

Ueber
den Begriff des Wortes
S a l z,

und über die chemischen Verhältnisse der Salze,
oder der Verbindungen zweiter und höherer
Ordnung im Allgemeinen.

Wir haben in dem Bisherigen von den allgemeinen chemischen Verhältnissen der Verbindungen erster Ordnung, d. h. von den Verbindungen je zweier Elemente, wie sie durch die blosse Affinität hervorgebracht werden, so wie von den Verbindungen von je drei oder vier Elementen, wie sie die Affinität unter Mitwirkung der Lebenskraft so häufig erzeugt, gesprochen, und der Verbindungen zweiter und höherer Ordnung nur im Vorbeigehen Erwähnung gethan. Es wurde bemerkt, dass entschiedene Säuren und Salzbasen vorzugsweise geneigt sind, Verbindungen mit einander einzugehen, und dass diese Verbindungen, die mithin Verbindungen zweiter Ordnung sind, *Salze* genannt werden. Es wurde ferner angeführt, dass der Begriff von Säure und von Salzbasis nicht ein absoluter, sondern ein correlativer ist, dass ein und derselbe Körper bald als Säure, bald als Salzbasis in Verbindungen mit andern Körpern auftreten kann, und dass in einer solchen salzartigen Verbindung zweiter Ordnung, diejenige Verbindung erster Ordnung als Säure zu betrachten ist, welche in Beziehung auf die andere Verbindung erster Ordnung elektronegativer ist. Dieses führt nun unmittelbar zu einer weiteren Ausdehnung des Begriffes von Salz; denn man wird demnach eine jede Verbindung zweiter Ordnung ein Salz nennen können, wenn auch der elek-

tronegative Bestandtheil derselben nicht die Charaktere einer eigentlichen Säure, und der elektropositive Bestandtheil nicht die Charaktere einer eigentlichen Salzbasis besitzen sollte. Somit erscheint das Wort *Salz* als eine ganz überflüssige Benennung, und es könnte auch füglich aus der chemischen Nomenclatur ganz verbannt werden, sofern es nur zu Missverständnissen und Verwirrungen Anlass gegeben hat. Um diese zu beseitigen, wollen wir die verschiedenen Bedeutungen, die man diesem Worte zu verschiedenen Zeiten beigelegt hat, ausführlicher auseinandersetzen.

Den Namen *Salz*, welcher ursprünglich blos dem Kochsalz gegeben wurde, gab man später allen möglichen, in fester, zumal krystallinischer Form darstellbaren Körpern von der verschiedensten Natur, wenn sie nur, wie das Kochsalz, mit Geschmack begabt waren und sich im Wasser auflösten; daher wurden die Alkalien *Laugensalze*, die Weinsteinsäure *wesentliches Weinsteinsalz*, die Borsäure *Sedativsalz* genannt u. s. f. Selbst mehreren, weder sauren noch basischen, vegetabilischen oder thierischen Substanzen, wie z. B. dem Zucker gab man den Namen *Salz*. Man setzte dabei die höchst willkührliche Bestimmung fest, dass ein Körper, nach Einigen in 200, nach Andern in wenigstens 500 Theilen Wasser sich lösen müsse, wenn er ein *Salz* genannt werden soll. Diesem nach wurde z. B. der in Wasser unlösliche schwefelsaure Baryt kein *Salz* genannt, während es bei dem schwefelsauren Kalk, der in ungefähr 400 Theilen Wasser sich löst, zweifelhaft blieb, ob er diesen Namen erhalten solle.

Später gieng man bei der Bestimmung des Begriffs von *Salz* von einer wissenschaftlicheren Ansicht aus; man nannte alle Körper *Salze*, von welchen man glaubte, dass sie in ihrer Zusammensetzung dem Kochsalz analog seyen. Da man wusste, dass das Kochsalz durch Zersetzung z. B. mittelst Schwefelsäure, Salzsäure und schwefelsaures Natron

gibt, und da man die Salzsäure, ihrer Analogie mit verschiedenen Sauerstoffsäuren wegen, für eine Verbindung eines unbekanntes Radicals mit Sauerstoff hielt, so nannte man alle Verbindungen von Basen mit Säuren — und man glaubte damals, dass es keine andere als *Sauerstoff-Säuren* gebe — Salze.

Noch später fand man nun aber, dass die Salzsäure keine Sauerstoffsäure, sondern eine Wasserstoffsäure ist, dass es noch andere, der Salzsäure analog zusammengesetzte Säuren gibt, dass ferner alle früher sogenannte wasserfreie salzsaure Salze, namentlich auch das Kochsalz, keinen Sauerstoff enthalten, sondern Chlormetalle sind; und so sah man sich denn in eine nicht geringe Verlegenheit versetzt, indem man bei der Bestimmung: was Salz zu nennen sey, theils auf die Zusammensetzung, theils auf die Eigenschaften Rücksicht nehmen zu müssen glaubte, diese beiderlei Rücksichten aber zum Theil in directen Widerspruch mit einander geriethen. Auf der einen Seite nemlich wollte man von der Bestimmung nicht abgehen, dass nur Verbindungen von Säuren mit Salzbasen den Namen Salz führen sollen, auf der andern schien es doch gar zu auffallend, dass dem Kochsalz (Chlornatrium) und andern analogen Zusammensetzungen, deren Eigenschaften mit den Eigenschaften der aus Säuren und Basen bestehenden Verbindungen eine so grosse Uebereinstimmung zeigen, die Benennung *Salz* verweigert werden sollte.

Berzelius hat folgende Begriffsbestimmung von Salz aufgestellt: Er nennt Salze

1) Die Verbindungen der elektropositiven Metalloxyde (Salzbasen) mit elektronegativen Oxyden sowohl der Metalle als der nichtmetallischen Elemente, z. B. chromsaures Kali, schwefelsaures Kali. Solche Verbindungen, welche man von jeher als Salze betrachtet hat, heissen *Sauerstoffsalze*. Hierher gehören auch die Verbindungen organischer

Säuren und organischer Salzbasen, so wie des Ammoniaks, mit Salzbasen und Sauerstoffsäuren.

2) Die Verbindungen des Chlors, Broms, Jods, Fluors, Cyans u. s. f., welche Körper von ihm *Salzbilder* genannt werden, mit einem Metall, z. B. Chlornatrium, Cyankalium: *einfache Haloidsalze*; ferner die Verbindungen einfacher Haloidsalze mit einander, oder mit Verbindungen nicht metallischer Körper mit Salzbildern — Cyaneisenkalium, Borfluorkalium — *doppelte Haloidsalze*.

3) Verbindungen elektropositiver Schwefelmetalle, Selenmetalle, Tellurmetalle mit elektronegativen Schwefelmetallen, Selenmetallen, Tellurmetallen, oder mit den Verbindungen des Schwefels, Selens, Tellurs mit nicht metallischen Körpern: *Schwefelsalze, Selensalze, Tellursalze* *). — Diese zuletzt genannte Art von Verbindungen ist zuerst von Berzelius unter den Salzen aufgestellt worden. Der Schwefel, das Selen, das Tellur spielen in denselben die Rolle des Sauerstoffs in den Sauerstoffsalzen, und auch bei der Benennung dieser Salze wird hierauf Rücksicht genommen. So sagt man z. B. arsenik *schwefliges* Schwefelkalium, arsenicht *schwefliges* Schwefelkalium, wie man sagt: arsenik*saures* Kali, arsenicht*saures* Kali; kohlen*schwefliges* Schwefelkalium (Verbindung von Schwefelkohlenstoff mit Schwefelkalium), wie man sagt: kohlen*saures* Kali. Man ist übrigens über eine deutsche Nomenclatur solcher Verbindungen noch nicht übereingekommen und in der neuesten Ausgabe des Lehrbuchs der Chemie von Berzelius ist die lateinische Nomenclatur zu Grunde gelegt. In dieser bezeichnet man durch das Wort *Sul-*

*) Elektropositive Schwefel-, Selen-, Tellur-Verbindungen werden solche genannt, deren Radicale mit Sauerstoff vorzugsweise Basen bilden, elektronegative Schwefel-, Selen-, Tellur-Verbindungen dagegen solche, deren Radicale mit Sauerstoff vorzugsweise Säuren bilden; an diese letzteren schliessen sich die Verbindungen des Schwefels mit nicht metallischen Elementen wie Wasserstoff, Kohlenstoff, also Schwefelwasserstoff, Schwefelkohlenstoff an.

phidum (Sulfid), *Selenidum*, *Telluridum* eine elektronegative, und durch das Wort *Sulphuretum* (Sulfuret), *Selenietum*, *Telluretum* eine elektropositive Schwefel-, Selen-, Tellurverbindung. Und so wie man die Sauerstoffsalze der Kohlensäure, Schwefelsäure, Arseniksäure, mit Zugrundlegung der lateinischen Nomenclatur, *Oxycarbonate*, *Oxysulfate*, *Oxarseniate* nennen würde, so nennt man die Verbindungen des Schwefelkohlenstoffs, Schwefelwasserstoffs, des der Arseniksäure proportionalen Schwefelarseniks (welche Körper sämmtlich zu den Sulfiden gehören) mit Sulfureten, d. h. mit elektropositiven Schwefelmetallen (Schwefelbasen), *Sulfocarbonate*, *Sulfhydrate*, *Sulfarseniate*. So ist z. B. Kalium - Sulfhydrat = wasserstoffschwefliges Schwefelkalium, d. h. eine Verbindung von 1 At. Schwefelwasserstoff mit 1 At. Einfach - Schwefelkalium, $\overset{1}{\text{K}}\overset{1}{\text{H}}$; Kalium-Sulfocarbonat = kohlenchwefliges Schwefelkalium, d. h. eine Verbindung von 1 At. Schwefelkohlenstoff mit 1 At. Einfach - Schwefelkalium, $\overset{1}{\text{K}}\overset{11}{\text{C}}$, weil 1 At. Schwefelkohlenstoff aus 1 At. Kohlenstoff und 2 At. Schwefel besteht; Kaliumsulfarsenit = arsenichschwefliges Schwefelkalium, d. h. eine Verbindung des der arsenigen Säure proportionalen Schwefelarseniks (Operment) mit Einfach - Schwefelkalium; Kalium - Sulfarseniat = arsenichschwefliges Schwefelkalium, d. h. eine Verbindung des der Arseniksäure proportionalen Schwefelarseniks mit Einfach - Schwefelkalium u. s. f.

Die Klasse der Salze zerfällt daher nach Berzelius zunächst in zwei Hauptabtheilungen:

1) Salze, die unmittelbar aus einem Salzbilder und einem Metall zusammengesetzt sind: — *Haloidsalze*;

2) Salze, welche aus der Verbindung eines Oxyds, eines Sulfurets, eines Seleniets oder Tellurets, mit einer Sauerstoffsäure, einem Sulfid, Selenid oder Tellurid entstehen: — *Amphidsalze*. Diese letztere Abtheilung enthält daher die Sauerstoffsalze, die Schwefelsalze, die Selensalze und die Tellursalze.

Bei dieser Begriffsbestimmung von Salz ist mithin auf die Zusammensetzung keine Rücksicht genommen und das Kochsalz z. B., welches eine Verbindung erster Ordnung ist, wird ebenso ein Salz genannt wie Salpeter, der eine Ver-

bindung zweiter Ordnung ist. Vielmehr will Berzelius solche Verbindungen Salze genannt wissen, in welchen die Bestandtheile in der gleichen Art von Neutralität enthalten sind, so wie man auch mit dem Begriff von Säure und von Basis nichts verknüpft, was die Zusammensetzung betrifft, sondern nur, was sich auf die Eigenschaften bezieht. Berzelius nimmt dabei an,

1) dass Schwefel, Selen, Tellur mit dem Sauerstoff in Eine Gruppe gehören, da diese Körper mit andern Körpern Verbindungen eingehen, welche, sofern sie sich unter einander zu salzartigen Zusammensetzungen vereinigen, theils die Rolle von Säuren (Schwefelarsenik), theils die Rolle von Salzbasen (Schwefelkalium) spielen;

2) dass Chlor, Brom, Jod, Fluor, Cyan u. s. f., welche mit Metallen unmittelbar salzartige Verbindungen bilden, gleichfalls zu Einer Gruppe gehören, und dass

3) Phosphor, Arsenik, Kohlenstoff, Bor u. s. f., welche mit Sauerstoff blos Säuren bilden, wiederum in Eine Abtheilung gebracht werden müssen.

Gegen diese Ansicht sind von Mehreren, namentlich von B o n s d o r f f und B o u l l a y Einwendungen gemacht worden. B o n s d o r f f, welcher gefunden hatte, dass eine Auflösung von Quecksilberchlorid (Sublimat) in Wasser sauer reagire, dass auf Zusatz von Chlorkalium so wie von den Chlorüren aller anderen elektropositiven Metalle diese saure Reaction verschwinde und krystallisirte Verbindungen von Chlorquecksilber mit diesen andern Chlormetallen erhalten werden, glaubte in diesen Verbindungen das Quecksilberchlorid als die Säure, das andere Chlormetall als die Basis betrachten zu müssen und nannte desswegen das Quecksilberchlorid *Chlorquecksilbersäure*, acide chloro-hydrargyrique. Aehnliche Verbindungen hat er von Einfach-Chlorplatin und von Chlorpalladium mit anderen elektropositiven Chlormetallen hervorgebracht, und schon lange vorher

waren die Verbindungen von Chlorplatin sowohl als von Chlorgold mit Chlorkalium und Chlornatrium bekannt. — Ebenso hat Boullay gezeigt, dass die Jodwasserstoffsäure sich mit Jodmetallen verbindet, gerade wie der Schwefelwasserstoff mit Schwefelmetallen; dass Jodmetalle sich mit andern Jodmetallen verbinden; in diesen Verbindungen betrachtet er daher das eine Jodmetall als die Säure, das andere als die Basis.

