

einige der am schönsten gefärbten Flussspathe zu Vasen, Schmucksachen und dergl. verschliffen. — Man hat versucht, in Gefäßen, welche aus durchsichtigem Flussspathe angefertigt wurden, das Fluor zu isoliren.

Th. S.

Föhrenharz s. Pinusharz.

Formal (Formomethylal) von Gregory entdeckt, von Kane, Dumas und Malaguti genauer studirt. Formel: $C_8H_{10}O_6$.

Diese Verbindung entsteht aus dem Holzgeist, wenn man 2 Thle. desselben in einer geräumigen Retorte mit 2 Thln. Braunstein mengt und mit einem Gemisch von 3 Thln. Schwefelsäure und ebenso viel Wasser gelinde erwärmt, bis die Masse aufzuschäumen beginnt. Erst gegen Ende der anfangs etwas stürmischen Destillation darf man bis 100° im Wasserbade erhitzen. Durch Rectification des Destillats, welches außer Formal noch unveränderten Holzgeist und Aldehyd (?) enthält, bekommt man, indem man das bei $60^\circ C.$ Uebergende besonders auffängt, ein fast reines Product, dem nur noch kleine Antheile Aldehyd beigemischt seyn sollen.

Das Formal bildet eine klare, leicht bewegliche, in Wasser ziemlich lösliche Flüssigkeit von angenehm gewürzhaftem Geruch, welche bei circa 40° siedet. Das spezifische Gewicht seines Dampfes ist 2,515 (Dumas).

Nach Dumas ist das Formal ein dem Acetal analoger Körper, welches aus 1 At. Ameisensäure und 3 At. Methyloxyd zusammengesetzt ist: $3(C_2H_3O) \cdot (H \cdot C_2, O_3)$. Diese Ansicht stützt sich auf sein Verhalten gegen Kalilauge, durch welche es in Ameisensäure und Holzgeist verwandelt werden soll. Malaguti hat indessen gezeigt, dass außerdem noch eine beträchtliche Menge Methylal entsteht, welches sich auf der Flüssigkeit abscheidet, wenn man eine Auflösung des Formals mit geschmolzenem Kali versetzt. Er hält deshalb es für wahrscheinlich, dass das Formal ein bloßes Gemenge von ameisenurem Methyloxyd mit Methylal ist, um so mehr noch, als er gefunden hat, dass bei der Destillation im Anfange ein kohlenstoffärmeres, zuletzt ein viel kohlenstoffreicheres Product übergeht (s. Methylal). H. K.

Formanilid von Gerhardt¹⁾ entdeckt. Formel: $C_{14}H_7NO_2$. Es bildet sich neben dem Oxanilid, s. d., wenn oxalsaures Anilin = $C_{12}H_7N \cdot HO \cdot C_2O_3$ langsam auf 160° bis $180^\circ C.$ erhitzt wird. Schon etwas über $100^\circ C.$ fängt das Salz an zu schmelzen und bald darauf zu sieden, wobei Wasser, Kohlensäure und Anilin entweichen. Wenn die Temperatur circa 170° erreicht hat, so bildet der Rückstand eine ruhig fließende, geschmolzene Masse von mehr oder weniger röthlichem Ansehen, welche beim Erkalten zu einem butterartigen Magma erstarrt, worin sich alsbald große Krystalle bilden. Aus diesem Rückstande, einem Gemenge von Oxanilid und Formanilid, zieht Alkohol letzteres aus, während ersteres in krystallinischen Schuppen zurückbleibt. Die alkoholische Lösung wird erst für sich, dann mit Wasser gekocht, wobei sich die färbenden Materien als unlösliche feste Stoffe absondern. Bei freiwilliger Verdunstung der filtrirten klaren Lösung schießt das Formanilid in rechtwinkligen, abgeplatteten Prismen meist von bedeutender Länge

¹⁾ Compt. rend. T. XX. S. 1035.

an. Wenn man jene Lösung, anstatt sie freiwillig verdunsten zu lassen, durch Erwärmung verdampft, so scheidet sich das Formanilid in Gestalt farbloser, ölartiger Tropfen auf dem Boden des Gefäßes aus, welche ihren liquiden Zustand auch in sehr niedriger Temperatur lange unverändert beibehalten.

Das Formanilid bildet im reinen Zustande rechtwinklige, prismatische Krystalle, welche mit dem Harnstoff die größte Aehnlichkeit haben. Sie schmelzen bei circa 46° , und die geschmolzene Masse lässt sich mehrere Grade unter den Schmelzpunkt abkühlen, ohne wieder zu erstarren; aber die leiseste Berührung mit einem Glasstabe ist dann hinreichend, um sie durch ihre ganze Masse zu solidificiren. In Wasser schmilzt es noch leichter und bleibt dann mehrere Tage lang bei gewöhnlicher Temperatur flüssig. Es ist im Wasser, besonders in heissem, ziemlich, im Alkohol leicht löslich. Die wässerige Lösung besitzt einen schwach bitteren Geschmack und reagirt völlig neutral.

Verdünnte Säuren und Alkalien verändern das Formanilid in der Kälte nicht, oder wenigstens erst nach sehr langer Zeit in unbedeutendem Grade. Beim Kochen dagegen zerfällt es sowohl durch verdünnte Schwefelsäure, wie durch Kalilauge in Ameisensäure und Anilin.

Mit concentrirter Schwefelsäure erhitzt, erleidet es eine weitergehende Zersetzung, und verwandelt sich damit unter Entwicklung von Kohlenoxydgas ohne Schwärzung in eine gepaarte Schwefelsäure, welche auf gleiche Weise auch aus dem Oxanilid erhalten wird. Gerhardt, der sie entdeckte, hat sie Sulfanilinsäure genannt (s. d.). Ihre Salze sind nach der Formel $MO \cdot (C_{12}H_7NSO_3)SO_3$ zusammengesetzt.

Seiner Bildungsweise und seinem Verhalten nach reihet sich das Formanilid den sogenannten Amidem, dem Oxamid, Benzamid etc. an; wie in jenen 1 Aeq. Sauerstoff durch 1 Aeq. Amid vertreten ist, so nimmt hier eine bis jetzt hypothetische Verbindung, das Anilid, die Stelle des Amids ein, welche zum Anilin in derselben Beziehung steht, wie sich das Amid zum Ammoniak verhält. Giebt man dem Anilid: $(C_{12}H_4)^{\wedge}NH_2$, d. i. Amid, welches den Kohlenwasserstoff: $C_{12}H_4$ in gepaarte Verbindung aufgenommen hat, das Zeichen And, so lässt sich die rationelle Zusammensetzung des Formanilids durch die Formel:

$H^{\wedge}C_{12}\left\{\begin{matrix} O_2 \\ \text{And} \end{matrix}\right\}$ ausdrücken (vergl. Formyl), d. h. das Formanilid kann als Formylsäure angesehen werden, welche statt 1 Aeq. Sauerstoff 1 Aeq. Anilid enthält.

Die obige Bildungsweise desselben lässt sich aus den angeführten Zersetzungserscheinungen leicht erklären, denn 2 At. Oxanilid verwandeln sich mit 2 At. Wasser gerade auf in 2 At. Kohlensäure, 1 At. Anilin und 1 At. Formanilid.

H. K.

Formation. Die Gebirgsarten, welche den uns bekannten Theil der Erdrinde zusammensetzen, erscheinen dem geognostischen Beobachter als das Product gewaltiger chemischer und mechanischer Naturprocesse, die nicht alle zugleich, sondern anscheinend in gewissen, durch Zeiten der Ruhe von einander geschiedenen Perioden in Thätigkeit waren. Das Product einer solchen Thätigkeits-Periode nennt der Geognost eine Formation. Wäre die Erdrinde nur durch den allmäligen, ruhigen Absatz verschiedener, theils im Wasser gelöster, theils darin aufgeschwemmter Stoffe entstanden, so würde sie aus einer Menge mehr oder weniger

