seyn, als in der Grundform; die Hauptaxe kann allgemein $m$mal so groſs seyn. Das allgemeine Zeichen für eine Pyramide mit anderer Basis als die der Grundform, wo die Brachydiagonale vergröſsert ist, ist also $na:b:mc$, abgekürzt $m\breve{P}n$.

An einer solchen Pyramide mit vergröſserter Brachydiagonale kann

die letztere gröfser seyn als die Makrodiagonale (z. B. in Fig. 157 $mu = 2mo = 2a$ gröfser als $ms = b$), und können also die spitzeren Ecken an den Enden der Brachydiagonale, die schärferen Endkanten zwischen der Hauptaxe und der Brachydiagonale liegen. Das oben (S. 666) Angegebene bezog sich nur auf die Grundform, nur für diese auch gilt es, dass hier die längere Nebenaxe von vorn nach hinten gerichtet, die schärferen Endkanten von oben oder unten nach vorn und hinten gerichtet u. s. w. gedacht werden.

Wird in einer solchen Pyramide mit vergröfserter Brachydiagonale die Hauptaxe unendlich grofs, so entsteht ein Prisma mit anderer Basis als die der Grundform ist. Es bedeute in Fig. 157 $rpso$ den Querschnitt des Prismas ∞P, so ist $rtsu$ der Querschnitt eines solchen Prismas $\infty \breve{P}2$. Ein solches Prisma mit verlängerter Brachydiagonale kann die schärferen Kanten an den Enden der Brachydiagonale haben.

Wenn man sich in dem Zeichen der Grundform $a:b:c = P$ die Brachydiagonale unendlich verlängert denkt, so geht dasselbe über in $\infty a:b:c = \breve{P}\infty$, und diesem Zeichen entspricht eine Form, bestehend aus vier gleichartigen Flächen, deren jede die Makrodiagonale und die Hauptaxe in demselben Verhältniss $b:c$ schneidet, wie es bei den Flächen der Grundform der Fall ist, und mit der Brachydiagonale parallel sich erstreckt. Diese Form $\breve{P}\infty$ nennt man das brachydiagonale Doma der Grundform; schärfere und stumpfere brachydiagonale Domen nennt man ähnliche Formen, wo aber die Hauptaxe in einem gröfseren oder kleineren Abstand geschnitten wird, als bei dem brachydiagonalen Doma der Grundform. Das allgemeine Zeichen der brachydiagonalen Domen ist $\infty a:b:mc$ oder $m\breve{P}\infty$.

Denkt man sich auch $m = \infty$, das Zeichen der Grundform in $\infty a:b:\infty c = \infty\breve{P}\infty$ übergehend, so entsprechen letzterem Zeichen Flächen, welche durch die Makrodiagonale und parallel mit der Brachydiagonale und mit der Hauptaxe sich erstrecken; man nennt sie brachydiagonale Endflächen.

Durch Verlängerung der Makrodiagonale kommt man ebenso zu folgenden einfachen Formen, welche nach dem Vorstehenden leicht verständlich seyn werden: Pyramiden mit verlängerter Makrodiagonale und also anderer Basis als die Grundform (allgemein $a:nb:mc$ oder $m\overline{P}n$); eben solche Prismen ($a:nb:\infty c$ oder $\infty\overline{P}n$); makrodiagonale Domen ($a:\infty b:mc$ oder $m\overline{P}\infty$; das makrodiagonale Doma der Grundform liegt zwischen der Hauptaxe und der Brachydiagonale ebenso wie die brachydiagonalen Endkanten der Grundform, und hat das Zeichen $a:\infty b:c$ oder $\overline{P}\infty$); makrodiagonale Endflächen $a:\infty b:\infty c$ oder $\infty\overline{P}\infty$, welche durch die Brachydiagonale und der Makrodiagonale und der Hauptaxe parallel gehen.

Unter den Combinationen, welche diese einfachen Formen bilden können, mögen folgende als die wichtigsten hervorgehoben werden.

An der vorwaltenden Grundform P (Fig. 158, S. 669) bringt eine stumpfere Pyramide mit gleicher Basis Zuspitzung der Endecken hervor, so dafs die Combinationskanten den Seitenkanten der Grundform parallel sind (in Fig. 159, einer Form des Schwefels, bringt $\frac{1}{3}P$ eine solche Zuspitzung hervor); das brachydiagonale Doma $\breve{P}\infty$ gerade Ab-

stumpfung der makrodiagonalen Endkanten (wie in Fig. 159); das makrodiagonale Doma $\overline{P}\infty$ gerade Abstumpfung der brachydiagonalen Endkanten. Schärfere und stumpfere brachydiagonale Domen ($m\breve{P}\infty$, wo $m >$ oder < 1) würden gleichfalls die makrodiagonalen Endkanten der Grundform ganz oder theilweise ersetzen, aber erstere unter Bildung von Combinationskanten, welche nach den Enden zu convergiren, letztere unter Bildung solcher, welche nach den Enden zu divergiren. In gleicher Weise würden schärfere und stumpfere makrodiagonale Domen ($m\overline{P}\infty$ im Allgemeinen, wo $m >$ oder < 1) die brachydiagonalen Endkanten der Grundform ganz oder theilweise ersetzen.

Fig. 158.

Fig. 159.

An einer vorwaltenden Grundform P werden die Endecken abgestumpft durch die basischen Endflächen oP, die Seitenecken an den Enden der Makrodiagonale durch die brachydiagonalen Endflächen $\infty\breve{P}\infty$, die Seitenecken an den Enden der Brachydiagonale durch die makrodiagonalen Endflächen $\infty\overline{P}\infty$. Herrschen beide letztere Arten von Endflächen vor in Combination mit der Grundform, so entsteht eine Form wie sie Fig. 160 zeigt und sie sich z. B. am salpetersauren Uranoxyd findet.

Die Seitenkanten einer Grundform P werden gerade abgestumpft durch das Prisma mit gleicher Basis ∞P; an diesem vorherrschenden Prisma bildet P vierflächige Zuspitzungen der Enden (Fig. 161 zeigt $\infty P . P$ wie diese Combination bei dem schwefelsauren Zinkoxyd vorkommt). Wenn sich (wie in Fig. 161) ein Prisma und eine Pyramide von gleicher Basis combiniren, so liegen die Combinationskanten horizontal, und je zwei über einander liegende sind sich parallel. Wenn hingegen ein Prisma und eine Pyramide von ungleicher Basis (in welchen das Verhältnifs der Brachydiagonale zur Makrodiagonale nicht gleich ist) sich combiniren, ist beides nicht der Fall (in Fig. 162, einer Form des schwefelsauren Kalis, ist dies für P und $\infty\breve{P}2$ zu sehen).

Fig. 160.

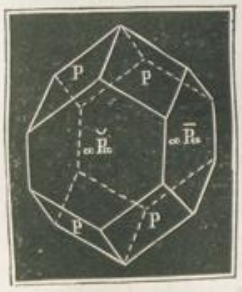


Fig. 161.

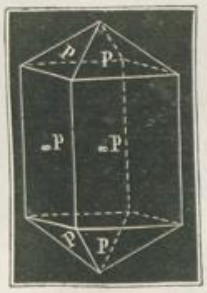
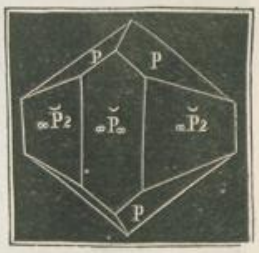


Fig 162.