Da somit die Chlor-, Jod-Metalle u. s. f. sich mit andern Chlor- und Jod-Metallen auf dieselbe Weise verbinden, wie Schwefelmetalle mit Schwefelmetallen, da sich die Jodwasserstoffsäure mit Jodmetallen, die Fluorwasserstoffsäure mit Fluormetallen verbindet, gerade wie der Schwefelwasserstoff mit Schwefelmetallen, so ist man in Beziehung auf die Bildung von Verbindungen zweiter Ordnung, (oder von Salzen, wenn man solche Verbindungen Salze nennen will) nicht berechtigt, gerade den Schwefel mit dem Sauerstoff in Eine Gruppe zu stellen und diese scharf von der Gruppe zu sondern, in welche man Chlor, Brom, Jod, Fluor, Cyan stellt. Eine solche Trennung müsste auch in anderer Beziehung sehr unnatürlich erscheinen, sofern z. B. das Chlor in mehr als einer Hinsicht weit mehr Analogie mit dem Sauerstoff zeigt, als der Schwefel. Will man aber bei der Bestimmung des Begriffs von Salz blos auf die *Eigenschaften* Rücksicht nehmen, so sieht man wieder nicht ein, warum nicht, wenn Chlorkalium, Cyankalium u. s. f. Salze genannt werden, auch das Schwefelkalium diesen Namen erhalten solle. Cyankalium reagirt auch bei grossem Ueberschuss von Blausäure immer alkalisch, gerade wie Schwefelkalium, und es gibt überhaupt keine ganz bestimmte Kriterien, an welchen sich der gleiche oder verschiedene Zustand der Neutralität der Verbindungen erkennen liesse. Es ist wahr, wenn Chlor mit Kalium sich verbindet, so entsteht eine weit mehr neutrale Verbindung als wenn Sau-

erstoff mit Kalium zu Kali sich verbindet; das Chlorkalium genügt sich selbst, wenn man so sagen darf, viel mehr, als das Kali sich genügt, d. h. das Chlorkalium hat im Allgemeinen wenig Neigung, neue Verbindungen einzugehen, während das Kali noch die grösste Begierde, weitere Verbindungen einzugehen, zeigt, und erst nachdem es diese gestellt, nachdem es mit Säuren Verbindungen zweiter Ordnung gebildet hat, Eigenschaften erhält, die denen des Chlorkaliums, dieser Verbindung erster Ordnung, auffallend ähnlich sind.

Die Reactionen des Chlorkaliums, des Kalis u. s. f. gehen sich erst bei der Berührung dieser Körper mit Wasser kund; und wenn ein solcher Körper im Wasser unlöslich ist, so zeigt er auch keine Reactionen. Nimmt man an, dass die Chlormetalle u. s. f. sich als wasserstoffsäure Salze im Wasser lösen, so sieht man leicht ein, warum ein solches Chlormetall neutral erscheint, sofern nemlich durch Wasserzersetzung eine kräftige Säure sich erzeugt, welche die basischen Eigenschaften des Metalloxyds zu neutralisieren vermag; man sieht ferner ein, warum ein solcher Körper weniger neutral erscheint, wenn durch Wasserzersetzung eine *schwache* Wasserstoffsäure gebildet wird, wie dieses z. B. bei dem Cyankalium und Schwefelkalium der Fall ist. Da zwischen Kali und Wasser keine gegenseitige Zersetzung, wie zwischen Chlorkalium u. s. f. und Wasser vorausgesetzt werden kann, sofern beide Sauerstoff als gemeinschaftlichen Bestandtheil enthalten, beide daher blos mit einander sich verbinden können, das Wasser aber jedenfalls als eine sehr schwache Säure zu betrachten ist, so sieht man auch ein, warum das Kali durch seine Berührung mit Wasser und seine Verbindung mit demselben seine alkalischen Eigenschaften nicht verliert. — Man könnte übrigens, selbst in der Ansicht, nach welcher die Chlormetalle u. s. f. als wasserstoffsäure Salze in Wasser sich lösen, das Verhalten des wasserfreien Kalis zum Wasser mit dem der Chlor-

metalle u. s. f. zum Wasser, freilich auf eine sehr gezwungene Weise, vergleichen, wenn man annehmen wollte, dass bei der Berührung des wasserfreien Kalis mit Wasser das Wasser zersetzt werde, dass der Wasserstoff dieses Wassers mit dem Sauerstoff des Kalis Wasser, und der Sauerstoff des zersetzten Wassers mit dem Kalium Kali *wieder erzeuge* und dass erst dieses wieder erzeugte Wasser mit dem wieder erzeugten Kali sich ebenso verbinde, wie sich die bei der gegenseitigen Zersetzung der Chlormetalle u. s. f. und des Wassers erzeugten Säuren und Basen mit einander verbinden.

In dieser Ansicht findet daher zwischen Chlorkalium z. B. und wasserfreiem Kali keine schroffe Verschiedenheit statt; man wird es natürlich finden, dass das aus dem ersten in Berührung mit Wasser erzeugte chlorwasserstoffsäure Kali, nicht aber das durch Berührung des wasserfreien Kalis mit Wasser gebildete Kalihydrat neutral erscheint, weil die Chlorwasserstoffsäure eine sehr starke, das Wasser aber eine sehr schwache Säure ist; und in der That bilden z. B. das Schwefelkalium und Cyankalium von dem Chlorkalium zu dem wasserfreien Kali, was den Grad der Neutralität betrifft, einen Uebergang, sofern auch die aus diesen Körpern durch Wasserzersetzung hervorgehenden Verbindungen (schwefelwasserstoffsäures und cyanwasserstoffsäures Kali) nicht mehr neutral erscheinen, weil die gebildeten Wasserstoffsäuren schwache Säuren sind.

Genau die Sache betrachtet, kann man nicht sagen, dass das Kali so sehr geneigt sey, Verbindungen mit andern Körpern einzugehen, denn diese Neigung zeigt es erst, nachdem es durch seine Berührung mit Wasser mit diesem (freilich eine nicht neutral erscheinende) Verbindung (Kalihydrat) eingegangen hat, welche nicht sowohl mit Säuren sich zu *verbinden*, als vielmehr durch dieselben *zersetzt* zu werden strebt, indem das die Rolle einer schwachen Säure spielende Wasser so leicht ausgetrieben wird, gerade wie die schwache Kohlensäure aus den kohlensauren Salzen.

Schon aus dem bisher Gesagten ergibt sich, wie unbestimmt der Begriff von Salz wird, wenn man bloß von den Eigenschaften ausgeht. Dieses erhellt noch weiter aus Folgendem. Die Chlor-, Brom-, Jod-, Fluor-, Cyan-Metalle hat man nur allein wegen der Eigenschaften, welche die im Wasser auflöslichen unter diesen Verbindungen zeigen, zu den Salzen gezählt, und dann, ungeachtet man bei der Bestimmung des Begriffs von Salz die Zusammensetzung nicht berücksichtigen zu wollen vorgab, doch der Analogie in der Zusammensetzung zulieb auch die im Wasser unauflöslichen unter den so eben erwähnten Verbindungen, wie z. B. Chlorsilber, Bromsilber, Jodsilber, Fluorcalcium u. s. f. den Salzen beigezählt. Man dachte wohl, dass so wie die im Wasser unauflöslichen sauerstoffsäuren Salze, Salze genannt werden, auch diesen Verbindungen der Name Salz beigelegt werden dürfe. Aber wenn z. B. Chlorsilber seiner Eigenschaften wegen ein Salz genannt wird, so sieht man nicht ein, warum nicht mit demselben Rechte Schwefelsilber, Phosphorsilber u. s. f. Salze genannt werden dürfen.

Will man aber bei der Bestimmung des Begriffes von Salz von der Zusammensetzung ausgehen, so wird, wie schon bemerkt wurde, die Benennung „Salz“ ganz überflüssig, weil in diesem Fall Salz und Verbindung zweiter Ordnung das Gleiche bedeutet.

Man mag daher bei der Bestimmung des Begriffes von Salz von den Eigenschaften oder von der Zusammensetzung ausgehen, so stösst man auf Ungereimtheiten und muss auf solche stossen, weil in der Natur das nicht existirt, was man dem Begriff von Salz unterlegt, und es wäre daher, wie schon bemerkt wurde, am gerathensten, die Benennung Salz gar nicht mehr zu gebrauchen. Will man man jedoch diesen Namen, der nun einmal ein Bürgerrecht in der chemischen Nomenclatur erlangt hat, aus dessen Besitz er bis jetzt nicht vertrieben werden konnte, nicht aufgeben, so

muss man, wenn er noch irgend einen Sinn haben soll, bei der Begriffsbestimmung von Salz ganz künstlich verfahren und weder von den Eigenschaften noch von der Zusammensetzung allein ausgehen. Man wird dann folgende Verbindungen Salze nennen können:

1) Die Verbindungen der Sauerstoffsäuren mit Salzbasen. Unter Sauerstoffsäuren wird man aber nicht blos diejenigen Sauerstoffverbindungen erster Ordnung verstehen, welche, wie z. B. die Schwefelsäure, entschiedene Charaktere einer Säure besitzen, sondern überhaupt solche, welche keine Neigung haben, sich mit Säuren zu verbinden, sondern vorzugsweise mit Salzbasen Verbindungen eingehen. Man wird also namentlich die Verbindungen der Kieselerde mit Salzbasen zu den sauerstoffsäuren Salzen zählen. Die Verbindungen der Alaunerde z. B. mit Salzbasen können, ungeachtet die Alaunerde in denselben offenbar die Rolle der Säure spielt, schon weit weniger auf die Benennung Salz Anspruch machen, sofern die Alaunerde sonst mehr eine basische als saure Natur hat;

2) Die Verbindungen der Wasserstoffsäuren mit Salzbasen, sofern beim Zusammenbringen einer solchen Säure mit einer Salzbasis ein in Wasser auflösliches Product entsteht, von welchem in seinem in Wasser aufgelösten Zustand die Rede ist. Diesemnach werden wir alle Verbindungen der Radicale der Wasserstoffsäuren mit den Radicalen der Salzbasen, wenn sie in Wasser auflöslich sind und sofern sie in Wasser aufgelöst sind oder Wasser enthalten, Salze nennen, weil die Annahme jedenfalls gestattet ist, dass durch Wasserersetzung eine Verbindung einer Wasserstoffsäure mit einer Salzbasis sich bilde. Diejenigen Verbindungen dagegen, welche, wie z. B. Chlorphosphor, durch Wasserersetzung *zwei* entschiedene Säuren, eine Wasserstoff- und eine Sauerstoff-Säure geben, erhalten die Benennung Salz nicht. So nennen wir also z. B. Chlorkali-

um, Chlorquecksilber im Maximum (Sublimat), Jodkalium, Bromkalium, Cyankalium, Schwefelkalium, sofern diese Körper in Wasser aufgelöst sind, Salze; Chlorquecksilber im Minimum (Calomel), Jodblei, Cyanblei, Schwefelblei dagegen erhalten diesen Namen nicht, weil es bestimmt erwiesen ist, dass keine Verbindung von Chlor-, Jod-, Cyan-, Schwefel-Wasserstoffsäure mit Quecksilberoxydul und Bleioxyd möglich ist, sondern der Wasserstoff dieser Säuren mit dem Sauerstoff des Oxyds zu Wasser und das Radical der Säure mit dem Metall sich verbindet. So geben wir ferner dem geglühten salzsauren Baryt nicht den Namen Salz, weil er entschieden nicht eine Verbindung von Salzsäure mit Baryt, sondern von Chlor mit Baryum ist; den krystallisirten salzsauren Baryt aber nennen wir ein Salz, weil er sogar mehr Wasser enthält, als erfordert wird, um das Chlor in Salzsäure, und das Baryum in Baryt zu verwandeln, und als eine Verbindung von 1 At. chlorwasserstoffsäurem Baryt mit 1 At. Wasser betrachtet werden kann. — Es versteht sich übrigens von selbst, dass es wegen des unmittelbaren Uebergangs einer nicht salzartigen Verbindung in eine salzartige und umgekehrt, nicht zweckmässig seyn würde, bei der speciellen Betrachtung solche Verbindungen von einander entfernt zu halten; vielmehr wird es passend seyn, bei den Chlorverbindungen eines Metalls z. B. auch die denselben entsprechenden salzsauren Salze der Oxyde dieses Metalls zu betrachten, und wenn alle salzsaure Salze in Einer Reihe aufgestellt werden sollten, auch diejenigen Chlormetalle in dieser Reihe aufzuführen, welche, wie das Chlorsilber, gar nicht als salzsaure Salze gedacht werden können. Die Chlormetalle bei den salzsauren Salzen aufzuführen, würde desswegen als passend erscheinen, weil bei weitem die Mehrzahl der Chlormetalle in Wasser auflöslich sind, mithin als salzsaure Salze betrachtet werden können. — Aus demselben Grunde würde es nicht zweckmässig seyn,

die Schwefelmetalle von ihren schwefelwasserstoffsäuren Metalloxyden zu entfernen; während aber die meisten Chlormetalle in Wasser löslich sind, so ist dagegen die grosse Mehrzahl der Schwefelmetalle in Wasser unauflöslich und diese können daher nicht als Salze betrachtet werden. Es dürfte daher passender erscheinen, die wenigen schwefelwasserstoffsäuren Salze bei den entsprechenden Schwefelmetallen aufzuführen. Die Verbindungen der Chlormetalle mit Chlormetallen, der Cyanmetalle mit Cyanmetallen, der Schwefelmetalle mit Schwefelmetallen u. s. f. werden wir blos dann Salze und zwar Doppelsalze nennen, wenn sie sich in Wasser lösen und sofern sie in Wasser gelöst sind, oder doch Wasser enthalten; an und für sich können sie nur den Namen: Doppel-Chlorüre, Doppel-Cyanüre u. s. f. führen, denn der grossen Analogie, welche diese Verbindungen mit den sauerstoffsäuren Salzen zeigen, ungeachtet, wird man doch Anstand nehmen, einem Chlormetall, Schwefelmetall u. s. f. den Namen einer Säure oder Salzbasis zu geben. Ebenso wenig nennen wir das Kalihydrat, Schwefelsäurehydrat ein Salz, sofern das Wasser, eben weil es seiner Indifferenz wegen bald die Rolle einer Säure, bald die einer Basis übernimmt, weder Säure noch Salzbasis genannt wird. Kurz wir nennen Salze 1) verschiedene Verbindungen von Säuren (Sauerstoffsäuren) mit Salzbasen 2) solche Verbindungen, welche, wenigstens wenn sie in Wasser aufgelöst sind, als Verbindungen von verschiedenen Säuren (Wasserstoffsäuren) mit Salzbasen betrachtet werden können.