chemisch verschiedener, an den Grenzen in einander übergebender Schalen zusammengesetzt erscheinen. So zeigt sich uns dieselbe aber nicht, oder doch nur an verhältnissmäßig wenigen Orten. In den meisten Fällen erblicken wir scharf geschiedene Grenzen zwischen den Gebirgsarten, und es lässt sich zugleich deutlich erkennen, dass, ausser dem Princip des Schaffens, zu seiner Zeit auch das der Zerstörung die Oberhand gehabt habe. Formationen, welche offenbar einst auf grossem, vielleicht die ganze Erde umfassendem Areale gebildet wurden, sind von zerstörenden Kräften zerrissen, zerstückt, theilweise vernichtet worden. Auf diese Weise findet man isolirte Glieder derselben Formation oft durch zwischenliegende, zu anderen Formationen gehörende Gebirgsmassen weit von einander getrennt, und mitunter ist es eine sehr schwierige Aufgabe für den Geognosten, solche zusammengehörige Theile eines früheren Ganzen herauszufinden. Die leitenden Fingerzeige bei dergleichen Formations-Bestimmungen sind hauptsächlich: chemische Beschaffenheit, Lagerungsverhältnisse und Versteinerungen, wenn letztere in den fraglichen Gebilden angetroffen werden. Durch solche Kriterien ist es möglich gewesen, dem relativen Bildungsalter nach, eine Reihenfolge von geognostischen Formationen in der Erdrinde nachzuweisen, ohne dass es aber bisher gelungen wäre, weder ihr absolutes Alter, noch die Dauer der Ruhe-Periode, welche zwischen der Bildung je zweier, aufeinander folgender verfluss, zu ermitteln. Die älteste, uns bekannte Formation ist die des Gneuses, oder, richtiger gesagt, die des sogenannten Urgebirges, weil sich die einzelnen, dazu gehörigen Gesteinsarten, wie Granit, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer u. s. w., zwar oryktognostisch, aber durchaus nicht geognostisch vom Gneuse trennen lassen, sondern mit demselben ein genetisch verbundenes Ganzes darstellen. In dieser Formation waren krystallinische Silicatgebilde und Kieselerde die Hauptproducte eines rein chemischen Naturprocesses. In den folgenden Perioden verändert sich dieser Process nach und nach zu einem mehr mechanischen, Sandsteine, Breccien und lose Schuttmassen bildenden; da, wo derselbe noch chemisch wirkte, brachte er meist nur Carbonate, besonders kohlensauren Kalk, in Gestalt von Niederschlägen hervor. Die beiden extremen Endglieder der ganzen uns bekannten Formationsreihe sind also charakterisirt, das älteste durch: chemisch wirkende Kraft, Silicatgebilde, das jüngste durch: mechanisch wirkende Kraft, Schuttmassen. Den allmähigen Uebergang aus dem einen dieser Extreme in das andere bewirkte die Natur, wenigstens zum Theil, wahrscheinlich durch successive Abnahme eines, während der Bildungszeit der ältesten Formation herrschenden, hohen Hitzgrades und entsprechenden Atmosphärendruckes.

Th. S.

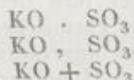
Formeln, chemische. Zur Bezeichnung der Atomgewichte der chemischen Elemente sind von Berzelius Symbole eingeführt, durch deren Zusammenstellung die chemischen Formeln gebildet werden. Als Symbole dienen die Anfangsbuchstaben der lateinischen Namen der Elemente; in dem Falle, wo zwei oder mehrere derselben gleichlautend sind, wird zur Unterscheidung noch ein zweiter bezeichnender Buchstabe hinzugefügt.

Die daraus construirten Formeln drücken nicht blofs die atomistische Zusammensetzung chemischer Verbindungen aus, sie veranschaulichen auch die Art und Weise, wie die näheren und entfernteren Bestandtheile darin mit einander verbunden gedacht werden. Die

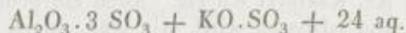
Zusammensetzung des schwefelsauren Kalis könnte, da es aus 1 At. Kalium (K), 4 At. Sauerstoff (O₄) und 1 At. Schwefel (S) besteht, durch die Formel KO₄S repräsentirt werden; allein diese Formel drückt nichts mehr als das unmittelbare Ergebniss der Analyse aus, ohne dass sich darin weiter eine Ansicht über seine rationelle Zusammensetzung ausspricht; sie heißt daher eine empirische Formel zum Unterschiede von der rationellen Formel KO.SO₃, welche anzeigt, dass in dem Salze Schwefelsäure und Kali enthalten sind oder wenigstens als solche mit einander verbunden angenommen werden.

Um die Zahl der Atome auszudrücken, welche in einer Verbindung von jedem ihrer Bestandtheile enthalten sind, ist man nach Berzelius' Vorgange übereingekommen, den Symbolen die betreffenden Zahlen an der rechten Seite oben oder unten anzuhängen. Dieselbe bezieht sich nur auf das eine Zeichen, ohne zugleich ein anderes vorhergehendes oder nachfolgendes Glied zu multipliciren. Die gleichbedeutenden Formeln SO₃ und SO³ repräsentiren eine Verbindung von 1 At. Schwefel mit 3 At. Sauerstoff; jede einer Gruppe von Symbolen auf der linken Seite vorangesetzte Zahl hingegen multiplicirt alles Nachfolgende bis zum nächsten Punkt, Komma oder Pluszeichen. In Klammern eingeschlossene Symbole und Formeln werden sämmtlich sowohl durch die der Klammer vorstehende, wie durch die angehängte Zahl multiplicirt.

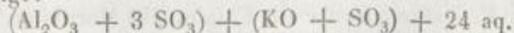
Es ist ferner Gebrauch, in den Formeln der Verbindungen von elektropositiven mit elektronegativen Körpern erstere voranzusetzen. Besteht die Verbindung nur aus zwei Elementen, so werden die beiden Symbole, wie in der Formel KO, ohne weiteres Verbindungszeichen bloß neben einander gestellt. In den Formeln der zusammengesetzteren Stoffe dagegen, der Salze z. B., pflegt man die Zeichen der näheren Bestandtheile, die der Basis von denen der Säuren, durch ein Komma, Punkt oder Pluszeichen von einander zu unterscheiden. Gleichbedeutend sind:



Der Gebrauch des + Zeichens in diesem Falle ist weniger allgemein, man verwendet es lieber, um in zusammengesetzteren Verbindungen, z. B. Doppelsalzen, oder Salzen mit Hydratwasser die Formeln der näheren Bestandtheile mit einander zu verbinden, wie die Formel des Alauns zeigt:



Wollte man aber statt der Punkte gleichfalls ein + Zeichen anwenden, so würde es nöthig seyn, um Missverständnissen zu begegnen, die einzelnen zusammengehörenden Gruppen in Klammern einzuschließen, wie folgt:



Ein Element, welches sich als Radical zu zwei Atomen mit dem negativen Elemente vereinigt, erhält statt des mit der nebengesetzten Zahl 2 versehenen Zeichens einen durchstrichenen Buchstaben als Symbol, z. B. Al = Al₂, eine Abkürzung, welche vorzugsweise von Berzelius angewandt wird und besonders zur Bezeichnung derjenigen Elemente sehr zweckmäfsig ist, welche, wie der Wasserstoff, Chlor etc. nur zu Doppelatomen-Verbindungen eingehen. Eine andere Vereinfachung der Formeln, welche von Berzelius eingeführt, jedoch weni-

ger allgemein in Gebrauch gekommen ist, besteht darin, die Zahl der Sauerstoffatome durch Punkte auszudrücken, welche man über das positive Element setzt, z. B. statt der Formel KO den Ausdruck $\overset{\cdot}{K}$, statt SO_3 das Zeichen $\overset{\cdot\cdot}{S}$ zu gebrauchen. In ähnlicher Weise soll man den Schwefel, Selen und Tellur, wo sie als negative Elemente auftreten, das Atom des ersteren durch einen verticalen, das des zweiten durch einen horizontalen Strich und das des letzteren durch ein Kreuz bezeichnen, so dass $\overset{\cdot}{K}$ gleichbedeutend ist mit KS, \bar{K} mit KSe und $\overset{\cdot}{K}$ mit KTe.

Bei einer solchen Bezeichnungsweise bezieht sich die dem positiven Elemente auf der rechten Seite angehängte Zahl zugleich immer auch auf die darüberstehenden Punkte etc.

Die Formel $\overset{\cdot\cdot}{S}_2$ drückt zwei Atome Schwefelsäure aus und ist gleichbedeutend mit $2SO_3$. Aus diesem Grunde lässt sich diese sonst so einfache und kurze Schreibweise nicht auf solche Verbindungen ausdehnen, welche, wie die Trithionsäure, 3 Atome des positiven Elements enthält. Außerdem muss auch für die Bezeichnung der meisten sauerstoffhaltigen organischen Stoffe darauf Verzicht geleistet werden, da es in vielen Fällen ungewiss bleibt, ob der Sauerstoff als negatives Element darin enthalten und als solches mit einem Radical verbunden ist.

Große Unsicherheit herrscht gegenwärtig hinsichtlich der Bezeichnung des Wasserstoffs, Stickstoffs und der Haloide, deren Aequivalente zwei Atomen derselben entsprechen. Während einige Chemiker, wie es noch vor wenigen Jahren allgemein geschah, die Zeichen: H, Cl ff für die Atome von Wasserstoff, Chlor etc. gebrauchen, bedienen sich Andere derselben, um deren Aequivalente auszudrücken, noch Andere wenden die durchstrichenen Symbole: \bar{H} , \bar{Cl} , \bar{N} etc. an, wodurch am sichersten jeder Zweifel über ihre Bedeutung beseitigt wird. Leider ist die Verwirrung in der chemischen Zeichensprache durch einige französische Chemiker auf eine unverantwortliche Weise noch dadurch vergrößert, dass sie, auf vagen Hypothesen fassend und um ein eingebildetes Gesetz aufrecht zu erhalten, die einen das Atomgewicht des Kohlenstoffs halbiren, andere das des Sauerstoffs = 200 setzen.