An einem Prisma werden die Kanten, in welchen die Makrodiago-

nale ausmündet (an ∞P also die schärferen) abgestumpft durch die brachydiagonalen Endflächen $\infty \breve{P} \infty$ (Fig. 163, schwefelsaures Zinkoxyd); die Kanten hingegen, in welchen die Brachydiagonale ausmündet (an ∞P also die stumpferen) durch die makrodiagonalen Endflächen $\infty \overline{P} \infty$ (Fig. 164, gleichfalls schwefelsaures Zinkoxyd). — An dem Prisma ∞P werden die schärferen Endkanten zugeschärft durch ein Prisma von anderem Querschnitt $\infty \breve{P} n$, z. B. $\infty \breve{P} 2$ (bedeutet in Fig. 165 $rpso$ den Querschnitt von ∞P, $rtsu$ den Querschnitt von $\infty \breve{P} 2$, so muss durch Combination beider eine prismatische Form von dem Querschnitt, wie ihn Fig. 166 schattirt zeigt, entstehen. Fig. 167 zeigt gleichfalls eine solche Zuschärfung der schärferen Kanten von ∞P durch $\infty \breve{P} 2$ in einer Combination, wie sie an dem Topas vorkommt; hier sieht man auch das schon S. 669 erinnerte, dafs P mit dem Prisma gleicher Basis

Fig. 163.

Fig. 164.

Fig. 165.

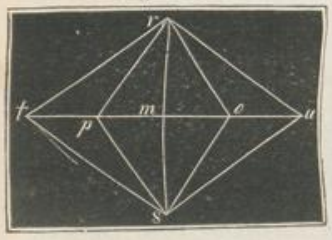


Fig. 166.

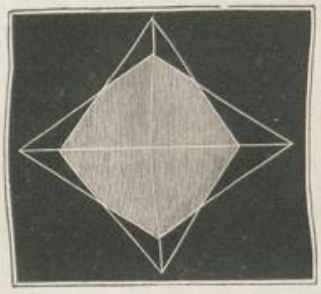
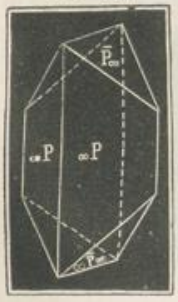


Fig. 167.

∞P horizontale, mit dem Prisma ungleicher Basis $\infty \breve{P} 2$ hingegen nicht horizontale Combinationskanten bildet). — Die stumpferen Seitenkanten an dem Prisma ∞P werden zugeschärft durch ein Prisma mit verschiedenem Querschnitt $\infty \overline{P} n$.

Fig. 168.



Ein rhombisches Prisma P wird an den Enden gerade abgestumpft durch oP, zugeschärft durch ein makrodiagonales oder brachydiagonales Doma. Die Zuschärfungsflächen, welche durch ein makrodiagonales Doma gebildet werden, sind aufgesetzt auf den Prismakanten, in welchen die Brachydiagonale endet (bei ∞P auf die stumpferen; Fig. 168 zeigt eine solche Combination $\infty P . \overline{P} \infty$ des ameisensauren Baryts); die Zu-

schärfungsflächen, welche durch ein brachydiagonales Doma gebildet werden, sitzen auf den Prismakanten, in welchen die Makrodiagonale mündet (bei ∞P auf den schärferen; Fig. 169 zeigt $\infty P . \breve{P}\infty$, wie es an dem zweifach-äpfelsauren Kalk vorkommt). Die Prismakanten selbst können auch durch Endflächen ersetzt seyn, auf welchen dann die Zuschärfungsflächen aufsitzen; Fig. 170 zeigt z. B. eine Form, wie sie bei dem Arragonit, dem Salpeter u. a. häufig beobachtet wird: $\infty P . \infty\breve{P}\infty . \breve{P}\infty$. Auch mehrere Domen derselben Art können zusammen vorkommen; bei dem Salpeter z. B. zeigen sich aufser $\breve{P}\infty$ nicht selten auch $2\breve{P}\infty$ und $4\breve{P}\infty$, und die Flächen der letzteren brachydiagonalen Domen ersetzen alsdann die durch $\breve{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$ gebildeten Combinationskanten in Fig. 170.

Es mögen noch einige Combinationen des schwefelsauren Kalis betrachtet werden. An der Fig. 171 dargestellten Grundform dieses Salzes zeigt sich gewöhnlich auch $\infty\breve{P}2$; die Flächen des letzteren Prismas gehen in der Richtung $2a : b : \infty c$ oder, was dieselbe Richtung ist, $a : \frac{1}{2}b : \infty c$; Flächen, welche in dieser Richtung durch $\frac{1}{2}b$ gehen, bringen an P die Veränderung hervor, welche in Fig. 172 und 173 deutlich wird, und bilden eine Combination $P . \infty P2$, welche einer

Fig. 169.

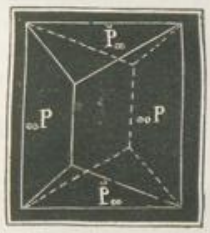


Fig. 170

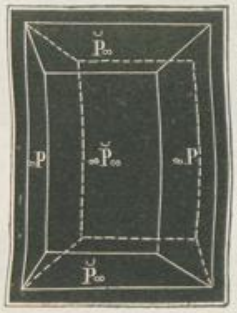


Fig. 171

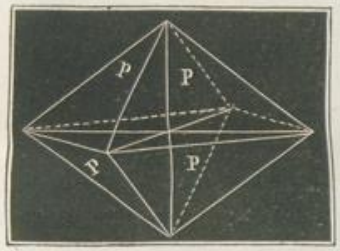


Fig. 172.

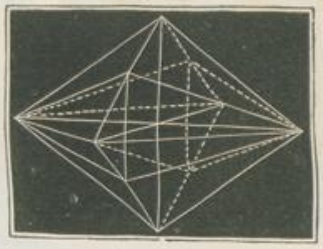


Fig. 173.

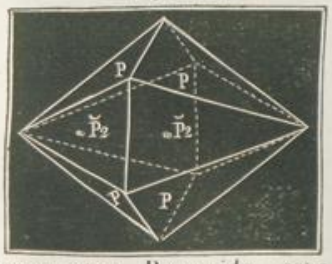
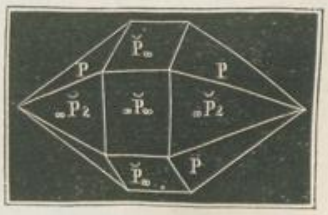


Fig. 174.



hexagonalen Pyramide sehr ähnlich ist. Bei geringerem Vorherrschen der Flächen $\infty\breve{P}2$ würden sie an den Ecken der Grundform, durch welche die Makrodiagonale hindurchgeht, Zuschärfung hervorbringen. In Fig. 174 sieht man zu der Combination

Fig. 173 noch andere Flächen treten: die makrodiagonalen Endkanten von P sind mit parallelen Combinationskanten abgestumpft, also durch $\breve{P}\infty$, diejenigen Kanten von $\infty\breve{P}2$, durch welche die Makrodiagonale hindurchgeht, abgestumpft durch $\infty\breve{P}\infty$; diese Combination hat grofse Aehnlichkeit mit der Fig. 138 betrachteten hexagonalen Combination $\infty P.P$. In Fig. 175 sind die Flächen von $\infty\breve{P}2$ und $\infty\breve{P}\infty$ vorherrschender und nur mit P combinirt. In Fig. 176 herrschen die Flächen von $\infty\breve{P}2$ und $\breve{P}\infty$ vor; die von P sind sehr untergeordnet, aber doch noch grofs genug, um ersehen zu lassen, dafs das vorhandene Prisma mit ihnen nicht horizontale Combinationskanten bildet, also eine andere Basis oder ein anderes Verhältnifs der Nebenaxen hat, als die Grundform, und dafs jede Fläche des brachydiagonalen Domas mit den zwei anstofsenden Pflächen parallele Combinationskanten bildet, also $\breve{P}\infty$ ist. In Fig. 177 sieht man aufser dem brachydiagonalen Doma $\breve{P}\infty$ noch ein schärferes $3\breve{P}\infty$ auftreten. Fig. 178 zeigt eine complicirtere Combination $\infty\breve{P}\infty.\infty\breve{P}2.\infty P.\infty\overline{P}\infty.P.\breve{P}\infty$; die meisten Flächen, welche daran vorkommen, sind in Beziehung auf ihre Kennzeichen schon im Vorhergehenden besprochen; ∞P ist daran kenntlich, dass seine Flächen mit P horizontale Combinationskanten bilden; $\infty\overline{P}\infty$ stumpft die Prismakanten ab, in welchen die Brachydiagonale mündet.