Würde es sich freilich *erweisen* lassen, was viele Chemiker annehmen, dass die Chlormetalle u. s. f. in Wasser sich als solche, und nicht als salzsaure Metalloxyde lösen, so würde man den Begriff von Salz auf folgende Weise festsetzen können. Salze sind

1) Verbindungen von Sauerstoffsäuren mit Salzbasen.

2) Verbindungen zweier Radicale, deren eines durch den Wasserstoff des Wassers in eine Säure, das andere durch den Sauerstoff des Wassers in eine Salzbasis verwandelt werden kann, es mögen nun übrigens diese Verbindungen in Wasser auflöslich seyn oder nicht. Dann würden auch alle in Wasser unauflöslichen Chlor-, Brom-, Jod-, Fluor-, Cyan-, Schwefel-, Selen — Metalle Salze genannt werden müssen, und diese Begriffsbestimmung würde bedeutend von dem abweichen, was man gewöhnlich unter Salz versteht.

Die sauerstoffsauen Salze zeigen sich, was ihre Zusammensetzung betrifft, von den wasserstoffsauen darin verschieden, dass in den ersteren der elektronegative Bestandtheil der Säure und der Basis (mit Ausnahme der sauerstoffsauen Ammoniaksalze) derselbe ist, nemlich Sauerstoff, während in den letzteren Säure und Basis einen verschiedenen elektronegativen Bestandtheil enthalten, die erstere Chlor, oder Brom, oder Jod oder Fluor u. s. w., die letztere Sauerstoff. In den sauerstoffsauen Ammoniaksalzen ist der elektronegative Bestandtheil der Säure Sauerstoff, der elektronegative Bestandtheil der Basis aber Stickstoff; dagegen ist in den wasserstoffsauen Ammoniaksalzen der elektropositive Bestandtheil der Säure und Basis, nemlich der Wasserstoff, ein gemeinschaftlicher.

Dulong hat durch eine sehr scharfsinnige Hypothese, welche bereits S. 580 kurz erwähnt worden ist, die Zusammensetzung der sauerstoffsauen Salze mit der der wasserstoffsauen in Einklang zu bringen gesucht. Er betrachtet alle wasserhaltigen Sauerstoffsäuren nicht als Sauerstoffsäuren, sondern als Wasserstoffsäuren, indem er annimmt, dass der Sauerstoff des Wassers zu der wasserfreien Säure gehöre, und in Verbindung mit dieser einen Salzbilder darstelle, welcher mit dem Wasserstoff des Wassers eine Wasserstoffsäure bilde. Die was-

serhaltende Schwefelsäure (Vitriolöl) z. B. besteht aus 1 At. Schwefelsäure (= 1 At. Schwefel + 3 At. Sauerstoff) und 1 At. Wasser (= 1 At. Wasserstoff + 1 At. Sauerstoff). Dulong nimmt nun an, dass die wasserfreie Schwefelsäure mit dem Sauerstoff des Wassers, also 1 At. Schwefel mit 4 At. Sauerstoff, 1 At. eines Salzbilders darstelle, der mit 1 At. Wasserstoff eine Wasserstoffsäure bilde, und das Vitriolöl würde mithin eine Verbindung von 1 At. dieses Salzbilders mit 1 At. Wasserstoff seyn, gerade wie die Chlorwasserstoffsäure eine Verbindung von 1 At. Chlor mit 1 At. Wasserstoff ist; jener Salzbilder würde gleichsam als ein Element, ungefähr wie das Cyan, in seinen Verbindungen auftreten. — Das Oxalsäure-Hydrat, welches durch mäßiges Erhitzen der krystallisirten Oxalsäure, wobei diese ihr Krystallwasser verliert, erhalten wird, besteht aus 1 At. hypothetisch trockener (d. h. nicht für sich, sondern nur in Verbindung mit Wasser oder mit Salzbasen darstellbarer) Oxalsäure und 1 At. Wasser. Diese hypothetisch trockene Oxalsäure aber besteht aus 2 At. Kohlenstoff und 3 At. Sauerstoff; legt man zu diesen 1 At. Sauerstoff des Wassers, so erhält man einen aus 2 At. Kohlenstoff und 4 At. Sauerstoff bestehenden Salzbilder, d. h. Kohlensäure. Man kann daher das Oxalsäure-Hydrat betrachten als bestehend aus 2 At. Kohlensäure und 1 At. Wasserstoff, als eine Wasserstoffsäure, in welcher die Kohlensäure den Salzbilder vorstellt. — Kommt Vitriolöl mit einem Metall, z. B. Kalium in Berührung, so entwickelt sich der Wasserstoff der Wasserstoffsäure, und der Salzbilder verbindet sich mit dem Metall; das Product ist also nicht schwefelsaures Kali, sondern eine Verbindung von 1 At. Kalium mit 1 At. eines Salzbilders, der aus 1 At. Schwefel und 4 At. Sauerstoff besteht. Löst sich dieses Product in Wasser auf, so kann man sich vorstellen, dass das Kalium durch den Sauerstoff des Wassers zu Kali oxydirt werde, und der Wasserstoff des Wassers mit dem Salzbilder eine Wasserstoffsäure (Vitriolöl) erzeuge. — Tritt diese Wasserstoffsäure mit einem Metalloxyd, z. B. Kali, in Berührung, so bildet der Wasserstoff derselben mit dem Sauerstoff des Kalis Wasser, und ihr Salzbilder tritt mit dem Kalium in Verbindung. Wenn dagegen wasserfreie Schwefelsäure mit Kali in Berührung tritt, so wird das Kali zersetzt, sein Sauerstoff bildet mit der

wasserfreien Schwefelsäure jenen Salzbilder, der nun mit dem Kalium sich verbindet. Ebenso, wenn Oxalsäurehydrat, d. h. die aus dem Salzbilder Kohlensäure, und aus Wasserstoff bestehende Wasserstoffsäure auf Bleioxyd einwirkt, so verbindet sich der Wasserstoff der Säure mit dem Sauerstoff des Bleioxyds zu Wasser und der Salzbilder der Säure (Kohlensäure) mit dem metallischen Blei, und das, was man gewöhnlich wasserfreies oxalsaures Bleioxyd nennt, ist eine Verbindung von Kohlensäure mit metallischem Blei. Für diese Ansicht spricht die oben (S. 217.) erwähnte Thatsache, dass die neutralen sauerstoffsäuren Ammoniaksalze so viel Wasser als einen wesentlichen Bestandtheil enthalten, dass der Sauerstoff desselben mit dem Ammoniak Ammonium bildet; das neutrale schwefelsaure Ammoniak z. B. besteht aus 1 At. Schwefelsäure, 1 At. Ammoniak und 1 At. Wasser, d. h. aus 1 At. Ammonium und 1 At. eines Salzbilders, der aus 1 At. Schwefel und 4 At. Sauerstoff besteht.

So scharfsinnig übrigens diese Hypothese ist, so steht sie doch mit unsern Ansichten über binäre Verbindungen und mit andern Thatsachen zu sehr im Widerspruch, als dass sie eine besondere Beachtung verdiente. Uebrigens sind die meisten dieser präsumirten Salzbilder für sich gar nicht darstellbar, und wenn sie auch für sich darstellbar sind, wie z. B. die Kohlensäure, so haben sie nicht die entfernteste Analogie mit andern Salzbildern, wie Chlor u. s. f.

Die entschiedenen Säuren und Salzbasen sind diejenigen binären Verbindungen erster Ordnung, welche am geneigtesten sind, sich mit einander zu Verbindungen zweiter Ordnung zu vereinigen, und da die Säuren theils Sauerstoffsäuren theils Wasserstoffsäuren sind, so sind die sauerstoffsäuren und wasserstoffsäuren Salze unstreitig die wichtigsten Verbindungen zweiter Ordnung; von diesen zerfallen die letzteren, wenn überhaupt ihre Existenz zugegeben wird, wegen der grossen Neigung des Wasserstoffs der Säure, mit dem Sauerstoff der Basis zu Wasser zusammenzutreten, so leicht in binäre Verbindungen erster Ordnung. An die Sauerstoff-

erstoffsauren Salze reihen sich diejenigen Verbindungen an, in welchen das elektronegative Element, der Sauerstoff, durch ein anderes elektronegatives Element, wie Chlor, Brom, Jod, Cyan, Fluor, Schwefel u. s. f. ersetzt ist, also die Verbindungen elektronegativer Chlor-, Schwefel- u. s. f. Metalle mit elektropositiven Chlor-, Schwefel- u. s. f. Metallen, so wie auch die Verbindungen von Chlor-, Schwefel-, u. s. f. Wasserstoff, mit elektropositiven Chlor-, Schwefel- u. s. f. Metallen, in welchen der Wasserstoff die Stelle des elektronegativen Metalls vertritt, z. B. Chlorplatin-Chlorkalium, Schwefelarsenik-Schwefelkalium, so wie Schwefelwasserstoff-Schwefelkalium, Fluorwasserstoff-Fluorkalium u. s. f. Alle diese Verbindungen sind, sofern sie für sich betrachtet werden, den einfachen Sauerstoffsalzen analog zusammengesetzt; sind sie dagegen in Wasser löslich, und werden sie in diesem in Wasser gelösten Zustand betrachtet, so können sie, da durch Zersetzung des Wassers das den Sauerstoff ersetzende elektronegative Element mit dem Wasserstoff eine Wasserstoffsäure, die Metalle dagegen mit dem Sauerstoff des Wassers in der Regel eine Salzbasis bilden können, als wasserstoffsäure Doppelsalze betrachtet werden, mit Ausnahme jedoch derjenigen Verbindungen, in welchen das eine Metall durch Wasserstoff ersetzt ist, wie z. B. im Schwefelwasserstoff-Schwefelkalium, Fluorwasserstoff-Fluorkalium, denn diese Wasserstoffverbindungen können durch Wasser keine Veränderung erleiden, und solche Verbindungen sind in ihrem in Wasser gelösten Zustand als *saure wasserstoffsäure Salze* zu betrachten, und zwar, wenn sie, wie z. B. das Fluorwasserstoff-Fluorkalium, aus 1 At. der Wasserstoffverbindung und 1 At. der Metallverbindung bestehen, als doppelt-wasserstoffsäure Salze.

Es ist übrigens nicht zu verkennen, dass die Annahme, solche Verbindungen lösen sich in Wasser als wasserstoff-

saure Doppelsalze auf, bei manchen derselben, namentlich bei denen, welche ein in hohem Grade elektronegatives Metall enthalten, das mit Sauerstoff ausgezeichnete Säuren und keine Basen bildet, sehr gezwungen erscheint. Wenn z. B. Schwefelarsenik - Schwefelkalium in Wasser sich löst, so müsste man, je nach der Menge des mit dem Schwefel verbundenen Arseniks, annehmen, dass entweder eine Verbindung von schwefelwasserstoffsaurer arseniger Säure, oder von schwefelwasserstoffsaurer Arseniksäure mit schwefelwasserstoffsauerm Kali in Wasser gelöst sey, und die arsenige- und Arsenik-Säure würde die Rolle einer Basis übernehmen, wenn man nicht lieber die Verbindungen des Schwefelwasserstoffs mit den Säuren des Arseniks als Doppelsäuren betrachten wollte, welche nebst dem an das Kali gebundenen Schwefelwasserstoff mit dem Kali zu einer Art von saurem Salz verbunden seyn würden.