Gleich den einfachen Elementen haben auch die zusammengesetzten Radicale der organischen Chemie bestimmte Symbole erhalten, Cyan Cy, Aethyl Ae, Kakodyl Kd etc. Auch ein großer Theil der organischen Säuren und Salzbasen wird, wie jene, durch die Anfangsbuchstaben ihrer lateinischen Namen symbolisch dargestellt; ein darüber gesetzter horizontaler Strich zeigt an, dass die Verbindung eine Säure, ein Kreuz, dass sie basischer Natur ist, \bar{M} bedeutet Aepfelsäure, $\overset{\cdot}{Se}$ Fettsäure, \bar{A} Essigsäure, ferner $\overset{\cdot}{Ch}$ Chinin, $\overset{\cdot}{Mo}$ Morphin u. s. f.

Um bei wasserhaltigen Verbindungen durch die Formel anzuzeigen, ob das Wasser als basisches und Hydratwasser oder als Krystallwasser darin enthalten sey, pflegt man letzteres schlechthin durch aq. (mit beigefügter Ziffer) zu bezeichnen, für ersteres aber die chemische Formel des Wassers selbst auszuschreiben. So giebt der Ausdruck: $HO \cdot SO_3 + aq.$ die Zusammensetzung der krystallisirten wasserhaltigen Schwefelsäure, welche beim Erhitzen das eine Atom Krystallisationswasser fahren lässt, das andere basische Wasseratom dagegen nur

gegen stärkere Basen austauscht. Ferner entspricht die Formel: $\text{KO} \cdot \text{HO} + 4 \text{ aq.}$ der Zusammensetzung von krystallisirtem Kalihydrat, welches auf 1 At. Kali 5 At. Wasser enthält, wovon beim Schmelzen 4 Atome fortgehen, während das fünfte Atom blofs durch Säuren ausgetrieben werden kann.

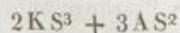
Die eigenthümliche Verbindungsweise, wo organische Radicale und deren Substitutionsproducte oder auch andere Verbindungen als Paarlinge auftreten, wird nach Otto's Vorschlage sehr zweckmäfsig durch das Zeichen \wedge angedeutet, durch welches man das Symbol des gepaarten Körpers mit dem des Paarlings verbindet. Die Formel der Benzoesäure, wenn wir sie als Oxydationsstufe des gepaarten Radicals, des Benzoyls $= (\text{C}_{12}\text{H}_3)\wedge\text{C}_2$ betrachten, erhält dann folgende Gestalt: $(\text{C}_{12}\text{H}_3)\wedge\text{C}_2, \text{O}_3$. In dem nämlichen Sinne lässt sich die Zusammensetzung des Formylchlorids durch den Ausdruck: $\text{H}\wedge\text{C}_2, \text{Cl}_3$ wiedergeben, worin die Hypothese ausgesprochen liegt, dass das Formyl das Wasserstoffäquivalent als Paarling von 2 Aeq. Kohlenstoff enthält.

Die chemische Zeichensprache erlangt eine grofse Wichtigkeit dadurch, dass sie uns ein Mittel an die Hand giebt, durch wenige Symbole und allein durch die mannichfache Art und Weise der Gruppierung derselben mit grofser Schärfe und Präcision die verschiedenen Ansichten über die chemische Constitution eines Körpers und damit zugleich eine Summe von Gedanken auszudrücken, welche auf keine andere Weise in solcher Kürze wiedergegeben werden können. Die Zusammensetzung der Essigsäure z. B. lässt eine Menge von Vorstellungen über ihre rationelle Zusammensetzung zu, für welche eben so viele verschiedene Ausdrücke durch die Zeichensprache möglich sind, deren jeder dann eine besondere, ganz bestimmte, Bedeutung hat. Unter anderen entsprechen ihr die Formeln: $\text{C} + \text{HO}; \text{HO} \cdot \text{C}_4\text{H}_3, \text{O}_3$ und $\text{HO} \cdot (\text{C}_2\text{H}_3)\wedge\text{C}_2, \text{O}_3$. Während die erste derselben, welche die Essigsäure als ein Kohlenhydrat darstellt, kaum etwas mehr als eine empirische Formel ist, da diese Ansicht jeder Begründung durch die Erfahrung entbehrt, so liegen im zweiten Ausdrucke eine Menge von Vorstellungen ausgesprochen, welche alle dem bekannten Verhalten der Säure entnommen sind. Ein Blick auf diese Formel lehrt, dass ein Atom der Säure 4 Aeq. von jedem ihrer Bestandtheile enthält, dass darin 1 At. Wasser als basisches durch Basen vertretbares Wasser vorhanden ist, dass ferner die Sättigungscapacität der wasserfreien Säure $\frac{1}{3}$ ihres Sauerstoffgehalts beträgt, und dass ihr Sauerstoff, wie in einer anorganischen Säure, als negatives Element, mit einem zusammengesetzten Radical, dem Acetyl: C_4H_3 verbunden ist, welches in dieser Verbindung die Rolle eines einfachen unorganischen Radicals übernimmt. Die letzte Formel veranschaulicht noch eine dritte Betrachtungsweise. Sie stellt das Acetyl als ein gepaartes Radical dar, worin Methyl als Paarling von 2 At. Kohlenstoff enthalten ist. Darin liegt zugleich die Möglichkeit ausgesprochen, dass in dem Paarlinge Substitutionen des Wasserstoffs durch Chlor, Brom etc. vor sich gehen, ohne dass dadurch der das Radical constituirende Complex von Atomen aufgelöst wird, und ferner dass das Methyl von C_2 auch auf andere Elemente übertragen werden kann, eine Metamorphose, wie sie z. B. bei der Umwandlung des essigsäuren Ammoniaks in Cyanmethyl und bei der Bildung von Kakodyl (s. d.) stattfindet. Andere Ansichten, welche sich vielleicht später noch über die rationelle Zusammensetzung der Essigsäure geltend machen,

werden sich ohne Zweifel eben so gut wie jene, jede durch einen besondern symbolischen Ausdruck versinnlichen lassen. H. K.

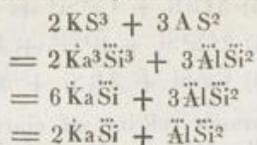
Formeln, mineralogische. Man kann hierunter alle diejenigen Formeln verstehen, deren sich der Mineralog in seiner Physiographie der Mineralien bedient. Solchenfalls zerfallen diese Formeln in mineralogisch-krystallographische und mineralogisch-chemische. Die nähere Betrachtung der ersteren fällt auferhalb der Grenzen dieses Wörterbuchs, und wir haben es daher nur mit den letzteren zu thun, welche man kurzweg mineralogische Formeln oder Mineralformeln zu nennen pflegt. — In der Physiographie der verschiedenen Mineralspecies bildet die chemische Zusammensetzung eine der wichtigsten Kategorien; durch genaue Ermittlung derselben wird die wesentliche Lücke ausgefüllt, welche selbst die vollständigste Beschreibung der physischen und morphologischen Eigenschaften eines Minerals in seiner genauen Kenntniss zurücklässt. Die procentische Zusammensetzung ist jedoch in dieser Hinsicht nicht ausreichend; es wird hierzu auch erfordert, dass wir die Ordnung kennen, in welcher die verschiedenen elektropositiven und elektro-negativen Bestandtheile eines Minerals, nach den Gesetzen der chemischen Verwandtschafts- und Atomlehre, mit einander zu Gruppen verbunden sind. Diese Ordnung wird begreiflicher Weise in vielen Fällen die nämliche seyn, wie in den künstlich hervorgebrachten chemischen Verbindungen, in anderen Fällen aber wenigstens nicht die Grenzen der Analogie überschreiten. Wir haben jedes Mineral hinsichtlich seiner Zusammensetzung als eine in der Natur vorkommende chemische Verbindung zu betrachten, und die mineralogische Formel, welche uns ein getreues Bild seines chemischen Baues geben soll, wird folglich in ihrer wesentlichen Construction nicht von der chemischen Formel abweichen. Alle Anforderungen, welche man an diese macht, müssen auch für jene gelten. Möglichst getreue Darstellung der chemischen Zusammensetzung, Kürze und Uebersichtlichkeit sind auch für die mineralogischen Formeln erforderliche Eigenschaften.