Fig. 175.

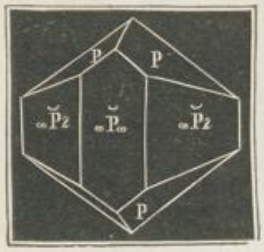


Fig. 176.

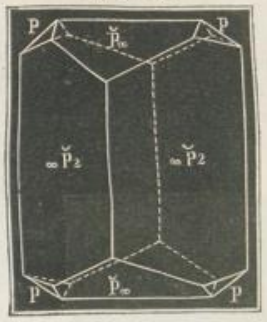


Fig. 177.

Fig. 178.

Fig. 179

Fig. 180.

Unter den Verzerrungen in diesem System ist eine der gewöhnlichsten die, dafs von den vier Flächen eines Prismas zwei parallele sich näher liegen, als die beiden anderen. Der Querschnitt eines rhombischen Prismas, welcher bei idealer Regelmäfsigkeit wie Fig. 179 erscheint, ist an wirklichen Krystallen häufig, wie es der schattirte Theil in Fig. 180

zeigt; natürlich nehmen in einem solchen Fall auch die Flächen, welche mit den Prismaflächen in Combination sind, an der Verzerrung Theil. — Das schwefelsaure Kali zeigt manchmal sehr entstellende Verzerrungen. Fig. 181 zeigt die regelmäfsig ausgebildete Combination $P.\breve{P}\infty.\infty\breve{P}2$; Fig. 182 dieselbe Combination dadurch verzerrt, dass die Pyramidenfläche oben vorn links sehr stark (bis zum gänzlichen Verdrängen der Pyramidenfläche oben hinten links) vergröfsert auftritt.

Fig. 181.

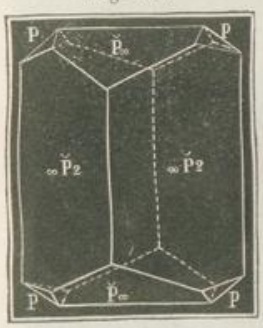
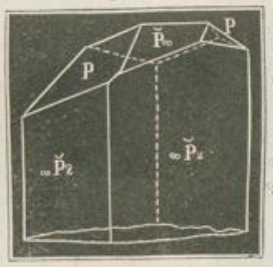


Fig. 182.



Unter den in diesem System vorkommenden Hemiëdrien ist eine wichtig, welche sich gewöhnlich an der schwefelsauren Magnesia zeigt. Fig. 183 zeigt die Combination $\infty P.P$; denkt man sich an dieser die abwechselnden Pyramidenflächen und die Prismaflächen bis zum Verschwinden der andern Pyramidenflächen wachsen, so entsteht Fig. 184, die hemiëdrische Combination $\infty P.\frac{P}{2}$, die gewöhnliche Form der schwefelsauren Magnesia.

Fig. 183.

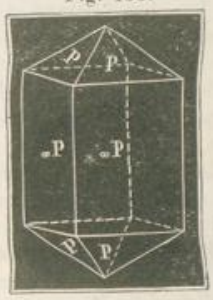
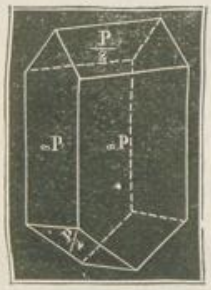


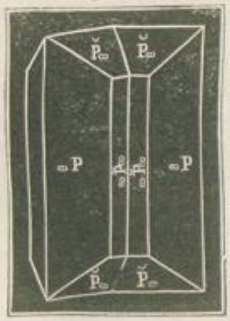
Fig. 184.



Zwillingsbildungen kommen in diesem System hauptsächlich in der Art vor, dass die Zwillings- oder Zusammensetzungsfläche einer Fläche des Prismas ∞P oder des Domas $\breve{P}\infty$ oder des Domas $\overline{P}\infty$ parallel ist. — Fig 185 zeigt die Combination des Arragonits $\infty P.\infty\breve{P}\infty.\breve{P}\infty$; denkt man sich diese Form durch einen Schnitt parallel der Prismafläche vorn links halbirt, und das eine Krystallfragment gegen das andere um 180° gedreht, so entsteht der in Fig. 186 dargestellte, an dem Arragonit häufig vorkommende Zwilling (der einspringende Winkel zwischen den beiden vorderen Flächen $\infty\breve{P}\infty$ ist an diesem Zwilling

Fig. 185.

Fig. 186.



häufig durch Vergröfserung der anliegenden Flächen ∞P überwachsen). — Fig. 187 zeigt die Combination des schwefelsauren Kalis $P.\breve{P}\infty.\infty\breve{P}2$; denkt man sich den Krystall parallel der vorn unten liegenden Fläche $\breve{P}\infty$ halbirt und die untere Hälfte gegen die obere um 180° gedreht, so entsteht der in Fig. 188 dargestellte, an dem schwefelsauren Kali häufig vorkommende Zwilling.

Fig. 187.

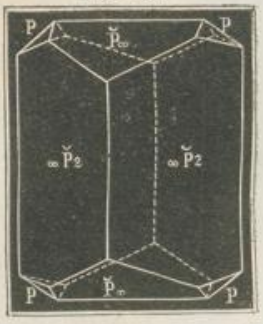
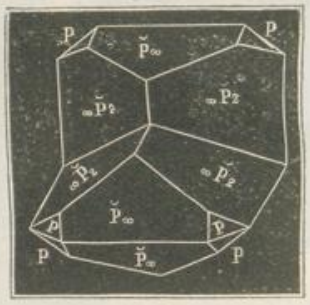


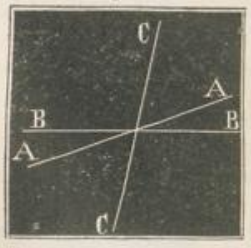
Fig. 188.



Monoklinometrisches System.

Das monoklinometrische System hat, wie das rhombische, drei ungleichartige einzelne Axen, aber während bei dem rhombischen System diese alle rechtwinkelig unter einander sind, bilden bei den Formen des monoklinometrischen Systems zwei Axen einen schiefen Winkel mit einander, und die dritte steht rechtwinkelig auf diesen beiden. Von den beiden Axen, welche schiefwinkelig zu einander stehen, wird die eine, nach welcher die Krystalle gewöhnlich vorzugsweise ausgebildet sind, als Hauptaxe (c) genommen, die andere als Klinodiagonale (b) bezeichnet, die dritte Axe, welche zu den beiden vorhergehenden rechtwinkelig steht, als Orthodiagonale (a). Es möge hier das Axensystem immer so gestellt gedacht werden, dass die beiden Nebenaxen (a und b) in einer horizontalen Ebene liegen, und zwar die Klinodiagonale in der Richtung von links nach rechts, die Orthodiagonale in der Richtung von vorn nach hinten sich erstreckend, und dass die Hauptaxe c von oben etwas rechts nach unten etwas links gerichtet ist. Fig. 189 zeigt ein solches Axensystem in dieser Stellung.

Fig. 189.