Es ist schon bei mehreren Gelegenheiten der verschiedenen Verbindungen Erwähnung geschehen, welche dadurch entstehen, dass verschiedene, aber bestimmte Mengen einer und derselben Säure sich mit einer gegebenen Menge einer und derselben Basis verbinden, namentlich ist (S. 477 ff.), ausführlich erörtert worden, was man unter neutralen, sauren und basischen Salzen verstehe, und wie sich die Zusammensetzung solcher Salze am bestimtesten bezeichnen lasse. Das in dieser Beziehung Gesagte bezog sich zwar hauptsächlich auf die sauerstoffsäuren Salze, es lässt sich jedoch auch unmittelbar auf die wasserstoffsäuren Salze übertragen, nur ist bei diesen die Bestimmung, welche Verbindung als die neutrale zu betrachten sey, keiner Art von Zweifel unterworfen. Man wird nemlich dasjenige Salz als das neutrale betrachten müssen, in welchem der Wasserstoff der Säure zu dem Sauerstoff der Basis in demselben Verhältniss steht wie im Wasser, denn jede anders zusammengesetzte Verbindung würde als eine Verbindung von

dem Metall mit dem Radical der Wasserstoffsäure und überschüssiger Säure oder überschüssiger Basis, d. h. als saures oder basisches Salz betrachtet werden müssen. Diejenigen wasserstoffsäuren Salze also, welche als aus einer Zersetzung der Verbindungen der Metalle mit den Radicalen der Wasserstoffsäuren durch Wasser unmittelbar hervorgegangen betrachtet werden können, müssen für neutrale Salze erklärt werden, wie z. B. salzsaures Eisenoxydul und salzsaures Eisenoxyd, die aus der Zersetzung des Chloreisens im Minimum und im Maximum durch Wasser unmittelbar entstehen. Aber nur das erstere dieser Salze, das salzsaure Eisenoxydul, führt den Namen: einfach-saures Salz, weil das Chloreisen im Minimum als aus 1 At. Chlor und 1 At. Eisen bestehend angenommen wird, und 1 At. Chlor und 1 At. Eisen mit 1 At. Wasser 1 At. Salzsäure und 1 At. Eisenoxydul erzeugen; das salzsaure Eisenoxyd muss *anderthalb saures* Salz genannt werden, denn das Chloreisen im Maximum, durch dessen Zersetzung mittelst Wasser es entsteht, besteht aus $1\frac{1}{2}$ At. Chlor und 1 At. Eisen; 1 At. Eisen erfordert aber $1\frac{1}{2}$ At. Wasser, um mit dessen Sauerstoff 1 At. Eisenoxyd zu bilden, während die $1\frac{1}{2}$ At. Wasserstoff dieses Wassers mit den $1\frac{1}{2}$ At. Chlor, $1\frac{1}{2}$ At. Salzsäure bilden; das salzsaure Eisenoxyd ist mithin seiner Neutralität ungeachtet eine Verbindung von $1\frac{1}{2}$ At. Salzsäure und 1 At. Eisenoxyd. Neutrales und einfachsaures wasserstoffsäures Salz sind also nur in dem Fall gleichbedeutende Benennungen, wenn ein Atom Salz ein Atom des Radicals der Säure mithin auch 1 At. Sauerstoff enthält, da 1 At. des Säureradicals 1 At. Wasserstoff, und dieser (der Neutralität des Salzes wegen) 1 At. Sauerstoff in der Basis voraussetzt, und es ist in dieser Beziehung ganz gleichgültig, ob das Salz ein Atom, oder mehrere Atome Metall enthält. Wenn man die Salzbasen, und im Fall ein Metall mit Sauerstoff mehr als eine einzige Salzbasis bildet, die stärkern dieser Salzbasen, als Verbindun-

gen von 1 At. Metall und 1 At. Sauerstoff betrachtet, wie dieses wirklich, als die einfachste Voraussetzung, von vielen Chemikern angenommen wird (vergl. S. 474.), so werden alle neutrale Verbindungen dieser Salzbasen mit Wasserstoffsäuren, d. h. alle diejenigen Verbindungen, in welchen der Wasserstoff der Säure zu dem Sauerstoff der Basis in demselben Verhältniss wie im Wasser steht, *einfachwasserstoffsaure Salze* genannt werden müssen, da dem einen Atom Sauerstoff der Salzbasis 1 At. Wasserstoff entspricht, welches mit 1 At. Radical der Wasserstoffsäure, 1 At. Wasserstoffsäure erzeugt. Diejenigen neutralen wasserstoffsauren Salze dagegen, welche die schwächeren jener Salzbasen bilden, werden *anderthalbfach*, *zweifach* u. s. f. oder aber *halb*, *drittel* u. s. f. wasserstoffsaure Salze seyn, je nachdem die Salzbasis mehr als 1 Atom oder weniger als 1 Atom Sauerstoff enthält. So ist, wie schon gezeigt wurde, das neutrale salzsaure Eisenoxyd, anderthalb-salzsaures Salz, und ein neutrales salzsaures Quecksilberoxydul würde (wofern ein solches existirte) halbsalzsaures Quecksilberoxydul genannt werden müssen, sofern es aus der Zersetzung des Calomels durch Wasser hervorgienge, und dieser als eine Verbindung von 1 At. Quecksilber mit $\frac{1}{2}$ At. Chlor, so wie das Quecksilberoxydul als eine Verbindung von 1 At. Quecksilber mit $\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff betrachtet wird. — Nimmt man dagegen, wie gewöhnlich, an, dass 1 At. Calomel 2 At. Quecksilber auf 1 At. Chlor, und ebenso 1 At. Quecksilberoxydul 2 At. Quecksilber auf 1 At. Sauerstoff enthalte, so muss auch ein solches salzsaures Quecksilberoxydul *einfach-salzsaures Quecksilberoxydul* genannt werden. — Etwas ganz analoges findet jedoch auch bei den sauerstoffsaurer Salzen statt, bei welchen übrigens der Zustand der Neutralität im Allgemeinen nicht mit der gleichen Sicherheit ermittelt werden kann, wie bei den wasserstoffsauren Salzen. Bei den schwefelsauren Alkalien z. B. lässt sich der

Zustand der Neutralität mit grösserer Sicherheit erkennen, als bei den meisten andern sauerstoffsäuren Salzen; in den neutralen schwefelsäuren Alkalien ist der Sauerstoff der Säure das Dreifache von dem der Basis, und man erklärt hiernach alle schwefelsäuren Salze, in welchen der Sauerstoff der Säure das Dreifache von dem der Basis ist, für neutrale Salze. 1 Atom Alkali enthält, nach der oft erwähnten Voraussetzung, 1 At. Sauerstoff, 1 At. Schwefelsäure aber 3 Atome, mithin werden die neutralen schwefelsäuren Alkalien einfach-schwefelsäure Salze seyn. 1 At. Eisenoxydul enthält ebenfalls 1 At. Sauerstoff, folglich wird auch das neutrale schwefelsäure Eisenoxydul einfach-schwefelsäures Salz seyn; 1 At. Eisenoxyd aber enthält $1\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff, erfordert daher $1\frac{1}{2}$ At. Schwefelsäure, um neutrales schwefelsäures Eisenoxyd, d. h. eine solche Verbindung zu bilden, in welcher der Sauerstoff der Säure das 3 fache ist von dem der Basis. Das neutrale schwefelsäure Eisenoxyd, d. h. dasjenige Salz, in welchem der Sauerstoff der Schwefelsäure das Dreifache ist von dem des Eisenoxyds, ist mithin *anderthalbfach schwefelsäures Eisenoxyd*.

Der Ausdruck: *Sättigungscapacität der Säuren oder Basen* bezieht sich auf die *neutralen* Salze, von welchen angenommen wird, dass in ihnen Säure und Basis gegenseitig sich am vollständigsten neutralisirt haben; und zwar hauptsächlich auf die neutralen *sauerstoffsäuren* Salze. Dieselbe Menge einer und derselben Säure verbindet sich mit sehr verschiedenen Mengen der verschiedenen Basen, um damit neutrale Salze zu bilden; so verbinden sich z. B. 100 Th. Schwefelsäure mit 117.7 Th. Kali und mit 277.4 Th. Bleioxyd zu neutralem Salz. In allen neutralen schwefelsäuren Salzen aber ist der Sauerstoff der Schwefelsäure das Dreifache vom Sauerstoff der Basis; das Gemeinschaftliche aller Basen in ihrer Beziehung zur Schwefelsäure ist also das, dass die Schwefelsäure in allen Basen, welche sie sättigt, die gleiche Menge von

Sauerstoff, d. h. den dritten Theil ihres eigenen Sauerstoffgehalts, voraussetzt. Sättigungscapacität einer Säure nun nennt man die Zahl, welche angibt, wie viel Sauerstoff 100 Theile einer Säure in einer Basis, welche von den 100 Th. Säure gesättigt wird, voraussetzen. — So ist die Sättigungscapacität der Schwefelsäure = 19.96, weil 100 Th. Schwefelsäure mit irgend einer oxydirten, nicht organischen Basis, welche 19.96 Th. Sauerstoff enthält, ein neutrales Salz bilden; denn 100 Th. Schwefelsäure enthalten 59.88 Theile Sauerstoff, welche Zahl = 3×19.96 ist. — Erklärt man diejenigen kohlen sauren Salze für neutrale, in welchen, wie z. B. in dem kohlen sauren Kalk (Kreide) und in dem einfach-kohlen sauren Kali der Sauerstoff der Säure das Doppelte ist von dem der Basis, so ist die Sättigungscapacität der Kohlensäure = 36.175, weil 100 Th. Kohlensäure 72.35 Th. Sauerstoff enthalten. Wollte man dagegen diejenigen kohlen sauren Salze, in welchen der Sauerstoff der Säure das Vierfache von dem der Basis ist (wie z. B. in dem doppeltkohlen sauren Kali, in welchem Salz allerdings die alkalischen Eigenschaften des Kalis weit vollständiger neutralisirt sind, als in dem einfach-kohlen sauren Kali), für neutrale kohlen saure Salze erklären, so würde die Sättigungscapacität der Kohlensäure durch die Zahl $18.0875 = \frac{1}{2} \times 36.175$ ausgedrückt werden.

Aus dem Gesagten ergibt sich von selbst, dass wenn man die Sättigungscapacität einer Säure, und die Zusammensetzung der Basen kennt, auch die Quantitäten dieser Basen sich bestimmen lassen, welche mit einer gegebenen Menge der Säure neutrale Salze bilden, d. h. dass die Zusammensetzung aller neutralen Salze, welche diese Säure mit den verschiedenen Basen bildet, gegeben ist. — Wenn man z. B. weiss, dass die Sättigungscapacität der Schwefelsäure = 19.96 ist, so findet man die Zusammensetzung des neutralen schwefelsauren Bleioxyds auf folgende Weise. Aus der bekannten Zusammensetzung des Bleioxyds findet man, dass 19.96 Th. Sauerstoff mit metallischem Blei 278.3 Th. Bleioxyd bilden; 100 Th. wasserfreier Schwefelsäure bilden daher mit 278.3 Th. Bleioxyd neutrales schwefelsaures Bleioxyd.

Da die Sättigungscapacität einer Säure durch einen Bruch ausgedrückt wird, dessen Zähler der procentische Sauerstoffgehalt der Säure, der Nenner aber die Zahl ist, welche anzeigt, welches Vielfache die Anzahl der Sauerstoffatome der Säure von der Anzahl der Sauerstoffatome der Basis ist, so wird diese Sättigungscapacität um so grösser seyn, je grösser der procentische Sauerstoffgehalt der Säure und ein je kleineres Vielfache die Anzahl der Sauerstoffatome der Säure von der Anzahl der Sauerstoffatome der Basis ist; der procentische Sauerstoffgehalt einer Säure ist aber um so grösser, je grösser die Anzahl der Sauerstoffatome verglichen mit der Anzahl der Atome des Radicals, und je kleiner das Atomgewicht dieses Radicals ist. Wenn daher in zwei verschiedenen Säuren die Anzahl der Sauerstoffatome der Säure dasselbe Vielfache ist von der Anzahl der Sauerstoffatome der Basis, so ist die Sättigungscapacität derjenigen Säure die grössere, deren procentischer Sauerstoffgehalt der grössere ist.— So enthält z. B. die Salpetersäure sowohl als die Chlorsäure 5 Atome Sauerstoff, während die Basen, welche diese Säuren sättigen, 1 At. Sauerstoff enthalten; der procentische Sauerstoffgehalt der Salpetersäure (= 73.85) ist aber grösser, als der procentische Sauerstoffgehalt der Chlorsäure (= 53.04), weil beide Säuren auf 1 At. Radical 5 At. Sauerstoff enthalten, das Atomgewicht des Stickstoffs aber kleiner ist, als das Atomgewicht des Chlors; in ebendenselben Verhältniss ist daher auch die Sättigungscapacität der Salpetersäure ($= \frac{73.85}{5} = 14.77$) grösser als die Sättigungscapacität der Chlorsäure ($= \frac{53.04}{5} = 10.61$).

Der procentische Sauerstoffgehalt der Schwefelsäure = 59.88 ist grösser als der der schwefligen Säure = 49.85, denn auf 1 At. Schwefel enthält erstere Säure 3, letztere 2 At. Sauerstoff; aber die Sättigungscapacität der Schwefelsäure ist dennoch geringer als die der schwefligen Säure, weil die Anzahl der Sauerstoffatome der Schwefelsäure dreimal, der schwefligen Säure dagegen nur zweimal so gross ist, als die Anzahl der Sauerstoffatome der Basis: die

Sättigungscapacität der Schwefelsäure ist $= \frac{59.88}{3} = 19.96$, die der schwefligen Säure $= \frac{49.85}{2} = 24.928$.

In den als neutral zu betrachtenden *gewöhnlichen* phosphorsauren, so wie in den arseniksauren Salzen ist der Sauerstoff der Säure das $2\frac{1}{2}$ fache vom Sauerstoff der Basis; der procentische Sauerstoffgehalt der Phosphorsäure ist $= 56.04$, mithin ihre Sättigungscapacität $= \frac{56.04}{2\frac{1}{2}} = 22.416$. (Vergl. übrigens S. 519. 520.).

Die Menge der verschiedenen Basen, welche 100 Theile einer und derselben Säure sättigen, ist um so grösser, je grösser das Gewicht des Radicals der Basis verglichen mit dem Sauerstoffgehalt der Basis ist, je grösser also das Atomgewicht des Radicals der Basis ist; daher sättigt z. B. die Schwefelsäure ein viel grösseres Gewicht von Bleioxyd als von Kali, weil das Atomgewicht des Bleis viel grösser ist als das des Kaliums.