Die mineralogischen Formeln sind von Berzelius eingeführt worden, und zwar wurden zwei Arten derselben von ihm aufgestellt. Die ältere derselben, deren sich Berzelius zum Theil noch jetzt (in seinem Jahresberichte) bedient und welche sich hauptsächlich auf Verbindungen oxydirter Körper — vorzugsweise sogar nur auf Silicate — bezieht, ist von der Einrichtung, dass die Coefficienten der Atom-Symbole nicht die quantitativen Verhältnisse der Atome selbst, sondern die ihrer Sauerstoffgehalte darstellen. In diesen Formeln bedeutet S Kieselerde, A Thonerde, F Eisenoxyd, f Eisenoxydul, Mn Manganoxyd, mn Manganoxydul, M Talkerde, C Kalkerde, K Kali, N Natron, L Lithion, Aq Wasser, R isomorphe Basen von der Zusammensetzung R_2O_3 , r isomorphe Basen von der Zusammensetzung RO, u. s. w. Es bezeichnet z. B. die Formel

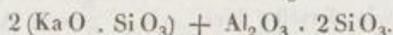


ein Silicat von Kali und Thonerde, in welchem 1) der Sauerstoff der Kieselerde im ersten Gliede ($2KS^3$) dreimal so groß ist, als der des Kalis, 2) der Sauerstoff der Kieselerde, im zweiten Gliede ($3AS^2$) zweimal so groß, als der der Thonerde, und 3) der gesammte Sauerstoff des ersten Gliedes sich zu dem des zweiten Gliedes verhält wie $2(1 + 3) : 3(1 + 2)$, also wie $2 \times 4 : 3 \times 3 = 8 : 9$. — Die andere Art der Ber-

zelius'schen Mineralformeln ist identisch mit dessen chemischen Formeln. Der eben angeführte Ausdruck würde, um ihn zu einer Formel der letzteren Art umzuformen, folgendermaßen zu verändern seyn:



welches nach der Liebig'schen Schreibart gleich ist:



In Betreff der möglichst getreuen Darstellung der chemischen Zusammensetzung eines Minerals mögen hier noch einige Bemerkungen Platz finden. Wie bereits zuvor angedeutet, lässt sich von den mineralogischen Formeln, wie von den chemischen, fordern, dass sie die Zusammensetzung der betreffenden chemischen Verbindung in zweifacher Hinsicht richtig ausdrücken, nämlich 1) in Bezug auf die quantitativen und qualitativen Verhältnisse der Bestandtheile, und 2) in Bezug auf die atomistische Gruppierung derselben. Die erste dieser Anforderungen ist natürlich die unerlässlichste; die Uebereinstimmung zwischen der durch die Analyse gefundenen und der nach der Formel berechneten Zusammensetzung muss eine möglichst scharfe seyn. Die zweite jener Anforderungen ist oft schwierig zu erfüllen, denn es bieten sich nicht selten mehrere Möglichkeiten der Gruppierung dar, ohne dass es sich mit Sicherheit ausmachen lässt, welche davon die richtige sey. Untersucht man, ob die bis jetzt am allgemeinsten gebräuchlichen Mineralformeln diesen beiden Anforderungen genügen, so findet man eine nicht unbedeutende Anzahl darunter, bei denen dies keineswegs der Fall ist. In solchen Fällen ist es klar, dass, wenn überhaupt zuverlässige analytische Resultate zum Grunde liegen, die chemische Gruppierung der Bestandtheile auf unrichtige Weise aufgefasst seyn muss. Einige erläuternde Beispiele werden dies darthun.

Die Zusammensetzung des Datoliths kennen wir durch Stromeyer's, du Menil's und Rammelsberg's nahe mit einander übereinstimmende Analysen sehr genau. Diese Chemiker fanden nämlich bei der Zerlegung des Datoliths von Andreasberg und Arendal folgende Verhältnisse seiner Bestandtheile.

	D. von Andreasberg,			D. von Arendal,	
	nach Strom.	n. Ram.	n. du Men.	n. Ram.	n. Ram.
Kieselerde	37,36	38,48	38,51	37,65	37,52
Kalkerde	35,67	35,64	35,59	35,41	35,40
Borsäure	21,26	20,31	21,34	21,24	21,38
Wasser	5,71	5,57	4,60	5,70	5,70
	100,00	100,00	100,04	100,00	100,00

In Folge dieser Resultate haben nun verschiedene Forscher folgende mineralogische Formeln für dieses Mineral aufgestellt:

- 1) $\dot{C}a\ddot{B}^2 + \dot{C}a\ddot{S}i^2 + \dot{H}$
- 2) $2\dot{C}a\ddot{B} + 3\dot{C}a\ddot{S}i + 2\dot{H}$
- 3) $3\dot{C}a\ddot{B} + \dot{C}a^3\ddot{S}i^3 + 3\dot{H}$
- 4) $2\dot{C}a^3\ddot{S}i + \ddot{B}^3\ddot{S}i^2 + 3\dot{H}$
- 5) $\dot{C}a^6\ddot{S}i + 3\ddot{B}\ddot{S}i + 3\dot{H}$

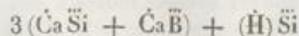
Die erste dieser Formeln scheint auf einem Irrthume zu beruhen, denn sie entfernt sich allzuweit von der analytisch gefundenen Zusammensetzung; bei der Formel 2, ist dies weniger der Fall, aber dennoch in einem Grade, wie derselbe hier, wo so genaue Analysen eines vollkommen rein zu erhaltenden krystallisirten Minerals vorliegen, nicht gestattet werden darf. Nach diesen Formeln sollte nämlich die Zusammensetzung seyn:

	nach F. 1.	nach F. 2.
Kieselerde	40,49	37,57
Kalkerde	24,97	38,62
Borsäure	30,59	18,93
Wasser	3,95	4,88
	100,00	100,00

Die Formeln 3., 4. und 5. entsprechen alle derselben Zusammensetzung, indem sie nur verschiedene Gruppierungsarten gleicher Atom-Verhältnisse darstellen. Zuzufolge dieser Formeln sollte der Datolith bestehen aus:

		Atom-Verhältniss:
Kieselerde	37,36	4
Kalkerde	35,67	6
Borsäure	21,26	3
Wasser	5,71	3
	100,00	

was so außerordentlich genau mit den analytischen Ergebnissen übereinstimmt, dass es auch nicht dem mindesten Zweifel unterliegen kann, dass der Datolith aus 4 At. Kieselerde, 3 At. Borsäure, 6 At. Kalkerde und 3 At. Wasser besteht. Welche von den 3 betreffenden Formeln stellt aber diese Atome in ihrer richtigen Gruppierung dar? Die Formel 3. enthält im zweiten Gliede ein ganz ungewöhnliches und unwahrscheinliches Silicat; die Formeln 4. und 5. aber wollen die Borsäure zwingen, die Rolle einer Base zu übernehmen. Letztere Annahme, welche schon an und für sich ganz der Analogie entbehrt, wird durch die Gegenwart einer beträchtlichen Menge einer so starken Base wie Kalkerde noch in höherem Grade unstatthaft. Es ergibt sich also, dass keine der hier aufgestellten fünf Formeln die chemische Constitution des Datoliths richtig aufgefasst haben kann. Hierdurch werden wir zu einer neuen Atom-Gruppierung aufgefordert, bei welcher wir auch dem Oxyde des Wasserstoffs, dem Wasser, sein Recht als Base zuerkennen wollen (s. Wasser, basisches), auf welches dasselbe gewiss ungleich größere Ansprüche hat, als die Borsäure! Thun wir dies, so lässt sich das angeführte Atom-Verhältniss gruppieren zu



und wir erhalten hierdurch einen Ausdruck, welcher allen Anforderungen entspricht (3 At. $\ddot{H} = (\ddot{H}) = 1$ At. basisches Wasser).

Der krystallisirte Vivianit von St. Agnes in Cornwall besteht nach Stromeyer's Analyse aus:

Phosphorsäure	31,1825
Eisenoxydul	41,2266
Wasser	27,4843
	<hr/>
	99,8934

Aus diesem Resultate hat man folgende Formeln für dieses Mineral abgeleitet:

- 1) $\text{Fe}^8 \ddot{\text{P}}^3 + 16 \ddot{\text{H}}$
- 2) $\text{Fe}^3 \ddot{\text{P}} + 8 \ddot{\text{H}}$
- 3) $\text{Fe}^3 \ddot{\text{P}} + 6 \ddot{\text{H}}$

Die beiden letzten Formeln erfordern folgende Zusammensetzungen:

	nach F. 2.	nach F. 3.
Phosphorsäure	28,69	30,93
Eisenoxydul	42,38	45,68
Wasser	28,93	23,39
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00

Die sich aus Formel 1. ergebende Zusammensetzung weicht nicht sehr von der der Formel 3. entsprechenden ab. Dass wir hier mit Formeln zu thun haben, welche theils unwahrscheinliche atomistische Verhältnisse darbieten, theils — und dies ganz besonders — nicht die erforderliche Uebereinstimmung mit der Analyse zeigen, bedarf kaum der Erinnerung¹⁾. Nichts desto weniger können wir die von einem so überaus genauen Analytiker wie Stromeyer angestellte Analyse nicht für unrichtig halten. Schlagen wir daher hier denselben Ausweg ein wie zuvor und betrachten auch das in diesem Minerale enthaltene Wasser als basisches, indem wir $3 \ddot{\text{H}}$ isomorph mit 1Fe setzen (s. Isomorphie, polymere), so ergibt sich hieraus das Verhältniss des Sauerstoffs der Säure zu dem der Base wie

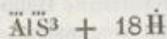
$$\frac{\ddot{\text{P}}}{17,47} : \frac{\text{Fe}, (\ddot{\text{H}})}{17,53}$$

welches also mit größter Schärfe zu der einfachen Formel führt:



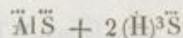
in welcher Base und Säure gleichviel Sauerstoff enthalten und welche den gedachten Anforderungen in jeder Hinsicht Genüge leistet.