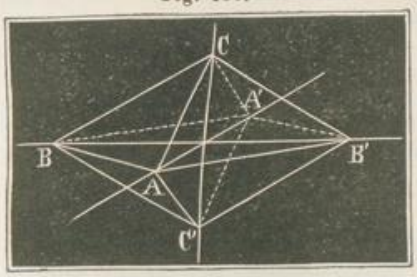


Das Gröfsenverhältniss $a:b:c$, wie auch der Winkel L, welchen die Hauptaxe und die Klinodiagonale bilden, ist auch wieder bei den verschiedenen monoklinometrisch krystallisirenden Substanzen verschieden und für jede besonders durch Winkelmessung und Rechnung zu bestimmen; bei dem schwefelsauren Eisenoxydul ist z. B. $a:b:c = 0{,}848:1:1{,}267$, $L = 75^0 40'$, bei dem Feldspath $a:b:c = 1{,}519:1:0{,}844$, $L = 63^0 53'$.

Dieses Gröfsenverhältniss $a:b:c$ giebt bei jeder monoklinometrischen Substanz an, wie die Flächen der Grundform die drei Axen schneiden. Als Grundform nimmt man hier an eine monoklinometrische Pyramide (Fig. 190 zeigt eine solche mit den Axen).

Diese ist keineswegs eine einfache Form, sondern hat zweierlei Flächen: vier kleinere ungleichseitig-dreieckige (CAB', $CB'A'$, $C'AB$, $C'BA'$) liegen den spitzen Winkeln des Axensystems gegenüber, vier gröfsere ungleichseitig-dreieckige (CAB, CBA', $C'B'A$, $C'B'A'$) liegen den stumpfern Winkeln des Axensystems gegenüber. Diese zwei Arten von Flächen können ganz unabhängig von einander in Combination auftreten. An jeder vollständigen monoklinometrischen Pyramide sind zwei Endecken (C, C') an den Enden der Hauptaxe, zwei Seitenecken an den Enden der Orthodiagonale (A, A') und zwei andere an denen der Klinodiagonale (B, B'). An jeder vollständigen Pyramide finden sich vier gleichartige Seitenkanten (welche die Basis der Pyramide bilden) zwischen den Seitenecken, und vier gleichartige Endkanten zwischen der Orthodiagonale und der Hauptaxe (AC, $A'C$, AC', $A'C'$); zwischen der Klinodiagonale und der Hauptaxe liegen zweierlei Endkanten: zwei kürzere und schärfere (CB', $C'B$) den spitzen, zwei längere und stumpfere (CB, $C'B'$) den stumpfen Winkeln des Axensystems gegenüber. — Die Flächen der Grundform, $a:b:c$ oder P, sind genauer zu unterscheiden als $+P$, diejenigen, welche den spitzen, und $-P$, diejenigen, welche den stumpfen Winkeln des Axensystems gegenüber liegen.

Fig. 190.



Von der Grundform $a:b:c$ oder $\pm P$ aus lassen sich nun andere Formen ableiten, durch Veränderung der Gröfse der Hauptaxe, Klinodiagonale oder Orthodiagonale, ganz in derselben Weise, wie dies für das rhombische System weitläufiger durchgegangen wurde. Auch die abgekürzte Bezeichnung dieser abgeleiteten Formen ist der dort angegebenen ähnlich: vor P setzt man das Zeichen oder die Zahl, welche angiebt, wie die Hauptaxe, hinter P das Zeichen oder die Zahl, welche angiebt, wie eine Nebenaxe von den Flächen der zu bezeichnenden Form anders geschnitten wird als von den Flächen der Grundform, und zwar schreibt man die ganze Formel in Klammern eingeschlossen, wenn die Veränderung sich auf die Klinodiagonale bezieht, und ohne Klammern, wenn sie auf die Orthodiagonale geht. — Nach dem für das rhombische System Erläuterten wird hier eine kurze Uebersicht der von einer monoklinometrischen Grundform sich ableitenden einfachen Formen genügen.

Flächen, welche die Hauptaxe schneiden und mit den Nebenaxen parallel gehen, heifsen basische Endflächen, oP.

Gleiche Basis wie die Grundform haben stumpfere oder spitzere Pyramiden $a:b:mc$ oder mP (je nachdem $m <$ oder > 1), welche immer zweierlei Flächen haben, die genauer als $+mP$ und $-mP$ zu unterscheiden sind; sodann das schiefe rhombische Prisma: $a:b:\infty c$ oder ∞P.

Eine andere Basis, als die der Grundform, haben die Pyramiden $na:b:mc$ oder mPn und die schiefen rhombischen Prismen $na:b:\infty c$ oder ∞Pn (in welchen die Orthodiagonale vergröfsert ist); sodann die Pyramiden $a:nb:mc$ oder $[mPn]$ und die schiefen rhombischen Prismen $a:nb:\infty c$ oder $[\infty Pn]$ (in welchen die Klinodiagonale vergröfsert ist).

Mit der Klinodiagonale parallel erstrecken sich die Flächen der klino-

diagonalen Domen, $a : \infty b : mc$ oder $[mP\infty]$; als klinodiagonales Doma der Grundform kann man das $a : \infty b : c$ oder $[P\infty]$ besonders bezeichnen.

Mit der Orthodiagonale parallel erstrecken sich die Flächen der orthodiagonalen Domen, $\infty a : b : mc$ oder $mP\infty$, wo auch das orthodiagonale Doma der Grundform $\infty a : b : c$ oder $P\infty$ besonders unterschieden werden kann. Aber die vier Flächen eines orthodiagonalen Domas sind nicht alle gleichartig; die zwei den spitzen Winkeln des Axensystems gegenüberliegenden (sie werden mit $+mP\infty$ bezeichnet) sind verschieden von den zwei den stumpfen Winkeln des Axensystems gegenüberliegenden ($-mP\infty$), und die einen können ohne die anderen auftreten.

Die klinodiagonalen Endflächen, $a : \infty b : \infty c$ oder $[\infty P\infty]$, schneiden die Orthodiagonale und gehen der Klinodiagonale und der Hauptaxe parallel. Die orthodiagonalen Endflächen, $\infty a : b : \infty c$ oder $\infty P\infty$, schneiden die Klinodiagonale und gehen der Orthodiagonale und der Hauptaxe parallel

Die monoklinometrischen Formen haben hinsichtlich ihres Auftretens theilweise Aehnlichkeit mit den rhombischen Formen; die schiefen rhombischen Prismen und die klinodiagonalen Domen treten mit vier gleichartigen Flächen auf, wie die Prismen und Domen des rhombischen Systems. Charakteristisch ist für das monoklinometrische System aber, dass von den Flächen einer Pyramide nur je vier unter sich gleichartig sind und zusammen aufzutreten brauchen, und von den Flächen eines orthodiagonalen Domas nur je zwei.

Unter den monoklinometrischen Combinationen mögen folgende genauer beschrieben werden.

An einem schiefen rhombischen Prisma (wir wollen dies hier immer als ∞P annehmen) bilden die basischen Endflächen schiefe Abstumpfungen der Enden; Fig. 191 zeigt eine solche Combination $\infty P . oP$ mit den Axen. Diese Combination ist häufig so vorherrschend, dass man andere auftretende Formen passend auf sie beziehen kann.

Die Prismakanten, in welchen die Klinodiagonale ausmündet, werden abgestumpft durch die orthodiagonalen Endflächen $\infty P\infty$ (Fig. 192 und 193 zeigen diese Combination, erstere für Zucker, letztere für essigsaures Bleioxyd); die Prismakanten, in welchen die Orthodiagonale ausmündet, durch die klinodiagonalen Endflächen $[\infty P\infty]$ (Fig. 194, essig-

Fig. 191.

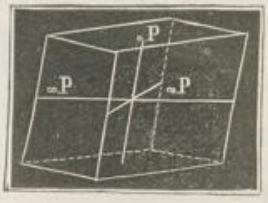


Fig. 192.