Was nun die *Wasserstoffsäuren* betrifft, so kann man die Sättigungscapacität einer solchen Säure durch die Menge von Sauerstoff bezeichnen, welche erfordert wird, um mit dem in 100 Th. der Säure enthaltenen Wasserstoff Wasser zu erzeugen. Alle Basen, welche diese Sauerstoffmenge enthalten, werden mit 100 Th. der Wasserstoffsäure eine neutrale Verbindung bilden. Die Sättigungscapacität einer Wasserstoffsäure ist daher um so grösser, je grösser ihr Wasserstoffgehalt, je kleiner also das Atomgewicht ihres Radicals ist, sofern wenigstens die meisten derselben aus 1 At. Radical und 1 At. Wasserstoff bestehen.

Was die *Basen* betrifft, so könnte es keinen Vortheil gewähren, wenn man auch ihre Sättigungscapacität, wie die der Säuren, durch die Menge von Sauerstoff bezeichnen wollte, welche sie in dem Körper voraussetzen, mit dem sie ein neutrales Salz bilden, denn diese Menge ist für die

verschiedenen Säuren eine verschiedene, sofern das Verhältniss des Sauerstoffs der Basis zum Sauerstoff der Säure in den von verschiedenen Säuren gebildeten Salzen ein sehr verschiedenes, z. B. für

die schwefelsauren Salze	= 1 : 3, für
die unterschwefelsauren	= 1 : 5, für
die schwefligsauren	= 1 : 2, für
die überchlorsauren	= 1 : 7 u. s. f. ist.

Die Sättigungscapacität einer Basis wird daher geradezu durch die Menge von Säure bezeichnet werden, welche von einer gegebenen Menge einer Basis, z. B. von 100 Theilen, gesättigt wird; diese Menge ist aber für jede Säure eine andere, und insofern ist es überhaupt ziemlich überflüssig, den Begriff von Sättigungscapacität auch für die Basen zu gebrauchen. Man kann bloß das sagen (was sich übrigens von selbst versteht), dass die Sättigungscapacität einer Basis um so grösser ist, je kleiner ihr Mischungsgewicht (Atomgewicht) ist. Was nun die *unorganischen* Basen betrifft, so ist ihr Atomgewicht im Allgemeinen um so kleiner, je kleiner das Atomgewicht des Radicals der Basis ist, sofern die meisten dieser Basen aus 1 At. Radical und 1 At. Sauerstoff bestehen. So sättigen z. B. 100 Th. Bleioxyd nur 35.94 Th. Schwefelsäure, während 100 Th. Kali 84.94 Th. Schwefelsäure sättigen. Alle *organische* Basen aber enthalten nach Liebig 1 Mischungsgewicht (oder nach der atomistischen Volumenstheorie, 2 Mischungsgewichte) Stickstoff. Dieses eine Mischungsgewicht Stickstoff ist in denselben in der Regel mit mehr als 1 M. G. Sauerstoff, immer aber mit *sehr vielen* Mischungsgewichten von Kohlenstoff und Wasserstoff verbunden; daher ist das Mischungsgewicht (Atomgewicht) dieser organischen Basen sehr gross, folglich ihre Sättigungscapacität sehr gering.

Wir haben jetzt noch gewisse eigenthümliche Verbindungen zweiter Ordnung zu betrachten, welche aus den

wasserstoffsäuren Salzen hervorgehen. Wenn ein neutrales wasserstoffsäures Salz mit einer grösseren Menge von Säure sich verbindet, so entsteht zunächst ein saures Salz; stellt man sich aber vor, dass in dieser neuen Verbindung das neutrale Salz in Wasser und in eine Verbindung des Metalls mit dem Radical der Wasserstoffsäure zerfalle, so entsteht eine den Sauerstoffsalzen analoge Verbindung. Saures fluorwasserstoffsäures Kali z. B. gibt auf diese Weise fluorwasserstoffsäures Fluorkalium, eine Verbindung also, in welcher der elektronegative Bestandtheil (Fluor) beiden Verbindungen erster Ordnung, dem Fluorwasserstoff und dem Fluorkalium, welche die Verbindung zweiter Ordnung bilden, gemeinschaftlich ist, gerade wie der Sauerstoff der gemeinschaftliche elektronegative Bestandtheil der beiden Verbindungen erster Ordnung ist, welche ein Sauerstoffsalz constituiren.

Wenn ein neutrales wasserstoffsäures Salz sich mit einer grösseren Menge von Basis verbindet, so entsteht zunächst ein basisches Salz; stellt man sich aber auch hier wiederum vor, dass das neutrale Salz dieser Verbindung in Wasser und in eine Verbindung des Metalls mit dem Radical der Säure zerfalle, so erhält man zwar gleichfalls eine aus zwei Verbindungen erster Ordnung bestehende Verbindung zweiter Ordnung, die nun aber insofern nicht mehr den Sauerstoffsalzen analog zusammengesetzt ist, als in ihr nicht der elektronegative, dem Sauerstoff analoge Bestandtheil (Chlor, Fluor), sondern ein elektropositives Metall der gemeinschaftliche Bestandtheil beider Verbindungen erster Ordnung ist. Basisch salzsaures Bleioxyd z. B. wird, jedenfalls wenn es erhitzt wird, zu einer Verbindung von Chlorblei mit Bleioxyd, in welcher mithin das elektropositive Blei der gemeinschaftliche Bestandtheil der beiden Verbindungen erster Ordnung ist. — Ungeachtet solche Verbindungen dem grösseren Theil nach in Wasser unauflöslich und

mithin als Verbindungen einer aus dem Radical der Wasserstoffsäure und Metall bestehenden Verbindung mit dem Oxyd dieses Metalls zu betrachten sind, so führen sie doch keinen besondern Namen, sondern werden als basische wasserstoffsäure Salze betrachtet, weil jedenfalls durch Wasserzersetzung ein solches Salz sich bilden könnte. Solche basische Verbindungen kommen bei den Verbindungen des Chlors, Broms, Jods, Fluors, Cyans mit den Metallen vor.

Diesen basischen Salzen ganz analoge Verbindungen bildet auch der Schwefel mit Metallen und deren Oxyden, d. h. es gibt Verbindungen, die aus Schwefelmetall und dem Oxyd dieses Metalls bestehen. So gibt es z. B. ein Manganoxydul - Schwefelmangan, ein Zinkoxyd - Schwefelzink, ein Antimonoxyd - Schwefelantimon u. s. f. — Solche Verbindungen kommen aber gerade bei denjenigen Schwefelmetallen, welche sich in Wasser lösen und daher in diesem in Wasser gelösten Zustand als schwefelwasserstoffsäure Salze betrachtet werden können, nicht vor, und es wäre daher gar zu unpassend, wenn man sie basische schwefelwasserstoffsäure Salze nennen wollte, da keines der in ihnen enthaltenen Schwefelmetalle durch Wasserzersetzung sich in ein schwefelwasserstoffsäures Metalloxyd zu verwandeln vermag. Man hat diesen Verbindungen einen besondern Namen: *Oxy sulphureta* gegeben. Man könnte auf ganz ähnliche Weise jene vorhin erwähnten basischen wasserstoffsäuren Salze benennen; die basisch salzsauren, bromwasserstoffsäuren, fluorwasserstoffsäuren Salze würden Oxychloreta, Oxybrometa, Oxyfluoreta genannt werden können. Auch das Selen scheint mit einigen Metallen und Metalloxyden analoge Verbindungen zu bilden.

Verbindungen *dritter Ordnung* entstehen, wenn Verbindungen zweiter Ordnung entweder mit Verbindungen erster oder mit Verbindungen zweiter Ordnung sich verbinden. Alle unorganische Verbindungen sind nemlich, wie

wir gesehen haben, als binäre Verbindungen zu betrachten; die Ordnung, zu der eine solche Verbindung gehört, wird daher durch die Zahl ausgedrückt, welche anzeigt, wie oft die Bildung einer binären Verbindung sich wiederholt hat. Eine aus einer Verbindung zweiter und einer Verbindung erster Ordnung bestehende Zusammensetzung wird daher mit dem gleichen Recht eine Verbindung dritter Ordnung genannt, wie eine aus zwei Verbindungen zweiter Ordnung bestehende, obgleich letztere allerdings zusammengesetzter ist. Krystallisirtes schwefelsaures Natron z. B. und wasserfreier Alaun sind Verbindungen dritter Ordnung. Erstere Verbindung entsteht auf folgende Weise: 1) Schwefel verbindet sich mit Sauerstoff zu Schwefelsäure (Verbindung erster Ordnung); 2) Schwefelsäure mit Natron zu wasserfreiem schwefelsaurem Natron (Verbindung zweiter Ordnung) 3) wasserfreies schwefelsaures Natron mit Wasser zu krystallisirtem schwefelsaurem Natron (Verbindung dritter Ordnung). Die Entstehung der letzteren Verbindung lässt sich so darstellen: 1) Schwefel mit Sauerstoff zu Schwefelsäure; 2) Schwefelsäure mit Kali zu schwefelsaurem Kali; 3) schwefelsaures Kali mit schwefelsaurer Alaunerde zu wasserfreiem Alaun (Verbindung dritter Ordnung).

Verbindungen dritter Ordnung entstehen also 1) schon dadurch, dass Verbindungen zweiter Ordnung sich mit Wasser verbinden; 2) dadurch, dass die Doppel-Verbindungen der Radicale der Wasserstoffsäuren mit Metallen in Wasser gelöst werden, sofern man sich dabei vorstellt, dass durch Zersetzung des Wassers diese den Sauerstoffsalzen analogen Doppelverbindungen in wasserstoffsäure Doppelsalze, also in Verbindungen dritter Ordnung verwandelt werden. In Wasser gelöstes Chlorplatin-Chlorkalium z. B. kann als eine Verbindung von salzsaurem Platinoxyd mit salzsaurem Kali betrachtet werden. 3) Durch Verbindung eines sauerstoffsäuren Salzes mit einem andern. Bei weitem der häufigste Fall ist der, dass in den beiden Salzen,

welche sich mit einander zu einem Doppelsalz verbinden, die Säure die gleiche und nur die Basis eine verschiedene ist, z. B. schwefelsaures Alaunerde-Kali, weinsaures Kali-Natron, u. s. f.; seltener sind Verbindungen von zwei Salzen, deren Säure und Basis eine verschiedene ist, wie z. B. eine Verbindung von schwefelsaurem Natron mit borsaurer Bittererde.

Während schon die Verbindungen dritter Ordnung zu den selteneren gehören, so sind nun Verbindungen *vierter Ordnung* höchst selten, und fast nur das Wasser, welches in den Verbindungen höherer Ordnungen durchaus mit sehr schwachen Affinitäten auftritt, vermag solche Verbindungen zu erzwingen; andere, mit stärkeren Affinitäten begabte Körper zeigen vielmehr ein Bestreben, die schon sehr zusammengesetzte Verbindung wieder zu zersetzen. Der krystallisirte Alaun, das krystallisirte weinsaure Kali - Natron (Seignettesalz) sind Beispiele solcher Verbindungen vierter Ordnung. Die Neigung zusammengesetzter Körper, weitere Verbindungen einzugehen, nimmt mit dem Grad des Zusammengesetztheits ausserordentlich schnell ab, so dass kaum mehr ein Beispiel einer durch Kunst darstellbaren Verbindung *fünfter Ordnung* mit Bestimmtheit möchte nachgewiesen werden können. Nur unter den Mineralien, welche sich durch ganz langsame, ungestörte Operationen gebildet haben, scheinen solche Verbindungen höherer Ordnungen etwas weniger selten vorzukommen; es ist jedoch oft sehr schwer zu entscheiden, ob man solche Verbindungen dann auch als wahre Verbindungen, und nicht vielmehr als blosse Gemenge zu betrachten habe. Ueberhaupt ist aber hier blos von *innigen* Verbindungen die Rede, welche nach dem Gesetz des Mischungsgewichtes erfolgen, und es versteht sich von selbst, dass z. B. die Möglichkeit, eine Menge von Körpern zusammen in Wasser oder einer andern Flüssigkeit zu lösen, eine Menge Metalle durch Wärme zusammenzuschmelzen u. s. f., nicht als Ein-

wurf gegen das hier Gesagte gelten kann. — Somit ist also der Möglichkeit innigerer, chemischer Verbindungen durch die Natur der Affinität selbst ein Ziel gesteckt.

Von dem Wasser, als einem Bestandtheil der Verbindungen dritter und vierter Ordnung.

Von dem Wasser, sofern dasselbe Verbindungen dritter und vierter Ordnung bilden hilft, haben wir noch besonders zu sprechen. Wir haben gesehen, dass das Wasser oder wenigstens ein Theil des Wassers, wenn es in Verbindungen zweiter Ordnung als Bestandtheil auftritt, im Allgemeinen mit starken Affinitäten begabt ist, namentlich in dem Fall, wenn es sich mit Sauerstoffsäuren oder stärkeren Salzbasen verbindet; in den Verbindungen dritter und vierter Ordnung tritt es gewöhnlich mit sehr schwachen Affinitäten auf, auch ist in denselben die Menge des Wassers, wenn gleich immer bestimmten Gesetzen unterworfen, doch häufig veränderlich, und zum Theil von unbedeutenden Umständen abhängig. In seiner Verbindung mit Säuren spielt das Wasser die Rolle der Basis, und in seiner Verbindung mit Basen die Rolle der Säure, und wenn es gleich die Eigenschaften dieser Körper nicht im geringsten zu vernichten vermag, so ist es doch gewöhnlich durch eine bedeutende Kraft mit denselben verbunden, wie dieses oben ausführlich erörtert wurde. Auch ist bereits angeführt worden, dass in diesen Verbindungen zweiter Ordnung, die durch Wasser gebildet werden, häufig zwei verschiedene Portionen Wasser unterschieden werden müssen, von denen die eine (Hydratwasser) in viel innigerer, die andere (Krystallwasser) in viel loserer Verbindung sich befindet. — Das krystallisirte kaustische Kali z. B. verliert sein Krystallwasser in mässiger Hitze, sein Hydratwasser aber selbst in der stärksten Glühhitze nicht; Schwefelsäure von 1.78 spec. Gewicht krystallisirt als Ganzes und verliert die Hälfte ihres Wassers beim Erhitzen, während die andere Hälfte (Hydratwasser) in

Verbindung mit der Säure bleibt. — Man könnte daher solche Verbindungen als Verbindungen dritter Ordnung betrachten, sofern die zwei verschiedenen Portionen Wasser gleichsam als zwei verschiedene Körper in denselben auftreten, und man sich z. B. vorstellen kann, dass die wasserfreie Schwefelsäure zuerst mit einer Portion Wasser zu Schwefelsäurehydrat, und dieses hierauf als Ganzes mit der zweiten Portion Wasser zu krystallisirter Schwefelsäure sich verbinde, aber dann würde man aus demselben Grunde auch z. B. saure und basische Salze u. s. f. zu den Verbindungen dritter Ordnung zählen müssen.