Für die an mehreren Orten vorkommende wasserhaltige basisch-schwefelsaure Thonerde hat man die Formel



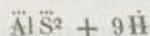
¹⁾ Rammelsberg glaubt zufolge seiner Untersuchungen annehmen zu dürfen, dass der Vivianit nicht blofs Eisenoxydul, sondern auch Eisenoxyd enthält. Dies ist bis zu einem gewissen Grade richtig. Der ursprünglich farblose — und solchenfalls nur Eisenoxydul enthaltende — Vivianit wird bekanntlich an der Luft allmählig blau, indem sich ein Theil seines Oxyduls in Oxyd umwandelt. Der hierdurch hervorgebrachte Oxydgehalt gehört aber natürlicher Weise nicht dem Vivianit als solchem, sondern einer Metamorphose desselben an.

aufgestellt, welche zu einer procentalen Zusammensetzung führt, die mit den analytischen Resultaten hinreichend harmonirt. Ist es aber wohl wahrscheinlich, dass 3 Atome Schwefelsäure gänzlich an 1 Atom einer so schwachen Base wie Thonerde gebunden seyen, und dass das Wasser, welches doch so große Verwandtschaft zur Schwefelsäure zeigt, hierbei leer ausgehe? Jene 18 At. Wasser entsprechen 6 At. basischem Wasser = 6(H). Betrachtet man die Zusammensetzung des Minerals aus diesem Gesichtspunkte, so lässt sich jener Ausdruck verändern zu



wonach die wasserhaltige basisch-schwefelsaure Thonerde zu betrachten ist, als bestehend aus 1 Atom drittel-schwefelsaurer Thonerde und 2 Atomen drittel-schwefelsaurem Wasser.

Für eine andere wasserhaltige basisch-schwefelsaure Thonerde hat man die mineralogische Formel



entworfen, welche wir, auf ganz analogem Wege wie zuvor, umformen können zu



Als specielle Belege für die Unwahrscheinlichkeit mancher älterer Mineralformeln mögen die hier aufgestellten genügen; einige andere Belege sollen nur in Kürze angedeutet werden. Den gedachten Anforderungen an eine mineralogische Formel genügen unter anderen noch folgende nicht. 1) Die Formeln für viele (wasserhaltige) Glimmer und glimmerartige Mineralien. Theils setzen dieselben den Wassergehalt außer Betracht, theils nehmen sie ihn anders an, als er gefunden wurde, theils enthalten sie höchst unwahrscheinliche Atom-Propportionen, so dass solche Formeln in der That schlechter sind als gar keine. 2) Die Formel für den Serpentin. Sie setzt 13 Proc. Wasser voraus, trotz dem, dass zahlreiche Analysen dieses Minerals einen zwischen ungefähr 11 und 21 Proc. schwankenden Wassergehalt ergeben haben. 3) Die Formeln mehrerer dem Serpentin verwandten Mineralien. 4) Die Formel des Schillerspaths; ganz unwahrscheinliche Verhältnisse. 5) Die Formel des Gehlenits; lässt einen zwischen 1 und 5,55 Proc. schwankenden Wassergehalt ganz außer Acht. 6) Die Formeln für viele (wasser- und thonerdehaltige) augitische und amphibolitische Mineralien; lassen theils beträchtliche Wasser- oder Thonerde-Mengen unberücksichtigt, oder genügen in anderer Art nicht den Anforderungen. 7) Die Formel für den krystallisirten Talk; entspricht diesen Anforderungen in keiner Art, indem sie sowohl eine unwahrscheinliche Atom-Gruppierung darbietet, als auch einen bedeutenden Wassergehalt übersieht. 8) Die Formeln für eine sehr große Anzahl amorpher Mineralien, wie die Specksteine, Halloysite, Bole, Tuesite u. s. w.

Ein Mehreres über diesen Gegenstand wird in den Artikeln: Wasser, basisches, und Isomorphie, polymere, gegeben werden. Th. S.

Formen. Unter Formen oder Förmerei versteht man die rein mechanische Kunst, mit plastischen oder auch mit festen Substanzen einen Raum von vorgeschriebenen Umrissen zu begrenzen, der später durch Eingießen eines geschmolzenen und bald darauf erstarrenden Metalls — zuweilen auch anderer, sich ähnlich verhaltender Massen — ausgefüllt

wird, und auf diese Weise zur Entstehung eines festen metallischen Körpers (Gussstückes) Veranlassung giebt. Die besonders bei der Eisengießerei als Formmaterial angewandten plastischen Substanzen bestehen fast durchgängig in einem mehr oder weniger angefeuchteten Gemenge aus Sand und Thon, in verschiedenen Verhältnissen beider Stoffe. Je nachdem entweder das Formmaterial fast nur aus Sand besteht, oder dasselbe eine beträchtliche Menge Thon enthält, oder endlich der letztere der vorherrschende Bestandtheil ist, nennt man die plastische Substanz: entweder Formsand, Masse oder Lehm. Nach dieser Verschiedenheit des Formmaterials zertfällt auch die Kunst des Formens in 3 Hauptclassen, nämlich in 1) Sand-, 2) Massen- und 3) Lehm-Förmerei. Zu jeder Art der Förmerei gehören Modelle oder Schablonen, vermittelt derer man in der plastischen Masse jene hohlen Räume darstellt, die zur Aufnahme des flüssigen Metalls dienen. Diese Modelle werden entweder aus Holz oder Metall angefertigt, und müssen nach allen Richtungen um ein Gewisses größer seyn, als das verlangte Gussstück werden soll, weil jedes Metall im geschmolzenen Zustande einen größeren Raum einnimmt, als nach dem Erstarren. Der Coefficient, welcher ausdrückt, um wieviel ein Metall in seinen linearen Dimensionen abnimmt, heißt das Schwindemaafs. Für Eisen beträgt dasselbe $\frac{1}{98} - \frac{1}{95}$, im Durchschnitt etwa $\frac{1}{96}$, für Messing $\frac{1}{65} - \frac{1}{60}$, für Glockenmetall etwa $\frac{1}{63}$, für Kanonenmetall $\frac{1}{139} - \frac{1}{130}$, für Zink $\frac{1}{62}$, für Blei $\frac{1}{92}$ und für Zinn $\frac{1}{147}$.

Die Sand-Förmerei ist zweierlei Art, nämlich entweder Heerd- oder Kasten-Förmerei. Bei der ersteren Art wird der Formsand auf dem Hüttenboden ausgebreitet und das Modell darin abgedrückt. Den auf diese Weise zu gießenden Gegenständen werden ihre Contouren natürlich nur auf der untern Fläche und an den vier Randseiten durch die Form vorgeschrieben, wogegen die obere Fläche nur durch das sich in's Niveau stellende, flüssige Metall bedingt wird. Es giebt jedoch auch eine Art von Heerd-Förmerei, die sogenannte verdeckte, bei welcher man die Form auch von oben, meist durch berufte Eisenplatten, begrenzt. Der Kastenförmerei bedient man sich beim Formen von Gegenständen, die keine plattenförmige Gestalt besitzen, sich also nicht für die Heerd-F. eignen. Die sogenannten Kästen, welche entweder von Holz oder Metall seyn können, sind an zwei Seiten offen, also eigentlich nur stehende Rahmen, die zuweilen wieder senkrecht getheilt sind. Je complicirter die Gestalt des zu gießenden Körpers ist, desto mehr solcher Rahmen müssen beim Formen über einander gesetzt werden. Zuletzt befindet sich das Modell, von festgestampftem Formsand umgeben, in der Mitte aller dieser Rahmen, die nun, ebenso successiv wie sie zusammengesetzt wurden, wieder auseinandergenommen werden müssen, um das Modell herauszuheben und den leeren (Gieß-) Raum zu bilden. Bei diesem Auseinandernehmen muss natürlich der zu jedem Rahmen gehörige Formsand in diesem haften bleiben und sich leicht von dem Formsande des angrenzenden Rahmens trennen. Man bewirkt dies dadurch, dass man vor dem jedesmaligen Aufsetzen eines neuen Rahmens die geebnete obere Schicht des zuletzt eingestampften Formsandes mit trockenem Sandpulver bestaubt, wodurch an dieser Stelle ein geringerer Zusammenhang der Theile hervorgebracht wird, welcher das Loslösen zweier an einander grenzenden Formsandschichten begünstigt.

Die Massen-Förmerei wird da angewandt, wo eine größere Festigkeit des Formmaterials erfordert wird, als der Formsand besitzt.

Die Manipulation des Formens ist ganz wie die bei der Sand-Förmerei. Zuletzt werden die Formen getrocknet und erhalten hierdurch einen größeren Grad von Festigkeit. Die Formkästen müssen stets aus Eisen bestehen.