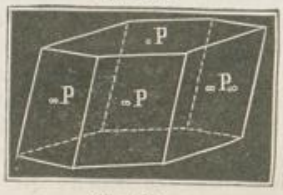


Fig. 193.

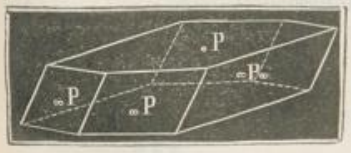
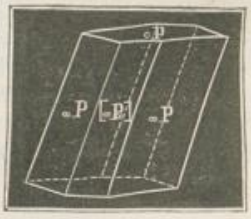


Fig. 194.



saures Natron). — Die Combinationskanten zwischen oP und $\infty P\infty$ sind zweierlei Art: zwei schärfere (oben rechts und unten links) und zwei stumpfere (oben links und unten rechts). Erstere werden abgestumpft durch die + Flächen, letztere durch die — Flächen eines orthodiagonalen Domas (Fig. 195 zeigt erstere Kanten durch $+P\infty$ abgestumpft, wie es am Zucker häufig vorkommt). — Die vier Combinationskanten zwischen oP und $[\infty P\infty]$ sind gleichartig und werden abgestumpft durch ein klinodiagonales Doma (an Fig. 196, einer Form des schwefelsauren Eisenoxyduls, sieht man sie durch $[P\infty]$ abgestumpft).

Fig. 195.

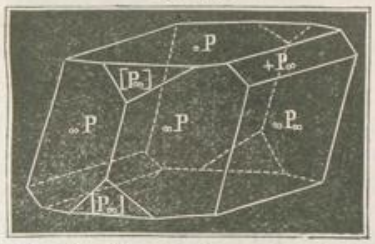
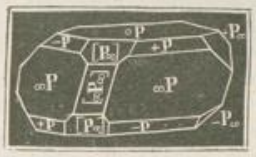


Fig. 196.



Die Combinationskanten zwischen oP und ∞P (Fig. 191) sind zweierlei Art: vier schärfere (zwei oben rechts und zwei unten links) und vier stumpfere (zwei oben links und zwei unten rechts). Erstere werden abgestumpft durch die + Flächen, letztere durch die — Flächen einer Pyramide, welche dieselbe Basis hat wie das Prisma. Fig. 197 zeigt ersteres an der Combination $\infty P . oP . +P$ des ameisensauren Kupferoxyds, Fig. 198 letzteres an der Combination $\infty P . oP . -P$ des essigsauren Natrons. Fig. 199 und 200 zeigen diese Combination des

Fig. 197.

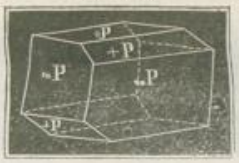
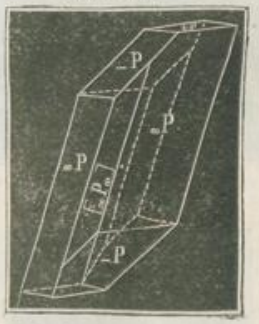


Fig. 198.

Fig. 199.

Fig. 200.



letzteren Salzes noch durch die Flächen [$\infty P \infty$] vermehrt, in verschiedenem Verhältniss des Vorherrschens der Flächen. — Es können auch die + und die — Flächen einer Pyramide zusammen vorkommen, wie in der Fig. 207 dargestellten Form des schwefelsauren Eisenoxyduls, aber es ist dies zufällig; das Auftreten der einen Art von Pyramidenflächen ist von dem der anderen gänzlich unabhängig.

Die Combinationsecken zwischen oP und ∞P (Fig. 191) sind dreierlei Art. Vier gleichartige (oben hinten und vorn, und unten hinten und vorn) werden abgestumpft durch die Flächen eines klinodiagonalen Domas [$mP\infty$], so z. B. in Fig. 200 ($\infty P . oP . [P\infty]$), einer Form des schwefelsauren Nickeloxydul-Kalis, oder Fig. 195, einer Combination $\infty P . oP . \infty P\infty . + P\infty . [P\infty]$ des Zuckers. — Von den anderen Combinationsecken sind zwei spitzere (oben rechts und unten links), und werden abgestumpft durch die + Flächen, zwei andere (oben links und unten rechts) sind stumpfere, und werden abgestumpft durch die — Flächen eines orthodiagonalen Domas $\pm mP\infty$. Fig. 202 zeigt erstere Abstumpfung durch $+P\infty$, Fig. 203 dieselbe Combination mit den Flächen [$\infty P\infty$]; Fig. 204 letztere Abstumpfung durch $-P\infty$; Fig. 205 beiderlei Arten von Abstumpfung durch $+P\infty$ und $-P\infty$ (alle diese Formen kommen an dem schwefelsauren Eisenoxydul vor). — Das Auftreten von [$P\infty$] und von $+2P\infty$ an der Combination $\infty P . oP$ zeigt Fig. 206, eine Form der Chinasäure.

Fig. 201.

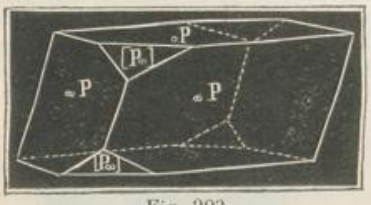


Fig. 202.

Fig. 203.

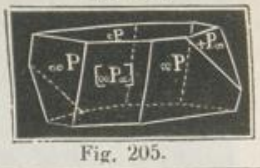


Fig. 204.

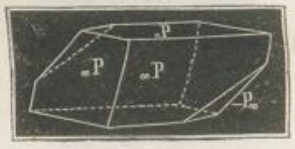


Fig. 205.

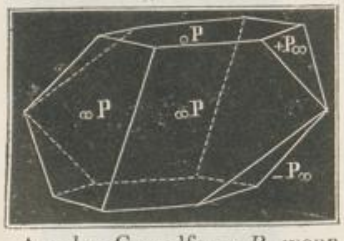
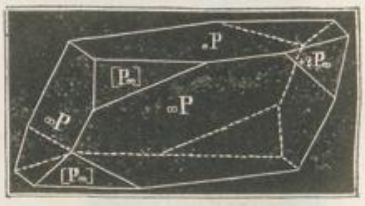
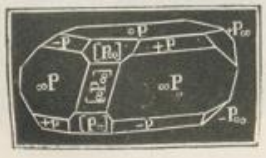


Fig. 206.



An der Grundform P, wenn die + und die — Flächen zusammen auftreten, werden die von der Hauptaxe nach der Orthodiagonale gehenden Endkanten unter Bildung paralleler Combinationskanten abgestumpft durch das klinodiagonale Doma [$P\infty$], so in Fig. 207

Fig. 207.



(schwefelsaures Eisenoxydul), — die den spitzen Winkeln des Axensystems gegenüberliegenden Endkanten der Grundform zwischen der Hauptaxe und der Klinodiagonale werden unter Bildung paralleler Combinationskanten abgestumpft durch $+P\infty$ (zwei Flächen eines orthodiagonalen Domas), die den stumpfen Winkeln des Axensystems gegenüberliegenden ebenso durch $-P\infty$. Ersteres sieht man in Fig. 208 oder 209 (schwefelsaures

Fig. 208.

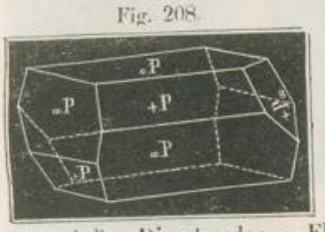
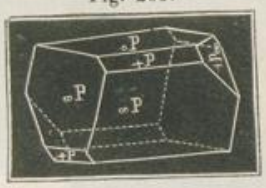


Fig. 209.