In einer solchen losen Verbindung nun befindet sich das Wasser in fast allen Verbindungen zweiter und dritter Ordnung, so wie auch in denjenigen Verbindungen erster Ordnung, welche die Radicale der Wasserstoffsäuren mit Metallen bilden, sofern man annimmt, dass in diesen Verbindungen die ganze Menge des Wassers als Wasser und nicht zum Theil als Wasserstoff und Sauerstoff, mit dem Radical der Wasserstoffsäure zu Säure und mit dem Metall zu Salzbasis verbunden enthalten sey. Die Verbindung des Chlorbaryums mit Wasser, oder des salzsauren Baryts mit weniger Wasser (krystallisirter salzsaurer Baryt) z. B. verliert ihr Wasser in mässiger Glühhitze, und verwandelt sich in Chlorbaryum, während eine sehr starke Glühhitze nicht im Stande ist, das Wasser aus dem Barythydrat auszutreiben. Man mag nun solche Verbindungen als wasserstoffsäure Salze mit Wasser verbunden, oder als Verbindungen der Radicale der Wasserstoffsäuren (Salzbilder) mit Metall und mit mehr Wasser verbunden (z. B. den krystallisirten salzsauren Baryt als eine Verbindung von 1 Atom salzsaurem Baryt und 1 At. Wasser, oder von 1 At. Chlorbaryum und 2 At. Wasser) betrachten, so zeigen sie sich durch ihr Verhalten zum Wasser, mit welchem sie nur lose Verbindungen bilden, den sauerstoffsäuren Salzen weit mehr analog als den

Säuren und Salzbasen, mit denen sie auf gleicher Stufe der Zusammensetzung stehen.

Das mit Verbindungen zweiter, dritter, und (sofern man annimmt, dass z. B. der krystallisirte salzsaure Baryt eine Verbindung von Chlorbaryum, nicht von salzsaurem Baryt, mit Wasser sey) auch erster Ordnung, loser vereinigte Wasser ist häufig als die Ursache der regelmässigen (krystallinischen) Form, der Durchsichtigkeit und Farbe (bei gefärbten Metallsalzen) der Verbindung zu betrachten, sofern gewöhnlich mit Verlust dieses Wassers auch die Form, Durchsichtigkeit und Farbe verloren gehen; man hat daher diesem Wasser den Namen *Krystallwasser*, *Krystallisationseis*, gegeben. Eine Menge Verbindungen, sowohl sauerstoffsäure als wasserstoffsäure Salze, schießen aus ihren wässerigen Lösungen in regelmässiger Form an, ohne Wasser mit sich zu verbinden, z. B. salpetersaures Kali, Chlornatrium; einige Salze nehmen in ihren Krystallen bald Wasser auf, bald nicht: so krystallisirt der salpetersaure Strontian aus seiner wässerigen Auflösung bald in wasserfreier Gestalt, bald in Verbindung mit Wasser; noch andere treten unter verschiedenen Umständen mit *verschiedenen* Mengen von Wasser in Verbindung: so enthält z. B. das gewöhnliche Glaubersalz 10 Atome Wasser, es lässt sich aber auch ein krystallisirtes schwefelsaures Natron darstellen, welches nur 8 At. Wasser enthält. Mit dem Wassergehalt ändern sich die Krystallform und zum Theil auch gewisse andere Eigenschaften einer Verbindung: so zeigt der wasserfreie schwefelsaure Kalk eine andere Krystallform als der wasserhaltende (Gyps); erstere Verbindung ist härter und specifisch schwerer als letztere; das 8fach gewässerte schwefelsaure Natron (schwefelsaures Natron mit 8 At. Wasser verbunden) ist nicht nur in Absicht auf Krystallform von dem 10fach gewässerten verschieden, sondern auch viel härter als dieses.

Da eine Krystallwasser enthaltende Verbindung immer
eine

eine bestimmte Anzahl von Mischungsgewichten Wasser enthält, so muss die Sauerstoffmenge dieses Wassers in einem bestimmten sehr einfachen Verhältniss zu der Sauerstoffmenge der Säure und der Basis, oder wenn die Verbindung keinen Sauerstoff enthält (Chlorbaryum), zu derjenigen Sauerstoffmenge stehen, mit welcher einer der Bestandtheile derselben sich zu verbinden vermag. Da die Basis eines Salzes in den meisten Fällen 1 At. Sauerstoff, und die Säure bei weitem in den meisten Fällen eine grössere Anzahl von Sauerstoff-Atomen als die Basis enthält, so pflegt man den Sauerstoff des Krystallwassers mit dem Sauerstoff der Basis zu vergleichen. Eine Verbindung mit Krystallwasser kann 1 bis auf 25 Atome Wasser enthalten. Die meisten, Krystallwasser enthaltenden Verbindungen verlieren dieses Wasser bei einer gewissen höheren Temperatur vollständig. Erhitzt man sie schnell, so lösen sie sich anfangs oft, mehr oder weniger vollkommen, in dem flüssig gewordenen Krystallwasser auf; sie kommen, wie man sagt, in den *wässerigen Fluss* (krystallisirtes Glaubersalz, Kalialaun) und werden bisweilen durch das unter Kochen entweichende Wasser, wenn nemlich die Masse zähe ist, zu einer schwammigen Masse aufgetrieben (Alaun, Borax); die entwässerten Salze kommen dann oft bei mehr oder weniger heftiger Glühhitze in den von dem wässerigen Fluss zu unterscheidenden *feurigen Fluss*. Viele, Krystallwasser enthaltende Verbindungen verlieren aber dieses Wasser schon weit unter der Temperatur, bei welcher sie in den wässerigen Fluss kommen, selbst weit unter dem Gefrierpunkt des Wassers, indem sie das Wasser an die sie umgebenden luftleeren oder mit trockener Luft erfüllten Räume abgeben. Dieser Process geht schneller von statten, wenn man sie zugleich in die Nähe von Körpern bringt, welche, wie z. B. das Vitriolöl, Chlorcalcium, gebrannter Kalk u. s. f., den Wasserdampf begierig verschlucken. Mit dem Verlust des Was-

sers verlieren sie zwar die äussere Form gewöhnlich nicht, werden aber undurchsichtig, poros und leicht zerreiblich. Krystallwasser enthaltende Verbindungen, die schon bei der gewöhnlichen Temperatur ihr Wasser in mässig trockener Luft auf diese Weise verlieren, nennt man *verwitternde*. — Andere, Krystallwasser enthaltende Verbindungen verlieren nicht nur ihr Wasser nicht bei gewöhnlicher Temperatur, sondern verdichten vielmehr den in feuchter Luft enthaltenen Wasserdampf und *zerfliessen*, *deliquesciren* in feuchter Luft. — Diejenigen Verbindungen, welche weder ihr Krystallwasser in der Luft verlieren, noch Wasser aus der Luft verdichten, nennt man *luftbeständige*. Die Eigenschaft, entweder luftbeständig zu seyn, oder den in der Luft enthaltenen Wasserdampf zu verdichten, hat übrigens mit einem Krystallwassergehalt einer Verbindung an sich nichts zu thun, vielmehr werden solche Verbindungen, die kein Krystallwasser enthalten, und doch eine grosse Affinität zu dem Wasser besitzen, um so begieriger den in der Luft enthaltenen Wasserdampf verdichten (wasserfreies Kali, wasserfreie Phosphorsäure). Wenn eine Verbindung, nachdem sie schon mit Krystallwasser sich verbunden hat, Wasser aus der Luft zu verdichten fortfährt und mit diesem verdichteten Wasser zuletzt eine wahre Auflösung bildet, so zeigt dieses eine um so grössere Verwandtschaft der Verbindung zum Wasser an, und Salze, die mit Wasser keine feste Verbindung einzugehen vermögen, sind auch im Allgemeinen nicht im Stande, den Wasserdampf der Luft zu verdichten, d. h. sie zerfliessen in der Regel an der Luft nicht, wenn sie gleich in *sehr feuchter Luft* zum Theil feucht werden, und bisweilen sogar wirklich zerfliessen (Chlornatrium, Jodnatrium, salpetersaures Natron). — Alle an der Luft zerfliessende Verbindungen sind im Wasser sehr leicht löslich.

Verbindungen, welche Krystallwasser aufzunehmen

vermögen, nehmen dieses nicht bloß dann auf, wenn sie aus einer wässerigen Auflösung sich ausscheiden, sondern auch dann, wenn ihr trockenes Pulver mit der gehörigen Menge von Wasser befeuchtet wird. Anfangs erhält man einen Brei, ein mechanisches Gemenge der Verbindung mit Wasser, bald aber verbindet sich das Wasser, bisweilen unter merkbarer Wärmeentwicklung, mit der trockenen Verbindung zu einer festen Masse (verwittertes Glaubersalz; Gyps, aus dem man durch mässiges Erhitzen das Krystallwasser zuvor ausgetrieben hat).

Nicht bloß mehrere wasserhaltige Verbindungen zweiter Ordnung, wie krystallisirtes kaustisches Kali, krystallisirte Oxalsäure u. s. f., enthalten das Wasser in einem verschiedenen Zustand von Innigkeit gebunden, so dass man, wie wir gesehen haben, ein Hydratwasser von einem Krystallwasser zu unterscheiden hat, sondern dieser Fall kommt sogar bei den wasserhaltigen Verbindungen dritter Ordnung, bei Salzen, welche Krystallwasser enthalten, bisweilen vor, ungeachtet man die ganze Menge dieses Wassers mit dem Namen Krystallwasser schlechtweg zu bezeichnen pflegt. — Ein sehr merkwürdiges Beispiel dieser Art (auf welches wir später ausführlicher zurückkommen werden) liefert das gewöhnliche krystallisirte neutrale phosphorsaure Natron, welches 25 At. Wasser enthält, von denen es, bei einer Temperatur von ungefähr 100°, nur 24, das 25ste aber erst in der Glühhitze verliert. So hat ferner Marchand gezeigt, dass die Weinschwefelsäure sich mit einigen Basen zu Salzen verbindet, welche 2 Atome Krystallwasser enthalten, das ihnen durch Wärme wahrscheinlich nur zur Hälfte, im luftleeren Raum aber gänzlich durch Schwefelsäure entzogen werden kann (vergl. S. 1277.); offenbar ist also in solchen Salzen das eine Atom Krystallwasser weniger innig gebunden, als das andere. So lässt das citronensaure Natron eine Portion seines Krystallwassers bei einer Wärme nicht fahren, bei welcher die andere entweicht (vergl. S. 994.) u. s. f. — Solche Fälle hat man namentlich bei den Verbindungen or-

ganischer Säuren mit Salzbasen beobachtet, weil hier die Temperatur, bei welcher das Salz sein Krystallwasser verliert, genau bestimmt werden muss, sofern oft bei einer etwas zu hohen Temperatur die organische Säure zersetzt werden würde. Bei den Verbindungen unorganischer Säuren mit unorganischen Salzbasen sind bis jetzt solche Fälle weniger beachtet worden, sofern man dieselben gewöhnlich, ohne eine Zersetzung befürchten zu müssen, in der Absicht, das Krystallwasser auszutreiben, stärker erhitzen darf; es ist jedoch sehr wahrscheinlich, dass sie auch bei diesen nicht so selten vorkommen.

Viele krystallisirte Salze endlich, namentlich solche, welche kein Krystallwasser mit sich zu verbinden vermögen, enthalten eine kleine Menge von Wasser mechanisch zwischen ihren Lamellen eingeschlossen. Dieses Wasser verwandelt sich bei mässigem Erhitzen in Dampf, welcher den Krystall bisweilen mit grosser Gewalt zersprengt. Man nennt diese Erscheinung das *Zerknistern*, *Decrepitieren*, und das Wasser, welches dieselbe bewirkt, *Zerknistungswasser*, *Decrepitationswasser*. Seine Menge ist nicht nur immer sehr gering, sondern auch veränderlich. Beispiele von Krystallen, welche Zerknistungswasser enthalten, liefern das Kochsalz, der salpetersaure Baryt, der Flussspath u. m. a. Selten enthält ein Krystall neben Krystallwasser zugleich Zerknistungswasser, wie Brechweinstein, essigsaures Kupferoxyd; in einem solchen Fall wird das Zerknistungswasser, unter Zersprengung des Krystalls, schon bei einer Temperatur ausgetrieben, welche das Krystallwasser noch nicht auszutreiben vermag; ja schon durch blosses Pulverisiren des Krystalls und Trocknen bei ganz gelinder Wärme lässt sich das Decrepitationswasser entfernen.

Ueber die Darstellung der Verbindungen zweiter und höherer Ordnungen im Allgemeinen.

Nur wenige dieser Verbindungen finden sich gebildet in der Natur, und diese nicht immer in reinem Zustand; die meisten müssen künstlich dargestellt werden.