Die Lehm-Förmerei wird hauptsächlich in Ausführung gebracht, wenn man die Anschaffung eines Modells ersparen will, was bei Anfertigung größerer Gussstücke, besonders wenn dieselben Unica sind, natürlich von Vortheil ist. Vorzugsweise hohle Cylinder, Schalen und Glocken werden auf diese Weise gegossen. Man mauert zuerst den sogenannten Kern von Mauersteinen auf, und überstreicht diesen mit einem Gemenge von Lehm und Pferdemit; auch Kuhhaare oder kleingehacktes Stroh werden statt des letzteren angewandt. Vermittelt einer Schablone erhält dieser Ueberzug eine Gestalt, wie es die innere Seite des Gussstückes erfordert. Der geglättete Lehmüberzug wird nun geascht, d. h. mit einem wässerigen Brei von Holzasche überstrichen. Darauf wird die sogenannte Metallstärke auf den fertigen Kern getragen. Man wickelt nämlich Strohseile um denselben, ebnet Alles mit Lehm aus und ascht dann abermals. Ueber der Metallstärke bringt man nun den Mantel an, nämlich ein Skelett von eisernen Stangen und Ringen, deren Zwischenräume ebenfalls mit Lehm von der vorgedachten Art ausgefüllt werden. Dieser Mantel wird, sobald er vollendet ist, wieder abgehoben, was leicht geschehen kann, da die dünne Schicht Aschenbrei, welche ihn von der Metallstärke trennt, leicht nachgiebt. Alsdann wird die Metallstärke, durch Abwickeln der Strohseile und Loslösen des daranhängenden Lehmes, hinweggenommen. Auch hier wird dies wieder durch die zweite, zwischen der Metallstärke und dem Kerne befindlichen Aschenschicht erleichtert. Sowohl Mantel als Kern werden nun scharf getrocknet und dann gebrannt. Setzt man alsdann den gebrannten Mantel über den gebrannten Kern, so bleibt zwischen beiden ein Raum, welcher den Contouren des zu gießenden Stückes entspricht. — Will man sich zur Form eines Gussstückes einer festen Substanz bedienen, so eignen sich hierzu besonders Eisen, Messing und verschiedene Steinarten, wie Granit, Serpentin, Marmor u. s. w. Letzteren wendet man jedoch nur bei sehr leichtflüssigen Metallen als Formmaterial an.

Th. S.

Formbenzoësäure s. Mandelsäure.

Formomethylal s. Formal.

Formosal (Kane) syn. Lignon (Gmelin) s. Holzessig.

Formyl, hypothetisches Radical der Ameisensäure, des Chloroforms etc. Formel: C_2H . Zeichen Fo. Atomgewicht: 162,5. Hypothetisches specifisches Gewicht seines Dampfes = 0,89928.

Das Formyl ist isomer mit dem von Edmund Davy entdeckten Kohlenwasserstoff, welcher durch Einwirkung auf die bei der Kaliumbereitung übergehende schwarze kohlige Masse entsteht (s. Kohlenwasserstoff). Beide besitzen ein gleiches specifisches Gewicht; es ist jedoch unbekannt, ob letzteres sich mit den elektronegativen Elementen direct vereinigt, und Formylverbindungen erzeugt. Die wichtigsten der bis jetzt bekannten Verbindungen des Formyls sind:

Formylsäure	HO . (C ₂ H)O ₃ = Ameisensäure.
Formylchlorid	(C ₂ H)Cl ₃
Formylbromid	(C ₂ H)Br ₃
Formyljodid	(C ₂ H)I ₃
Formylsulfid	(C ₂ H)S ₃
Formylbichlorojodid	(C ₂ H) $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cl}_2 \\ \text{I} \end{array} \right\}$
Formylbibromojodid	(C ₂ H) $\left\{ \begin{array}{l} \text{Br}_2 \\ \text{I} \end{array} \right\}$
Formyloxybichlorid	(C ₂ H) $\left\{ \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{Cl}_2 \end{array} \right\}$

Nach einer anderen Betrachtungsweise, welche sich auf die große Analogie der Formylverbindungen mit der Acetylreihe (s. Acetyl, Supplement) stützt, ist das Formyl gleich dem Acetyl ein gepaartes Radikal, worin 1 Aeq. Wasserstoff den Paarling von 2 Aeq. Kohlenstoff ausmacht. Wir drücken demgemäß die Zusammensetzung des Radikals und seiner Verbindungen durch folgende Formeln aus:

Formyl	H [^] C ₂
Formylsäure	HO . H [^] C ₂ , O ₃
Formylchlorid	H [^] C ₂ , Cl ₃
Formylbromid	H [^] C ₂ , Br ₃
Formyljodid	H [^] C ₂ , I ₃
Formylsulfid	H [^] C ₂ , S ₃
Formylbichlorojodid	H [^] C ₂ , $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cl}_2 \\ \text{I} \end{array} \right\}$
Formylbibromojodid	H [^] C ₂ , $\left\{ \begin{array}{l} \text{Br}_2 \\ \text{I} \end{array} \right\}$
Formyloxybichlorid	H [^] C ₂ , $\left\{ \begin{array}{l} \text{O} \\ \text{Cl}_2 \end{array} \right\}$

H. K.

Formylbibromojodid — Bromjodoform. Von Serullas entdeckt. Formel: H[^]C₂, $\left\{ \begin{array}{l} \text{Br}_2 \\ \text{I} \end{array} \right\}$. Nach Berzelius ist es eine Verbindung von 1 At. Formyljodid mit 2 At. Bromid: C₂HI₃ + 2 (C₂HBr₃).

2 Thle. Brom werden mit 1 Thl. Jodoform vermischt und nach erfolgter Einwirkung mit verdünnter Kalilauge übergossen, welche das überschüssige Brom auflöst und das gebildete Bromjod zersetzt. Das zu Boden sinkende Oel wird darauf durch Schütteln mit Schwefelsäure und Wasser und nachherige Rectification gereinigt. Es bildet im reinen Zustande ein bei 0° C. krystallinisch erstarrendes, in Wasser untersinkendes flüchtiges Oel, welches in Wasser unauflöslich ist, aber längere Zeit damit in Berührung sich unter Ausscheidung weißer Flocken zersetzt und gelbroth färbt. Es besitzt einen süßen stechenden Geschmack und starken ätherartigen Geruch. Mit wässriger Kalilauge giebt es Bromkalium und ein nicht untersuchtes Gas (Soubeiran).

H. K.

Formylbichlorojodid — Chlorojodoform. — $\text{H}^{\text{C}}\text{C}_2$, $\left\{ \begin{array}{l} \text{Cl}_2 \\ \text{I} \end{array} \right\}$, nach Berzelius $\text{C}_2\text{H}_3 + 2 (\text{C}_2\text{HCl}_3)$, entsteht durch Destillation von Jodoform mit Phosphorsuperchlorid oder mit Quecksilberchlorid. Die übergehende dunkelrothe Flüssigkeit wird wie die vorhergehende gereinigt. Es ist im reinen Zustande ein klares, meist gelblich gefärbtes ölartiges, in Wasser unlösliches Liquidum von 1,96 specif. Gewicht. Es besitzt einen dem Chloroform ähnlichen Geruch und Geschmack und wird von wässeriger Kalilauge in Chlor- und Jodkalium und ameisensaures Kali zersetzt. H. K.

Formylbromid, — Bromoform; Formylsuperbromid (Berzelius), *Perbromure de Formyle*, — von Löwig entdeckt, von Dumas genauer studirt.

Formel: $\text{H}^{\text{C}}\text{C}_2, \text{Br}_3$.

Es entsteht durch Einwirkung von Brom oder unterbromigsaurem Kalk auf Alkohol und Holzgeist. Kalkmilch wird mit Brom gesättigt, darauf mit Alkohol vermischt, und nach 24stündiger Einwirkung aus einem geräumigen Gefäße destillirt. Das Formylbromid geht dabei als ein schweres in der Vorlage zu Boden sinkendes Oel über, welches durch Schütteln mit Wasser und Schwefelsäure gereinigt, darauf rectificirt und über Chlorcalcium getrocknet wird. Man erhält es auf gleiche Weise, wenn man in eine Lösung von 1 Thl. Kalihydrat in 1 Thl. Holzgeist unter beständiger Abkühlung so lange Brom einträgt, bis die Flüssigkeit anfängt sich zu färben, und darauf destillirt. Bromal mit Kalilauge destillirt, zersetzt sich in ameisensaures Kali und Bromoform. Nach Cahours¹⁾ wird es gleichfalls durch Behandlung von wässeriger Citronensäure und Apfelsäure mit Brom gewonnen.

Das Formylchlorid ist ein klares schweres Oel von 2,10 specif. Gewicht, es besitzt einen dem Chloroform sehr ähnlichen süßen angenehmen Geruch und Geschmack, ist in Wasser schwer, in Alkohol, Aether und den ätherischen Oelen leicht löslich, und weniger flüchtig als das Chloroform. Es löst Jod in großer Menge auf, und färbt sich damit purpurroth. In der Flamme einer Spirituslampe verbrennt es schwierig mit rufsender Flamme. Durch eine glühende Glasröhre getrieben, zerfällt es in Brom und Kohle. Beim anhaltenden Kochen mit Kalilauge, besonders mit einer alkoholischen Lösung desselben wird es in Bromkalium und ameisensaures Kali zerlegt. H. K.