Eisenoxydul). Die + oder — Flächen eines schärferen orthodiagonalen Domas (mit gröfserer Hauptaxe) ersetzen diese Endkanten unter Bildung nach den Enden zu convergirender Combinationskanten, die eines stumpferen (mit kleinerer Hauptaxe) unter Bildung nach den Enden zu divergirender. Ersteres sieht man in Fig. 210 (essigsaures Kupferoxyd); die Flächen des hier auftretenden orthodiagonalen Domas sind $+2P\infty$. In Fig. 211 (schwefelsaures Eisenoxydul) ist $-P\infty$ daran kenntlich, dass

Fig. 210.

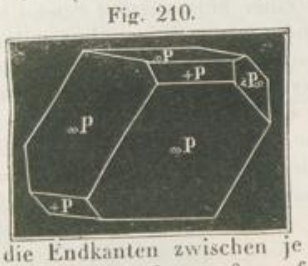
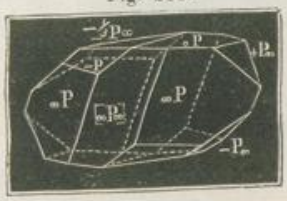


Fig. 211.



es die Endkanten zwischen je zwei Flächen $-P$ mit parallelen Combinationskanten abstumpft; aufserdem kommen hier noch Flächen von dem allgemeinen Zeichen $-mP\infty$ (wo $m<1$) vor, kenntlich daran, dass sie zwischen zwei $-P$Flächen liegend mit diesen nach den Enden zu divergirende Combinationskanten bilden; m ist hier $=1/3$.

Die Kanten eines Prismas ∞P, in welchen die Orthodiagonale ausmündet, werden zugeschärft durch Flächen eines Prismas mit anderer Basis $[\infty Pn]$ (in welchem die Klinodiagonale gröfser ist); die Kanten des Prismas hingegen, in welchen die Klinodiagonale ausmündet, durch Flächen eines Prismas ∞Pn (in welchem die Orthodiagonale gröfser ist). Ein Beispiel für ersteres zeigt Fig. 212, eine Form des schwefelsauren Nickeloxydul-Kalis.

Das Prisma wird an den Enden zugespitzt durch Auftreten der + und der —Flächen einer Pyramide mit gleicher Basis; Fig. 213 zeigt $\infty P.+P.-P.\infty P\infty$ (Ferridcyankalium), Fig. 214 $\infty P.+P.-P.[\infty P\infty]$ (Gyps). Da die zweierlei Flächen P unabhängig von einander sind, so können die einen ganz zurückgedrängt oder gar nicht vorhanden seyn, wo dann die anderen eine schiefe Zuschärfung an den Enden des Prismas bilden.

Fig. 212.

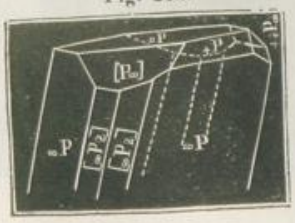


Fig. 215 zeigt $\infty P. - P. [\infty P \infty]$ (Gyps), Fig. 216 $\infty P. + P. [\infty P \infty]. \infty P \infty$ (Augit).

Fig. 213.

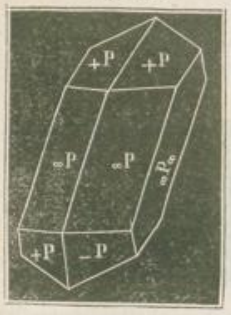


Fig. 214.

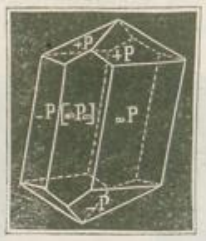


Fig. 215.

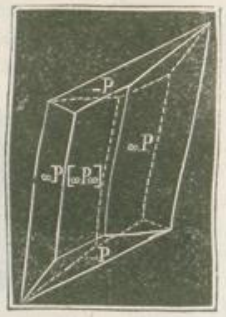
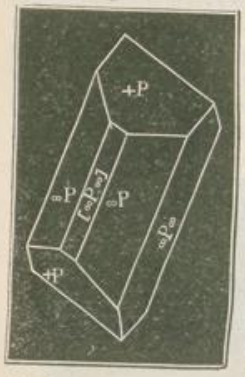


Fig. 216.



In allen diesen Fällen sieht man, wie bei Combination eines Prismas mit Flächen einer Pyramide, wenn beide gleiche Basis haben, Combinationskanten entstehen, welche den Seitenkanten der Pyramide parallel sind, oder, wenn nach der hier gemachten Voraussetzung die beiden Nebenaxen in einer horizontalen Ebene liegen, horizontal sind. Es ist dies nicht der Fall, wenn das Prisma und die Pyramide, von welcher Flächen sich mit ersterem combiniren, verschiedene Basis, oder ein verschiedenes Gröfsenverhältniss der Nebenaxen, haben. Fig. 217 zeigt eine Combination des schwefelsauren Leimzuckers, wo mit dem Prisma ∞P unter anderen auch Pyramidenflächen $+2P2$ combinirt sind; die schiefe Lage der Combinationskanten ist hier sogleich auffallend (die übrigen Theile der Combination bedürfen keiner weiteren Erläuterung).

Auch ein klinodiagonales Doma kann an den Enden eines Prismas Zuschärfung hervorbringen; so $[P\infty]$ an ∞P in der Fig. 218 dargestellten Combination des chlorsauren Baryts.

Fig. 217.

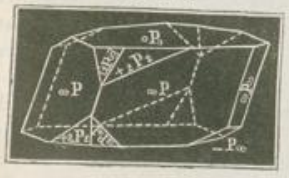
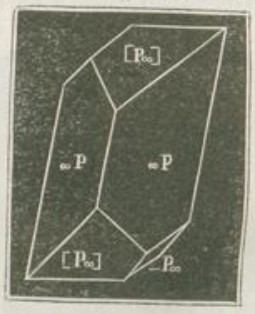


Fig 218.



Die Formen dieses Systems sind mitunter deshalb nicht leicht zu erkennen, weil manchmal dieselben Flächen sich nach sehr verschiedenen Richtungen hin ausgedehnt zeigen. Fig. 219 und Fig. 220, in ihrem

Fig. 219.

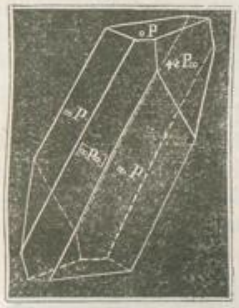
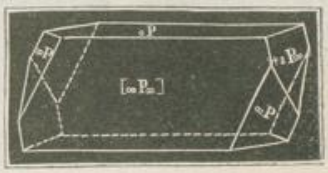


Fig. 220.



Ansehen ungemein verschiedene Formen des Feldspaths, sind dieselbe Combination $\infty P.[\infty P\infty].oP.+2P\infty$; in der ersteren Form findet die Ausdehnung vorzugsweise in der Richtung der Hauptaxe, in der letzteren vorzugsweise in der Richtung der Klinodiagonale statt. Auch Verzerrung erschwert häufig das Verständnifs der monoklinometrischen Formen. Die Prismen sind gewöhnlich so verzerrt, wie es Seite 672 für das rhombische System erläutert wurde. Die Fig. 221 dargestellte Combination des schwefelsauren Eisenoxyduls ist z. B. manchmal durch unverhältnissmäfsige Ausdehnung zweier sich paralleler Prismaflächen so verzerrt, wie es Fig. 222 zeigt, und an dem unvollständigen Theile aufgewachsen.

Fig 221.

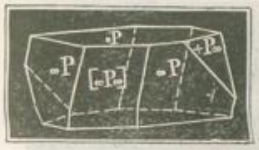
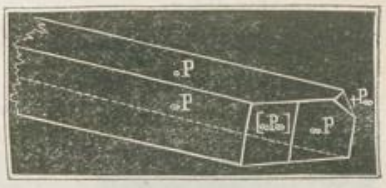


Fig. 222.