1) *Verbindungen der Säuren mit Salzbasen.*

Diese werden dargestellt:

a) Indem man die Säure unmittelbar mit der Basis zusammenbringt. — Dieser Methode bedient man sich vorzugsweise in dem Fall, wenn die Darstellung der Basis mit geringeren Schwierigkeiten verknüpft ist als die des Metalls, welches mit Sauerstoff verbunden die Basis bildet, und wenn das darzustellende Salz zugleich im Wasser löslich ist. Ist die Darstellung der kohlen-sauren Basis leichter oder weniger kostspielig, als die der reinen Basis, so bringt man die Säure mit der kohlen-sauren Basis in Berührung, da die schwache Kohlensäure durch fast alle übrige Säuren ausgetrieben wird. So stellt man z. B. die Kali- und Natron-Salze, ferner die auflöslichen Barytsalze u. s. f. gewöhnlich auf die Weise dar, dass man die kohlen-sauren Verbindungen dieser Basen mit der Säure zusammenbringt. Bildet dann die Säure mit der Basis nur eine einzige Verbindung, so ist es gleichgültig, ob ein kleiner Ueberschuss der Säure oder Basis in der Flüssigkeit sich befindet: durch die Krystallisation wird das reine Salz ausgeschieden und dieser Ueberschuss bleibt in der Mutterlauge; dieses ist z. B. bei der Verbindung der Salpetersäure mit Kali, Natron, Baryt der Fall. Bildet aber die Säure mehr als Eine Verbindung, eine neutrale und eine basische oder saure, so hat man bei der Darstellung des Salzes noch besondere Umstände zu berücksichtigen. Wird die neutrale Verbindung verlangt, so untersucht man entweder (wenn nemlich der neutrale Zustand auf diese Weise erkennbar ist) durch gefärbte Papiere, ob die Flüssigkeit weder auf Säure noch auf Basis reagirt, oder man wendet eine höhere

Temperatur an, um die Säuremenge zu verjagen, welche das Salz sauer machen würde, oder man setzt einen Ueberschuss von Basis zu und lässt das neutrale Salz herauskrystallisiren. So erhält man z. B. neutrales schwefelsaures Kali, wenn man entweder zu wässrigem Kali (oder kohlsaurem Kali) so lange verdünnte Schwefelsäure hinzufügt, bis geröthetes Lacomuspapier nicht mehr blau und blaues nicht mehr roth gefärbt wird, oder einen Ueberschuss von Schwefelsäure zusetzt, so dass blaues Lacomus roth wird, die Flüssigkeit abdampft und den Rückstand heftig glüht; oder endlich, wenn man zu verdünnter Schwefelsäure überschüssiges Kali (reines oder kohlsaures) bringt, abdampft und krystallisiren lässt; in der Mutterlauge bleibt das überschüssige Alkali. — Will man das saure Salz darstellen, so setzt man noch mehr Säure zu, als zu der Bildung desselben erfordert wird, und lässt entweder krystallisiren, oder entfernt den Säure-Ueberschuss durch eine angemessene erhöhte Temperatur. So erhält man z. B. saures (doppelt) schwefelsaures Kali, wenn man zu neutralem schwefelsaurem Kali etwas mehr Säure setzt, als zur Bildung des sauren Salzes erfordert wird, und den Ueberschuss der Säure bei ganz schwacher, angehender Rothglühhitze verjagt. — In dem Fall aber, wo eine Basis mit einer Säure zwei verschiedene saure Salze bildet, lässt sich zwar dasjenige saure Salz, welches die grösste Menge von Säure enthält, auf die Weise darstellen, dass man einen grossen Ueberschuss von Säure zu der Basis oder dem neutralen Salz hinzufügt, und krystallisiren lässt, aber das weniger saure Salz kann nur auf die Weise dargestellt werden, dass man zu der Basis nicht mehr Säure hinzufügt, als zur Bildung dieses Salzes erfordert wird. So bildet Kali mit Oxalsäure ein neutrales und zwei saure Salze; dasjenige saure Salz, welches die grösste Säuremenge enthält, wird erhalten, wenn man zu Kali einen grossen Ueberschuss von Oxalsäure hinzufügt, namentlich viermal so viel, als zur Bildung des neu-

tralen Salzes erfordert würde, oder, wenn man zu wässrigem neutralem oxalsaurem Kali, oder zu dem weniger sauren Salz eine stärkere Säure, wie Schwefelsäure, Salpetersäure u. s. f. setzt, welche dem Salz so viel Basis entzieht, bis das saurere Salz gebildet ist; das weniger saure Salz aber wird erhalten, wenn man zu Kali oder neutralem oxalsaurem Kali genau so viel Oxalsäure hinzufügt, als zu seiner Bildung erfordert wird. — Soll ein *basisches* Salz dargestellt werden, so bringt man die Säure mit einem Ueberschuss der Basis in Berührung; so erhält man z. B. basisch essigsaures Bleioxyd, wenn man Essigsäure mit einem Ueberschuss von Bleioxyd kocht; basisch schwefelsaures Zinkoxyd, wenn man das in Wasser gelöste neutrale Salz mit Zinkoxyd kocht. Die meisten basischen Salze werden jedoch auf die Weise erhalten, dass man das neutrale Salz in Wasser löst, und die Lösung entweder durch einen ganz geringen Ueberschuss oder durch eine zur Zersetzung unzureichende Menge von Kali oder Ammoniak niederschlägt. Man erhält bisweilen auf diese Weise basische Salze von einem verschiedenen Grad der Basicität. So erhält man z. B. *sechstel-salpetersaures Bleioxyd* durch Fällung des einfach-salpetersauren Bleioxyds mit Ammoniak und längere Digestion des erhaltenen Niederschlags mit Ammoniak; *drittel-salpetersaures Bleioxyd* durch Zersetzung des einfachsauren Salzes mittelst Ammoniak, so dass letzteres nur in sehr geringem Ueberschuss vorhanden ist; *halb-salpetersaures Bleioxyd* durch Vermischung einer Auflösung des einfachsauren Salzes mit einer unzureichenden Menge von Ammoniak, oder auch durch Erhitzen einer Auflösung des einfachsauren Salzes mit Bleioxyd. Was von der Darstellung der basischen Salze gesagt wurde, gilt für sauerstoffsaurer und für wasserstoffsaurer Salze, nur dass letztere als Verbindungen von Oxyd mit der Verbindung des Metalls mit dem Radical der Wasserstoffsäure

betrachtet werden können, und jedenfalls leicht in solche verwandelt werden.

b) Indem man die Säure auf das Metall einwirken lässt, welches in Verbindung mit Sauerstoff die Basis bildet. — Diese Methode findet natürlich nur in dem Fall eine Anwendung, wenn die Darstellung des Metalls mit geringeren Schwierigkeiten verknüpft ist, als die des Oxyds oder des kohlensauren Oxyds, oder wenigstens als die Darstellung eines *reineren* Oxyds; man wendet sie daher nie an bei der Darstellung der Salze, welche die Alkalien und Erden so wie die sehr schwierig reducirbaren eigentlichen Metalloxyde mit den Säuren bilden, während sehr viele eigentliche Metallsalze, z. B. Eisen-, Zink-, Kupfer-, Quecksilber-, Silber-, Gold-, Platin-Salze gewöhnlich nach dieser Methode dargestellt werden. Das Metall wird hierbei durch den Sauerstoff entweder des Wassers oder eines Theils der Säure oxydirt, und das gebildete Oxyd verbindet sich in dem letzteren Fall mit dem Theil der Säure, welcher keine Zersetzung erlitten hat. Da die Wasserstoffsäuren keinen Sauerstoff enthalten und mithin keine Oxydation bewirken können, so ist es klar, dass nur diejenigen wasserstoffsäuren Metallsalze nach dieser Methode dargestellt werden können, deren Metalle wenigstens unter Vermittlung der Wasserstoffsäure das Wasser zu zersetzen d. h. durch den Sauerstoff des Wassers oxydirt zu werden vermögen, wie z. B. Eisen, Zink, Zinn. — In der Ansicht, nach welcher sich die Wasserstoffsäuren nicht mit den Metalloxyden zu verbinden vermögen, sondern blos die Radicale der Wasserstoffsäuren mit den Metallen Verbindungen eingehen, würde man sagen müssen: dass blos solche Metalle das Radical einer Wasserstoffsäure dem Wasserstoff zu entreissen vermögen, welche zu demselben eine grössere Verwandtschaft haben, als der Wasserstoff, was sich aber von selbst versteht.

c) Wenn das Radical der Sauerstoffsäure zu dem Metall der Basis und zugleich zu dem Sauerstoff, und wenn über-

diess das Metall der Basis zu dem Sauerstoff und das Metalloxyd zu der Säure eine grosse Verwandtschaft haben, so lässt sich ein solches sauerstoffsäures Salz auch durch Erhitzen der Verbindung des Radicals der Säure mit dem Metall der Basis an der Luft darstellen, indem dabei Radical und Metall durch den Sauerstoff der Luft oxydirt werden. So lassen sich mehrere Schwefelmetalle und auch einige Phosphor - Metalle durch Erhitzen an der Luft in schwefelsaure und phosphorsaure Metalloxyde verwandeln. Dagegen lässt sich aus Chlor-, Brom-, Jod-, Fluor-Metallen kein sauerstoffsäures Salz auf diese Weise erhalten, wegen der geringen Affinität dieser Salzbilder zum Sauerstoff und der leichten Zersetzbarkeit der Sauerstoffsäuren derselben durch erhöhte Temperatur; das Cyankalium jedoch erzeugt durch schwaches Glühen mit Mangansuperoxyd cyansaures Kali. — Die Verbindungen des Schwefels mit den Alkalimetallen, wie Schwefelkalium, Schwefelbaryum, verwandeln sich ohne Ausnahme beim Erhitzen an der Luft in schwefelsaure Metallsalze, ebenso die Verbindungen des Schwefels mit Kupfer, Eisen, Zink; dagegen werden die Verbindungen des Schwefels mit Silber und Quecksilber, welche Metalle zu dem Sauerstoff eine sehr geringe Verwandtschaft haben, beim Erhitzen an der Luft in schwefligsaures Gas und Metall zersetzt, und selbst die Verbindung des Schwefels mit Eisen zersetzt sich auf diese letztere Weise, wenn die Temperatur zu sehr erhöht ist. — Praktische Anwendung findet diese Methode blos bei der Darstellung der Verbindungen der Schwefelsäure mit Kupferoxyd, Eisenoxydul und Zinkoxyd; man verbindet zuerst das Kupfer mit Schwefel, indem man Schwefel mit Kupfer bei abgehaltenem Zutritt der Luft erhitzt, und erhitzt hierauf diese Verbindung beim Zutritt der Luft, wobei schwefelsaures Kupferoxyd gebildet wird. Ebenso stellt man aus Schwefeleisen und Schwefelzink durch gelindes Rösten an der Luft, oder indem man erstere Verbindung nur an feuchter Luft liegen lässt, schwefelsaures Eisenoxydul und Zinkoxyd dar.

d) Die wasserstoffsauren Salze lassen sich auf die Weise darstellen, dass man das Radical der Säure mit dem Metall, oder, was häufiger geschieht, mit dem Metalloxyd zusammenbringt, und die Verbindung in Wasser auflöst. In dem ersteren Fall erhält man das reine wasserstoffsaurer Salz, in letzterem dieses Salz gemengt mit einem sauerstoffsaurer Salz, welches dadurch entsteht, dass ein Theil jenes Radicals durch den Sauerstoff eines Theils der Basis oder des Wassers gesauert wird. So gibt z. B. Chlor, Schwefel u. s. f. mit Kalium eine Verbindung, die, in Wasser gelöst, reines wasserstoffsaurer Salz darstellt; Chlor mit wässrigem Kali dagegen salzsaures Kali mit chlorsaurem Kali gemengt; Schwefel mit wässrigem Kali gekocht: schwefelwasserstoffsaurer Kali mit unterschwefligsaurem Kali gemengt; Schwefel mit Kali geglüht und die Masse in Wasser gelöst: schwefelwasserstoffsaurer Kali mit schwefelsaurem Kali gemengt.

e) Einige sauerstoffsaurer Salze werden auf die Weise dargestellt, dass man die Säure erst bei der Bildung des Salzes sich bilden lässt; so das chlorsaure und salpetersaurer Kali, das knallsaurer (cyansaure) Silberoxyd u. a. (vgl. S. 98. 218. 266.).

f) Die in Wasser unauf löslichen neutralen Salze (die unauf löslichen basischen Salze werden nach der bei n°. a. angegebenen Methode erhalten) werden bisweilen durch un mittelbares Zusammenbringen der Säure mit der Basis dargestellt. Ist dabei das in Wasser unauf lösliche Salz in Säuren auf löslich, so wird ein Ueberschuss von Basis zugefügt, sofern diese in Wasser auf löslich ist; oder es wird ein Ueberschuss der Säure zugesetzt, der dann wieder durch Zusatz einer Basis entfernt wird, welche selbst in Wasser auf löslich ist und mit der Säure ein auf lösliches Salz bildet. So lässt sich neutraler schwefelsaurer Baryt aus Baryt und Schwefelsäure darstellen, und es ist gleichgültig, ob Säure oder Basis im Ueberschuss vorhanden sind, weil dieses Salz

in überschüssiger Säure wie in überschüssiger Basis unauflöslich ist. Ebenso lässt sich kohlenaurer Kalk aus Kalkwasser (in Wasser aufgelöstem Kalk) und Kohlensäure erhalten; weil aber überschüssige Kohlensäure das Salz auflösen würde, so setzt man überschüssiges Kalkwasser zu, in welchem sich das Salz nicht auflöst. So lässt sich ferner phosphorsaurer Kalk darstellen, indem man Kalk mit überschüssiger Phosphorsäure zusammenbringt, wobei zuerst eine in Wasser lösliche Verbindung entsteht; hierauf Ammoniak zusetzt, wodurch die freie Säure neutralisirt und die in Wasser unauflösliche Verbindung niedergeschlagen wird. In diesen und ähnlichen Fällen läuft man jedoch Gefahr, eine basische Verbindung, anstatt einer neutralen, zu erhalten.