Formylchlorid I. — Mit diesem Namen bezeichnet Berzelius das ölartige flüchtige Liquidum, welches bei der Destillation einer alkoholischen Lösung der von ihm Acetylsuperchlorid (s. d. Supplement) genannten Verbindung mit Kali übergeht. S. Oel des ölbildenden Gases unter Kohlenwasserstoffe. Eine Verbindung von gleicher atomistischer Zusammensetzung ist von Laurent durch Einwirkung von Chlor auf essigsaures Methyloxyd hervorgebracht. Ob sie der Formylreihe wirklich angehören, ist sehr zweifelhaft. H. K.

Formylchlorid II. — Chloroform; Formylsuperchlorid (Berz.), Chlorätherid (Mitscherlich), *Perchlorure de*

¹⁾ Comptes rendus, T. XXI. p. 814.

Formyle, Ether hydrochlorique de méthylène bichloruré (Regnault).
— Gleichzeitig von Soubeiran und J. L. entdeckt, später von Dumas untersucht.

Formel: HC_2Cl_3 .

Zusammensetzung:

2 Aeq. Kohlenstoff . . .	150,0	. . .	19,0
1 » Wasserstoff . . .	12,5	. . .	0,8
3 » Chlor . . .	1330,0	. . .	89,2
	1492,5	. . .	100,0

Es wird auf ähnliche Weise wie die Bromverbindung aus Alkohol und Holzgeist gewonnen. Nach J. L. ist das zweckmäßigste Verfahren folgendes¹⁾: 1 Thl. Kalkhydrat wird in 2 Thln. Wasser zertheilt, darauf Chlor hineingeleitet, bis Alles gelöst ist, und nachher Kalkmilch hinzugesetzt, bis die Flüssigkeit stark alkalisch reagirt. Sie wird darauf nach Zusatz von 1 Thl. Weingeist der Destillation unterworfen. Das überdestillirende Oel lässt sich wie das Bromoform durch Schütteln mit Schwefelsäure und Wasser reinigen und über Chlorcalcium trocknen. Die reine Verbindung darf Schwefelsäure nicht mehr färben.

Das Formylchlorid entsteht gleichfalls durch Einwirkung von Chlorkalk auf Holzgeist und Aceton, ferner durch Behandlung des Chlorals und der Chloressigsäure mit Kalilauge, wobei ersteres in Chloroform und Ameisensäure, letztere in Chloroform und Kohlensäure zerfällt. Eine andere sehr ergiebige Darstellungsmethode soll nach Bonnet²⁾ darin bestehen, dass man gleiche Theile trockenen essigsauren Kalk und Chlorkalk destillirt, das Destillat mit Wasser vermischt, und das zu Boden sinkende schwere Oel auf die angegebene Weise behandelt.

Nach Böttcher soll man die größte Ausbeute erhalten, wenn gleiche Theile krystallisirtes essigsaures Natron und Chlorkalk innig gemengt in einer Retorte mit gut abgekühlter Vorlage über starkem Kohlenfeuer destillirt werden, bis kein Tropfen Flüssigkeit mehr übergeht. Das Destillat enthält nur wenig Chloroform, aber eine große Menge Aceton, welches sich beim Vermischen mit Wasser auf der Oberfläche desselben abscheidet, während jenes zu Boden sinkt. Das Aceton wird abgehoben und darauf in einer Glasretorte von Neuem mit so viel Chlorkalk gemengt, dass daraus eine dicke breiartige Masse entsteht, wobei sich das Gemisch nicht unbedeutend erhitzt. Der abermaligen Destillation unterworfen erhält man jetzt nebst unzersetztem Aceton eine reichliche Menge Chloroform, welche durch Schütteln mit Wasser geschieden werden. Dieselbe Operation wird mit der oben aufschwimmenden Flüssigkeit noch ein- oder zweimal wiederholt, bis sich zuletzt kein Chloroform mehr bildet. Böttcher giebt an, auf diese Weise von 1 Pfund krystallisirtem essigsauren Natron 4 Unzen Chloroform erhalten zu haben, welches zu seiner Reinigung nur noch einer Destillation über gepulvertem Aetzkalk bedarf.

Endlich tritt es unter den Zersetzungsproducten des Methylchloro-

¹⁾ Annalen der Chemie, Bd. LXXV. S. 125.

²⁾ Journ. f. pract. Chemie. Bd. X. S. 207.

ridgases auf, wenn man letzteres mit Chlor im Sonnenlichte zusammenbringt.

Das Formylchlorid ist ein farbloses, in Wasser unlösliches, darin zu Boden sinkendes Liquidum von angenehmen süßlichen Geruch und Geschmack. Es hat ein specif. Gewicht von 1,480 bei 19° C., siedet bei 61° und brennt in der Weingeistflamme unter Bildung von Salzsäure-Dämpfen mit grüner rufsender Flamme. Das specif. Gewicht seines Gases ist = 4,192 (Dumas). Es lässt sich mit Alkohol und Aether vermischen, ist unlöslich in Schwefelsäure und sinkt darin zu Boden, aber längere Zeit damit in Berührung wird es zersetzt, unter Entwicklung von salzsauren Dämpfen (Dumas).

Das Chloroform besitzt gleich dem Aether im hohen Grade die merkwürdige Eigenschaft, in geringer Menge eingeathmet, für eine gewisse Zeitdauer Bewusstlosigkeit und Gefühllosigkeit hervorzubringen und wird deshalb bei chirurgischen Operationen als schmerz tödtendes Mittel mit dem größten Erfolg angewandt. Nach Simpson, welcher zuerst diese Beobachtung machte, bewirken 100 Tropfen davon, auf ein Taschentuch gegossen und vor den Mund eines kräftigen erwachsenen Menschen gebracht, so dass er mit der Luft die Dämpfe dieses flüchtigen Körpers einathmen muss, in $\frac{1}{2}$ bis 1 Minute den tiefsten Schlaf und Gefühllosigkeit in dem Grade, dass die schmerzhaftesten Operationen an seinem Körper vorgenommen werden können, ohne dass er davon die geringste Empfindung hat, noch beim Erwachen sich dessen erinnert. Zahlreiche andere Beobachtungen an verschiedenen Orten haben diese Entdeckung zur Genüge constatirt.

Eine alkoholische Lösung des Formylchlorids wird von salpetersaurem Silberoxyd selbst bei wochenlanger Berührung nicht zersetzt; auch eine wässrige Kalilauge wirkt langsam darauf ein. Von Kalihydrat, in Alkohol gelöst, wird es beim Kochen in Chlorkalium und arsenensaures Kali zerlegt. Mit Chlorgas dem Sonnenlichte ausgesetzt verwandelt es sich in Kohlenperchlorid: CCl_4 und Salzsäure. Wenn man seine Dämpfe über mäsig glühenden Aetzkalk leitet, so erhält man unter Abscheidung von Kohle, Chlorcalcium und kohlen-sauren Kalk. Durch ein mit Glasstückchen gefüllte glühende Glasröhre getrieben, zerfällt es in Salzsäure und Kohlensesquichlorid: C_2Cl_3 , oder, wenn die Temperatur hoch genug ist, in dessen Zersetzungsproducte, nämlich in Chlor und die niederen Chlorkohlenstoffe: CCl und C_2Cl , wobei sich gleichzeitig mehr oder weniger Kohle ausscheidet. H. K.

Formylchloriddithionsäure (Berzelius) $\text{HO} \cdot (\text{C}_2\text{H}(\text{Cl}_2)\text{S}_2, \text{O}_5$ s. Dichlormethyldithionsäure unter Methyl-dithionsäuren.

Formylcyanid — Cyanoforn — soll nach Bonnet¹⁾ durch Destillation von essigsaurem Kalk mit Berliner Blau oder Cyanquecksilber erhalten werden. Farblose flüchtige, in Wasser, Alkohol und Aether lösliche, nach Blausäure und Tabacksdampf riechende Flüssigkeit; ist für sich an der Luft nicht entzündlich. Sie ist weder analysirt, noch überhaupt weiter untersucht. H. K.

¹⁾ Journ. f. pract. Chemie. Bd. X. S. 207.

Formyljodid—Jodoform, Formylsuperjodid (Berz.), Jodätherid (Mitscherlich), *Perjodure de Formule*, *Kohlenhydräthod.* — Von Serullas entdeckt, wurde lange Zeit für Jodkohlenstoff gehalten, bis Dumas seine wahre Zusammensetzung erforschte.

Formel: $\text{H}^{\text{C}}_2, \text{I}_3$.

Das Formyljodid entsteht aus dem Alkohol und Holzgeist durch Einwirkung von Jod bei Gegenwart von einem Alkali. Man fügt zu einer gesättigten Auflösung des Jods in Alkohol unter beständigem Schütteln so lange tropfenweise Kalilauge, bis die Flüssigkeit sich entfärbt hat. Auf Zusatz von Wasser fällt dann das Jodoform als gelbes Pulver nieder, welches in Wasser gewaschen und durch Umkrystallisiren aus Alkohol oder Aether gereinigt wird. Hierbei bilden sich außerdem Jodkalium und Ameisensaures Kali, zuweilen auch Essigäther.