Zwillingsbildung findet in diesem System namentlich in der Art statt, dass die Zwillings- oder Zusammensetzungsfläche der Orthodiagonale und einer der schief zu einander geneigten Axen (der Hauptaxe oder der Klinodiagonale) parallel ist. Denkt man sich die Formen Fig. 223 (Gyps), Fig. 225 (Ferridcyankalium), Fig. 227 (Augit) durch eine Ebene halbirt, welche durch die Hauptaxe und die Orthodiagonale hindurchgeht, und die eine Hälfte gegen die andere um 180° gedreht, so entstehen Berührungszwillinge, Fig. 224 (Gyps), Fig. 226 (Ferridcyankalium), Fig 228 (Au-

Fig. 223.

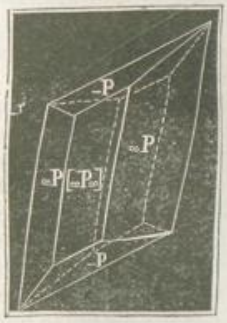


Fig. 224.

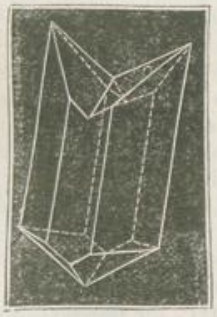


Fig. 225.

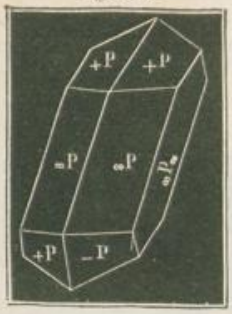
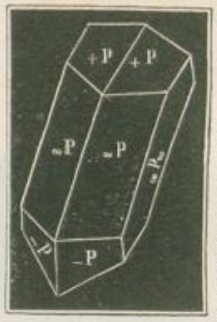


Fig. 226.



git), wie sie bei diesen Substanzen häufig vorkommen. Denkt man sich Fig. 229 durch eine Ebene halbirt, welche durch die Orthodiagonale und die Klinodiagonale hindurchgeht, und die eine Hälfte gleichfalls gegen die andere um 180° gedreht, so entsteht ein Zwilling wie Fig. 230, welcher sich an essigsaurem Kupferoxyd findet.

Fig. 227.

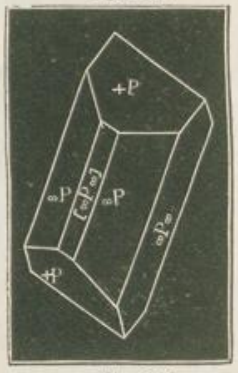


Fig. 228.

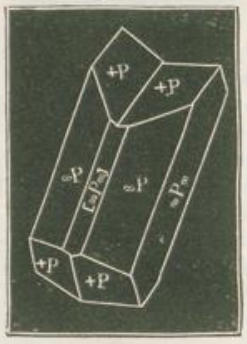


Fig. 229.

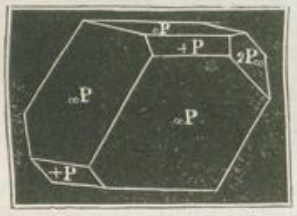
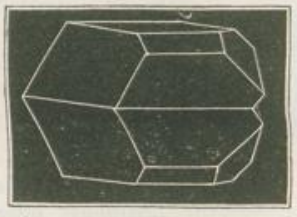


Fig. 230.



Triklinometrisches System.

Die Formen dieses Systems haben drei Axen, welche sämmtlich ungleichartig sind und nur schiefe Winkel mit einander bilden. Die Axe, nach welcher die Krystalle einer Substanz gewöhnlich säulenförmig ausgebildet sind, wird als Hauptaxe, die beiden anderen Axen werden als Makrodiagonale und Brachydiagonale bezeichnet.

Eine Grundform, deren Flächen die Brachydiagonale, die Makrodiagonale und die Hauptaxe in dem Verhältniss $a : b : c$ schneiden, hat viererlei Flächen; nur je zwei sich parallele der acht Flächen dieser Grundform sind unter sich gleichartig. Man stellt die Grundform bald so, dass die Makrodiagonale, bald so, dass die Brachydiagonale nach dem Beobachter zu gerichtet ist; für dieselbe Substanz muss natürlich eine einmal angenommene Stellung immer beibehalten werden. Von den vier vorderen Flächen der Grundform P bezeichnet man die oben rechts mit $P^{\prime}$, die oben links mit $^{\prime}P$, die unten rechts mit $P_{,}$, die unten links mit $_{,}P$; jede der hinteren Flächen wird wie die parallele vordere bezeichnet.

Es zeigen sich noch Flächen von anderen Pyramiden mit gleicher Basis wie die Grundform, mP im Allgemeinen, und von anderen Pyramiden mit verschiedener Basis, $m\overline{P}n$ und $m\breve{P}n$ im Allgemeinen (diese hier angewandte Bezeichnung entspricht ganz der für das rhombische System erläuterten). Alle diese Pyramiden haben viererlei Flächen; jedes Flächenpaar ist bezüglich seines Auftretens ganz unabhängig von den übrigen an derselben Pyramide vorkommenden; die Unterscheidung der verschiedenen Flächenpaare an einer und derselben Pyramide geschieht ganz so, wie es für die Grundform angegeben wurde.

Es kommen vor Flächen eines Prismas mit gleicher Basis wie die der Grundform, ∞P, und von Prismen mit verschiedener Basis, $\infty\overline{P}n$ und $\infty\breve{P}n$; von den vier Flächen aller dieser Prismen sind immer nur die zwei sich parallelen gleichartig. An ∞P unterscheidet man (für eine einmal angenommene Stellung) die vordere Fläche links und die hintere parallele als $\infty_{,}{}'P$, die beiden anderen als $\infty P_{,}{}'$; in ähnlicher Weise bezeichnet man die beiden an irgend einem anderen Prisma vorkommenden Flächenpaare.

Auch an den einer Nebenaxe parallelen Domen, allgemein $m\overline{P}\infty$ oder $m\breve{P}\infty$, sind immer nur je zwei sich gegenüberliegende Flächen gleichartig; treten diese für eine einmal angenommene Stellung eines Krystalls vorn oben und hinten unten auf, so bezeichnet man sie mit $m'\overline{P}'\infty$ oder $m'\breve{P}'\infty$, vorn unten und hinten oben mit $m_{,}\overline{P}_{,}\infty$ oder $m_{,}\breve{P}_{,}\infty$, oben rechts und unten links mit $m_{,}\overline{P}'\infty$ oder $m_{,}\breve{P}'\infty$, oben links und unten rechts mit $m'\overline{P}_{,}\infty$ oder $m'\breve{P}_{,}\infty$.

Endlich kommen noch basische Endflächen oP, makrodiagonale Endflächen $\infty\overline{P}\infty$ und brachydiagonale Endflächen $\infty\breve{P}\infty$ vor; alle schneiden eine Axe und gehen den zwei anderen parallel, gerade so wie die Endflächen von derselben Benennung, deren bei dem rhombischen System erwähnt wurde.

Alle Combinationen in diesem System sind also aus einzelnen Flächenpaaren zusammengesetzt; für jede Fläche findet sich immer nur eine einzige gleichartige, die parallele. Je zwei parallele Flächen lassen sich in sehr verschiedener Weise deuten, als Endflächen oder als parallele Flächen eines Prismas oder einer Pyramide. Finden sich, wie dies häufig der Fall ist, drei Flächenpaare an einem triklinometrischen Krystall vorherrschend (Fig. 231), so kann man das eine (z. B. die obere und die untere Fläche) als oP, die anderen als $\infty_{,}{}'P$ und $\infty P_{,}{}'$ oder auch als $\infty\overline{P}\infty$ und $\infty\breve{P}\infty$ deuten. Fig. 232 zeigt eine etwas complicirtere Form des schwefelsauren Kupferoxyds, und in welcher Weise man die an dieser Verbindung am häufigsten vorkommenden Flächen bezeichnet.

Fig. 231.

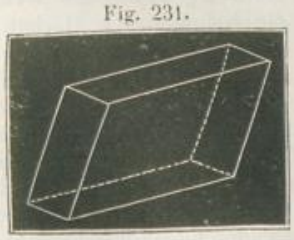
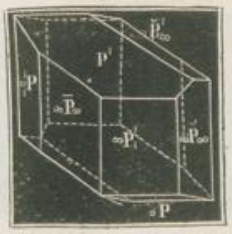
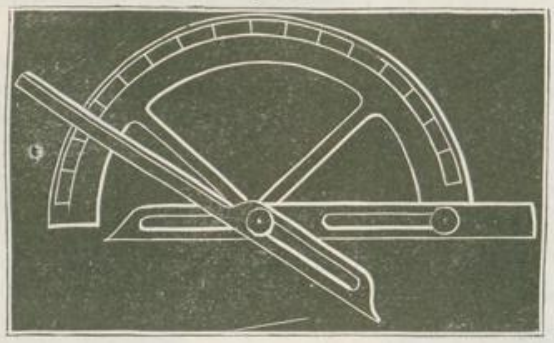


Fig. 232.



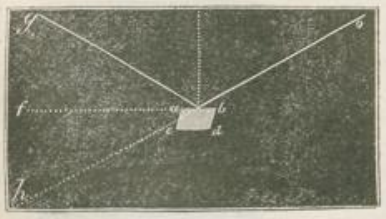
Es würde zu weit führen, anzugeben, in welcher Weise aus den Winkeln einer Form die Axen und bei den schiefwinkeligen Systemen die Neigungswinkel der Axen berechnet werden. Auch ohne diese Berechnung ist eine Krystallbeschreibung wissenschaftlich brauchbar, wenn nur das System, welchem der Krystall angehört, richtig ermittelt, die Flächen richtig bezeichnet und eine genügende Anzahl Winkel, je mehr je besser, gemessen ist. Für das erstere ist im Vorstehenden Anleitung gegeben; die Hülfsmittel zur Winkelmessung sind im Artikel Goniometer schon genannt, finden indess wohl passend hier eine etwas genauere Beschreibung. Das Anlege-Goniometer ist Fig. 233 abgebildet;

Fig. 233.



auf einem metallenen Halbkreis bewegen sich zwei metallene Lineale, eins in der Richtung eines Radius des Halbkreises, das andere aufserdem um den Mittelpunkt. Auf diese Art kann man die Schenkel des Winkels, welchen beide Lineale in der Figur nach unten machen, vergröfsern oder verkleinern, und den Winkel selbst verändern; die Gröfse des letztern wird durch das um den Mittelpunkt bewegliche Lineal auf der Theilung angegeben. Um den Winkel, unter welchen zwei Flächen eines Krystalls zu einander geneigt sind, zu bestimmen, giebt man den in Fig. 233 unteren Enden der Lineale eine der Gröfse des zu messenden Krystalls entsprechende Länge, bringt die Kante des Krystalls, in welcher die zwei erwähnten Flächen zusammenstofsen, zwischen diese Enden, so dass beide Lineale rechtwinkelig zu dieser Kante stehen, und ändert die Neigung der Lineale zu einander, bis letztere den beiden Krystallflächen genau anliegen. — Genauer und für kleinere Krystalle anwendbar ist das Reflexions-Goniometer, dessen Princip aus Fig. 234 deutlich wird; es sey *abcd* der Durchschnitt eines Krystalls, für welchen die Neigung der Flächen *ba* und *ca* zu einander zu messen seien. Ein in *o* befindliches und an dem Krystall in der Richtung *oh* vorbeiblickendes Auge wird gleichzeitig einen Gegenstand *h* direct und einen Gegenstand *g* durch die spiegelnde Krystallfläche *ab* re-

Fig. 234.



flectirt sehen; wird der Krystall gedreht, so dass die Fläche *ca* in die Lage kommt, welche bisher *ab* hatte, d. h. um den Winkel *caf*, so wird das Auge auch wieder gleichzeitig den Gegenstand *h* direct und den *g* durch Reflexion, beide über- oder nebeneinander, sehen, und der Winkel *caf*, um den der Krystall gedreht werden muss, damit dem Auge der Gegenstand *g* mit dem Gegenstand *h* zusammen nach einander durch die Flächen *ab* und *ac* sichtbar gemacht werde, ist das Complement zu 180° von dem Winkel *cab*, welchen beide Flächen mit einander bilden. Zur Anwendung dieses Princips dient das Reflexions-Goniometer, welches Fig. 235 und im Durchschnitt Fig. 236 dargestellt ist. Durch ein von einer Säule getragenes Stück Messing, an welchem

Fig. 235.

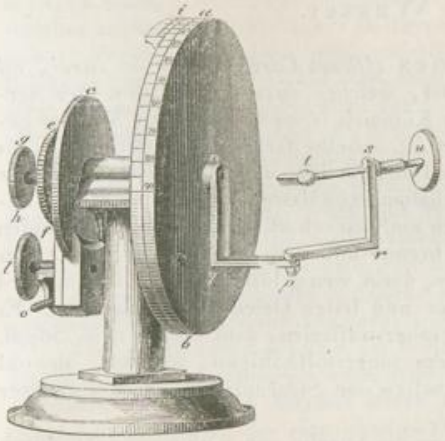
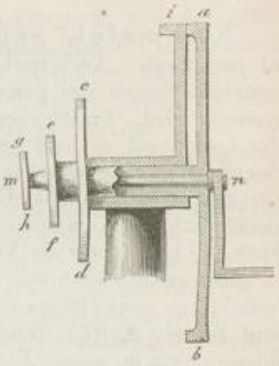


Fig. 236.



der Nonius *i* unbeweglich befestigt ist, geht eine mittelst des Kopfes *ef* drehbare Axe, an welche die Scheibe *cd* und der getheilte Kreis *ab* befestigt sind; durch Anziehen einer Schraube *l* kann die Scheibe *cd* geklemmt, und damit die Axe sammt dem getheilten Kreis *ab* festgestellt werden. Diese Axe selbst ist hohl, und in ihr steckt eine zweite *mn*, mittelst des Kopfes *gh* drehbare, an welche ein System von Stäben (*nqp*, *prs*, *ut*) angebracht ist, an das bei *t* der zu messende Krystall mit etwas Wachs befestigt ist. Bei der Messung wird das Instrument so aufgestellt, dass die Axen einer horizontalen oberen Linie (einer Fenstersprosse z. B.) und einer damit parallelen unteren (auf dem Fussboden z. B. gezogenen) parallel sind; mittelst der Arme *prs* und *ut* (welche sich um *p* und *s* drehen) wird der Krystall so gestellt, dass jede der beiden Flächen, deren Neigungswinkel gemessen werden soll, in das an dem Krystall vorbei nach der unteren Linie blickende Auge des Beobachters ein mit dieser unteren Linie paralleles Bild der oberen Linie reflectirt. Wird nun der Theilkreis (durch Drehen an dem Kopf *ef*) so gestellt, dass 0 auf ihm mit 0 des Nonius zusammensteht, wird er in dieser Stellung durch Anziehen der Schraube *l* befestigt, dann durch Drehen der inneren Axe (an dem Kopf *gh*) das von der einen Krystallfläche reflectirte Bild der oberen Linie zur Coincidenz mit der unteren Linie gebracht (so dass das am Krystall vorbei nach der unteren Linie hinblickende Auge sie durch das Bild der oberen gedeckt sieht), dann die Schraube *l* gelüftet und