Nach Mohr ¹⁾ löst man 5 Thle. kohlen-saures Kali und 6 Thle. Jod in 12 Thln. Wasser auf und erwärmt das Gemenge so lange mit 6 Thln. Weingeist, bis sich die Flüssigkeit entfärbt. Beim Erkalten krystallisirt das Formyljodid fast vollständig heraus. Das kohlen-saure Kali ist dem Aetzkali vorzuziehen, weil durch letzteres immer ein Theil des gebildeten Products in Jodkalium und Ameisensäure zersetzt wird. Auf gleiche Weise erhält man Jodoform aus Holzgeist (Lefort).

Da man nach dem einen wie nach dem anderen Verfahren im günstigsten Falle von 100 Thln. Jod (8 At.) nur 38 Thle. (1 At.) Jodoform erhalten kann, indem der übrige Theil des Jods Jodkalium bildet, so hat Filhol ²⁾ vorgeschlagen, dieses Salz nachher durch Chlor zu zersetzen, um so dessen Jodgehalt gleichfalls zur Bildung jenes Körpers zu verwenden. Er hat dabei folgendes Verfahren beobachtet, welches ihm gegen 50 Proc. Jodoform vom Gewicht des angewandten Jods lieferte: 2 Thle. krystallisirtes kohlen-saures Natron werden in 10 Thln. Wasser und 1 Thl. Alkohol gelöst, die Flüssigkeit bis auf 60° bis 80° C. erwärmt und darauf 1 Thl. Jod in kleinen Portionen nach und nach hinzugefügt. Nachdem man das Jodoform, welches sich gegen Ende der Operation abscheidet, durch Filtration getrennt hat, wird die abfiltrirte Flüssigkeit wieder auf die obige Temperatur gebracht, und mit einer der ersteren gleichen Menge kohlen-sauren Natrons und Alkohols versetzt. Leitet man darauf unter beständigem Schütteln einen raschen Strom Chlorgas hindurch, bis der größte Theil des Jodkaliums zerstört ist, d. h. bis die vom ausgeschiedenen Jod ertheilte Farbe der Flüssigkeit an Intensität nicht mehr zunimmt, so scheidet sich, nachdem sie wiederum farblos geworden und erkaltet ist, eine neue beträchtliche Quantität des Jodoforms aus.

Nach Millon ³⁾ geben noch viele andere Körper Jodoform, z. B. Zucker, Milchzucker, Gummi u. a. m., wenn man sie mit einer Auflösung von Jod und zweifach kohlen-saurem Kali in Wasser behandelt, ferner die Auflösungen von Albumin, Fibrin, überhaupt die sogenannten Proteinkörper in Kali nach Zusatz von Jod.

¹⁾ Annal. der Chemie. Bd. XIX. S. 12.

²⁾ Journ. de Pharm. et de Chim. T. VII. p. 267.

³⁾ Journ. f. pract. Chem. Bd. XXXVII. S. 53.

Das Formyljodid ist ein citronengelbes, in Wasser fast unlösliches, in Alkohol und Aether lösliches Pulver von süßlichem aromatischen Geschmack und starkem, dem Safran ähnlichem Geruch. Aus Alkohol oder Aether krystallisirt, bildet es durchscheinende, leicht zerreibliche sechsseitige Blättchen. Specif. Gewicht = 2,00. Bei 115° fängt es an zu schmelzen, und verflüchtigt sich dabei zum Theil unverändert, zum Theil wird es zersetzt in Jod, Jodwasserstoff und Kohle, welche als glänzende Masse zurückbleibt. Auch mit kochendem Wasser verdampft es rasch und unverändert.

Das Jodoform wird von Chlor in Salzsäure, Chlorjod und eine weiße, in Alkohol und Aether lösliche, in Wasser unlösliche, nicht näher untersuchte Materie zerlegt, welche sich beim Erwärmen unter Ausscheidung von Kohle zersetzt. Bei Gegenwart von Wasser erzeugt sich statt dieser Chlorkohlenoxydgas (Serullas). Mit einer alkoholischen Kalilauge gekocht wird es in Jodkalium und Ameisensaures Kali verwandelt. Eine wässrige Lösung wirkt ebenso, aber langsamer. Durch Einwirkung von Brom auf Formyljodid entsteht das Formylbromojodid (s. d.).

H. K.

Formyloxybichlorid — Oxychlorformyl (Löwig), Formylacibichlorid (Berzelius), *Ether methylique bichloruré* (Regnault). Von Regnault¹⁾ entdeckt.

Formel: $\text{H}^{\text{O}}\text{C}_2\text{Cl}_2$, nach Berzelius $\text{FoO}_3 + 2 \text{FoCl}_3$.

Zusammensetzung (Regnault):

		berechnet	gefunden
2 Aeq. Kohlenstoff .	150,24	13,08	13,07
1 » Wasserstoff .	12,48	1,08	1,12
1 » Sauerstoff .	100,00	77,14	76,92
2 » Chlor . . .	886,60	8,70	8,98
	1149,32	100,00	100,00

dem Volumen nach. specif. Gew.

1 Vol. Kohlendampf . . .	0,7305
1 Vol. Wasserstoff . . .	0,0691
1/2 Vol. Sauerstoff . . .	0,5520
2 Vol. Chlor	4,9000

1 Vol. Formyloxybichlorid 6,3524

Wenn Chlor und Methyloxydgas an einem hellen Orte, ohne dass sie vom directen Sonnenlichte getroffen werden, auf einander einwirken, so entsteht zunächst die Verbindung $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2\text{O}$ (*Ether methylique chloruré* (s. Methyloxyd, Zersetzungsproducte durch Chlor), welche sich unter Salzsäurebildung als ein flüchtiges ölartiges Liquidum abscheidet. Durch fortgesetzte Behandlung desselben im zerstreuten Lichte mit Chlor wird ein zweites Aeq. Wasserstoff durch Chlor vertreten, und die obige Verbindung erzeugt.

Das Formyloxybichlorid mit Wasser gewaschen und über Queck-

¹⁾ Annales de Chimie et de Phys. T. LXXI. p. 396. Annalen der Chemie, Bd. XXXIV. S. 29.

silber destillirt, um es vom aufgelösten Chlorgas zu befreien, bildet ein ölartiges Liquidum von erstickendem Geruch, welches bei ungefähr 130° C. siedet. Specif. Gewicht bei 20° C. = 1,606. Seine Dampfdichte ist 6,367. Durch fortgesetzte Behandlung mit Chlor verwandelt es sich in C_2Cl_3O , *Ether methylique perchloruré* (Regnault). S. Methyloxyd, Zersetzungsproducte durch Chlor. Ob es, wie nicht zu bezweifeln, sich mit Kali in Ameisensäure und Salzsäure zerlegt, ist nicht angegeben. H. K.

Formyloxydschwefelsäure (Berzelius) s. Essigschwefelsäure Bd. II. S. 1043.

Formyloxydschwefelweinsäure (Aetheressigschwefelsäure (Melsens) s. Essigschwefelsaures Silberoxyd-Aethyloxyd B. II. S. 1045.

Formylsäuren. Von den Sauerstoffverbindungen des Formyls ist nur die Formylsäure (s. Ameisensäure, Bd. I. S. 296 und Supplement) bekannt. Eine sauerstoffärmere Säure (Formylige Säure?) soll nach Löwig¹⁾ durch Einwirkung von Natrium auf Ameisenäther gebildet werden; ihre Zusammensetzung ist jedoch nicht genau ermittelt.

Die Unterformylige Säure: $H^{\cdot}C_2$, O scheint einen Bestandtheil des Methylals (s. d.) auszumachen. Sie hat daraus bis jetzt nicht abgechieden werden können. H. K.

Formylsulfid — Sulfoform. — Von Bouchardat beschrieben. Formel: $H^{\cdot}C_2, S_3$. Beim Erhitzen von Jodoform mit der dreifachen Menge Zinnober geht es mit Jodquecksilber gemengt über. Gelbliches, in Alkohol und Aether lösliches, in Wasser unlösliches, darin untersinkendes Oel, von sehr süßem gewürzhaften Geschmack und hepatischem Geruch. Kalihydrat zersetzt es in Schwefelkalium und Ameisensäure. H. K.

Formylsuperbromid, -chlorid, -jodid s. Formylbromid, -chlorid, -jodid.

Formylsuperchlorür. Unter den Zersetzungsproducten des Oels des ölbildenden Gases durch Einwirkung von Chlor entsteht nach Laurent in Folge successiver Entziehung und Substitution des Wasserstoffs durch Chlor eine ölartige Verbindung, welche ihrer atomistischen Zusammensetzung nach als das Bichlorid des Formyls (= C_2H, Cl_2) betrachtet werden kann. Berzelius, welcher die höchste Chlorstufe des Formyls mit Formylsuperchlorid bezeichnet, nennt sie daher Formylsuperchlorür. S. Oel des ölbildenden Gases unter Kohlenwasserstoffe. H. K.

Forsterit ist ein bisher noch sehr unvollständig untersuchtes Mineral, welches, nach Children's Angabe, hauptsächlich aus Talkerde-Silicat bestehen soll. Es krystallisirt nach dem rhombischen (1- und laxi-

¹⁾ Chemie der organischen Verbindungen. 2te Aufl. Bd. II, S. 42.