Die neutralen in Wasser unauflöslichen Salze, so wie die in Wasser unauflöslichen wasserstoffsaurer Salze, oder vielmehr die in Wasser unauflöslichen Verbindungen der Radicale der Wasserstoffsäuren mit Metallen werden jedoch beinahe immer auf die Weise dargestellt, dass man zwei in Wasser auflösliche und in Wasser gelöste neutrale Salze mit einander vermischt, von denen das eine die Säure, das andere die Basis des darzustellenden, in Wasser unauflöslichen Salzes enthält; z. B. einfach-phosphorsaurer Kalk, kohlenaurer Kalk, durch Vermischen von in Wasser gelöstem einfach-phosphorsaurem oder kohlensaurem Natron mit neutralem salzsaurem Kalk; Chlorsilber, Jodquecksilber durch Vermischen von in Wasser gelöstem salpetersaurem Silberoxyd mit in Wasser gelöstem Chlornatrium, von in Wasser gelöstem Quecksilbersalz mit in Wasser gelöstem Jodkalium u. s. f. — Nach dieser Methode lassen sich nicht nur alle in Wasser unlösliche, sondern auch alle in Wasser schwerlösliche Salze darstellen, nur muss dann die Flüssigkeit, wenn sie zu wässerig ist, durch Abdampfen concentrirt werden. Beim Vermischen zweier in Wasser gelösten Salze, deren Basis und Säure eine verschiedene ist,

erfolgt nemlich ein Austausch der Bestandtheile dann, wenn durch diesen Austausch in Wasser schwerlöslichere Verbindungen gebildet werden. So lässt sich z. B. nicht nur der in Wasser sehr schwerlösliche schwefelsaure Kalk durch Vermischen von in Wasser gelöstem schwefelsaurem Natron und salzsaurem Kalk, welche beide Salze in Wasser sehr leicht löslich sind, darstellen, sondern es lässt sich auch das in Wasser gelöste kohlensaure Kali durch in Wasser gelöstes schwefelsaures oder salzsaures Natron zersetzen, wobei in dem ersteren Fall kohlensaures Natron und schwefelsaures Kali, in letzterem kohlensaures Natron und salzsaures Kali gebildet wird, ungeachtet in diesen beiden Fällen die Verschiedenheit in der Auflöslichkeit der durch die Zersetzung hervorgehenden und der vor der Zersetzung bestandenen Salze nicht so bedeutend ist.

g) Doppelsalze, welche, wie schon bemerkt wurde, in den meisten Fällen eine gemeinschaftliche Säure aber zwei verschiedene Basen enthalten, werden durch Vermischen der in Wasser gelösten einfachen Salze erhalten. Durch Krystallisation lässt sich das Doppelsalz, das gewöhnlich schwerer löslich ist, als jedes der einzelnen Salze, und in einer andern Form krystallisirt, von dem Ueberschuss des einen der mit einander vermischten Salze meistens trennen. Lässt sich das eine Salz leicht als saures Salz erhalten, so ist die bequemste Methode, das Doppelsalz darzustellen, die, dass man die überschüssige Säure dieses Salzes mit der reinen oder kohlensauren Basis des andern Salzes sättigt; so werden die Doppelsalze, welche aus der Verbindung des neutralen (einfach) weinsauren Kalis mit andern weinsauren Salzen, z. B. weinsaurem Natron, weinsaurem Antimonoxyd entstehen, am leichtesten auf die Weise erhalten, dass man saures (doppelt) weinsaures Kali mit der andern Basis des Doppelsalzes sättigt. Doppelsalze lassen sich jedoch auch erhalten, wenn nur die eine Basis in Verbindung mit der

Säure des Doppelsalzes, die andere aber in Verbindung mit einer andern Säure angewendet wird; so erhält man weinsaures Kali-Natron, wenn man in Wasser gelöstes neutrales weinsaures Kali mit in Wasser gelöstem salzsaurem oder schwefelsaurem Natron vermischt und krystallisiren lässt; ein Theil weinsaures Kali zersetzt sich mit dem zugesetzten Salz in salzsaures oder schwefelsaures Kali und in weinsaures Natron, welches letztere mit einem andern Theil unzersetzt gebliebenen weinsauren Kalis das Doppelsalz bildet. Eben so erhält man aus phosphorsaurem Natron und salzsaurem Ammoniak, phosphorsaures Natron-Ammoniak und salzsaures Natron.

2) *Verbindungen der Schwefelmetalle mit Schwefelmetallen; (Schwefelsalze von Berzelius).*

Schwefelsalze nennt Berzelius, wie oben schon bemerkt wurde, diejenigen Verbindungen von Schwefelmetallen, in welchen das eine Metall ausgezeichnet elektronegativ, das andere ausgezeichnet elektropositiv ist, also die Verbindungen von Schwefelarsenik, Schwefelantimon, Schwefelwolfram, Schwefelmolybdän, Schwefeltellur, Schwefelzinn, Schwefelgold, Schwefelplatin, Schwefelrhodium, so wie die Verbindungen des Schwefelwasserstoffs, des Schwefelkohlenstoffs, des Schwefelcyanwasserstoffs mit elektropositiven Schwefelmetallen. Verbindungen von solchen Schwefelmetallen, in welchen beide Metalle ausgezeichnet elektropositiv sind, werden nicht Salze genannt, so wenig als man Verbindungen entschiedener Salzbasen mit entschiedenen Salzbasen, Salze zu nennen pflegt. Die Verbindung von Schwefel-eisen mit Schwefelkupfer (Kupferkies) z. B. wird also kein Salz genannt, weil sowohl Kupfer als Eisen ausgezeichnet elektropositive (d. h. Basen bildende) Metalle sind. Eine scharfe Gränzlinie lässt sich übrigens hier noch viel weniger ziehen, als bei den oxydirten Verbindungen, wenn bei diesen die Frage entsteht, ob sie Salze genannt werden sollen oder nicht.

Die interessantesten Verbindungen der Schwefelmetalle sind unstreitig diejenigen, welche Berzelius Schwefelsalze nennt. In diesen Schwefelsalzen spielen nur diejenigen Schwefelverbindungen des elektropositiven Metalls die Rolle einer Salzbasis, welche den oxydirten Basen dieses Metalls proportional zusammengesetzt sind, d. h. welche eben so viele Schwefelatome, als diese Sauerstoffatome enthalten; die höheren Schweflungsstufen der elektropositiven Metalle, welche in Absicht auf Zusammensetzung den Superoxyden entsprechen, vermögen sich nicht mit elektronegativen Schwefelmetallen zu verbinden, gerade wie die Superoxyde mit eigentlichen Säuren keine Verbindungen einzugehen vermögen; sie können nur ihren Schwefelüberschuss an andere Metalle absetzen.

Die elektronegativen Schwefelmetalle entsprechen in Absicht auf Zusammensetzung den Metallsäuren, welche diese Metalle mit Sauerstoff bilden und verbinden sich in der That wie Säuren mit den elektropositiven Schwefelmetallen (Basen). Wenn daher ein elektronegatives Metall, wie z. B. das Chrom, mit Sauerstoff auch eine Salzbasis bildet, so wird die dieser Salzbasis proportionale Schwefelverbindung als Basis, d. h. als elektropositives Schwefelmetall in einem Schwefelsalz auftreten können, wie es bei dem, dem Chromoxydul proportionalen, Schwefelchrom wirklich der Fall ist. Alle Metalle, welche mit Sauerstoff eine einzige oxydirte Salzbasis bilden, bilden daher auch mit Schwefel nur eine einzige Schwefelbasis; verschiedene Reihen von Schwefelsalzen in Beziehung auf die Schwefelbasis können daher nur bei denjenigen Metallen vorkommen, welche in Verbindung mit Sauerstoff die sogenannten eigentlichen Metalloxyde darstellen, d. h. bei den schweren Metallen, sofern mehrere von diesen mit Sauerstoff zwei Salzbasen bilden, während alle Erd- und alle Alkali-Metalle nur eine einzige oxydirte Basis mithin auch nur Eine Schwefelbasis besitzen. — In Beziehung auf die *Schwefel-Säuren*

(wenn es erlaubt ist, diesen Namen hier den elektronegativen Schwefelmetallen zu geben, welche in den Schwefelsalzen die Rolle der Säuren spielen) ist zu bemerken, dass den Sauerstoffsäuren dieser elektronegativen Metalle proportional zusammengesetzte Schwefelverbindungen — Schwefelsäuren — gewöhnlich entsprechen, und dass es sogar ausserdem noch häufig Schwefelverbindungen gibt, denen keine bekannte Sauerstoffverbindung der Zusammensetzung nach entspricht, und die dann gleichfalls die Rolle von Säuren in den Schwefelsalzen spielen, wie z. B. das unter dem Namen Realgar bekannte Schwefelarsenik, welches einer unbekannteren Oxydationsstufe des Arseniks entspricht, die weniger Sauerstoff enthalten würde als die arsenige Säure; ferner ein aus 4 At. Schwefel und 1 At. Metall bestehendes Schwefelmolybdän, das einer unbekannteren Oxydationsstufe des Molybdäns, welche 4 At. Sauerstoff (die höchste bekannte Oxydationsstufe dieses Metalls, die Molybdänsäure, enthält 3 At. Sauerstoff) enthalten würde, entspricht. Auch in Beziehung auf die Säuren, welche einige elektronegative Metalle in ihrer Verbindung mit Schwefel darstellen, sind daher häufig *mehrere Reihen* von Schwefelsalzen zu unterscheiden, gerade wie den verschiedenen Sauerstoffsäuren, welche ein Element in seiner Verbindung mit verschiedenen Sauerstoffmengen darstellt, verschiedene Reihen von sauerstoffsäuren Salzen entsprechen. Ausserdem kommt noch in Betracht, dass diese Schwefelsalze in einem sehr verschiedenen Zustand der Sättigung sich befinden können, so dass z. B. 1 Atom von dem elektropositiven Schwefelmetall (Schwefelbasis) mit $\frac{2}{3}$, 1, 2, 3. u. s. f. Atomen von dem elektronegativen Schwefelmetall (Schwefel-Säure) verbunden seyn kann, dass also basische, neutrale und saure Schwefelsalze unterschieden werden müssen. Alle diese Umstände machen eine kurze und zugleich bestimmte Bezeichnung dieser verschiedenen Schwefelverbindungen beinahe unmöglich,

und ich will es nun versuchen, durch einige Beispiele diesen Gegenstand dem Anfänger, für den das Studium desselben etwas Abschreckendes zu haben pflegt, deutlich zu machen.

Das Kalium, welches mit Sauerstoff nur eine einzige Salzbasis bildet, bildet auch mit Schwefel, ungeachtet es mit demselben in sehr vielen Verhältnissen sich verbinden kann, nur eine einzige (dem Kali proportional zusammengesetzte) Schwefel-Basis, das Einfach-Schwefelkalium. — Das Arsenik dagegen bildet mit Sauerstoff zwei Verbindungen, die beide Säuren sind, und diesen entsprechen Schwefelverbindungen, welche durchaus die Rolle von Säuren in den Schwefelsalzen spielen; die eine dieser Verbindungen, der arsenigen Säure entsprechend, ist das Operment, *Anderthalb-Schwefelarsenik*, d. h. eine Verbindung von $1\frac{1}{2}$ At. Schwefel und 1 At. Arsenik, wie auch die arsenige Säure eine Verbindung von $1\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff und 1 At. Arsenik ist; die andere ist ein citrongelbes Pulver (sie hat keinen Trivial-Namen), *Dritthalb-Schwefelarsenik*, d. h. eine Verbindung von $2\frac{1}{2}$ At. Schwefel und 1 At. Arsenik, der Arseniksäure entsprechend. Ausserdem gibt es noch eine Schwefelverbindung des Arseniks, das Realgar, *Einfach-Schwefel-Arsenik*, welcher keine Sauerstoffverbindung entspricht, welche aber dennoch ebenfalls als Säure in den Schwefelsalzen auftritt. Man hat also, in Beziehung auf die Säure, drei Reihen von Schwefelsalzen zu unterscheiden, in welchen 3 verschiedene Schweflungsstufen des Arseniks als Säuren auftreten, so wie es z. B. auch 3 Reihen von sauerstoffsäuren Salzen gibt, in welchen die drei Sauerstoffsäuren des Phosphors die Säuren sind. Ist nun ferner das Metall der Schwefelbasis ein solches, welches, wie z. B. das Eisen, mit Sauerstoff 2 oxydirte Salzbasen, mithin mit Schwefel zwei Schwefelbasen bildet, so haben wir nicht weniger als 6 verschiedene Reihen von Schwefelsalzen, welche

welche diese zwei Metalle (Arsenik und Eisen) in ihrer Verbindung mit Schwefel darstellen, wobei noch überdiess jedes einzelne dieser sechserlei Salze in mehrfachen Sättigungsgraden auftreten kann. Ohne zunächst auf die verschiedenen Sättigungsgrade Rücksicht zu nehmen, würde man diese Salze (wenn sie alle möglich wären) auf folgende Weise, nach der Zusammensetzung, benennen können: 1) Einfachschwefelarsenik-Einfachschwefeleisen. 2) Einfachschwefelarsenik-Anderthalbschwefeleisen. 3) Anderthalbschwefelarsenik-Einfachschwefeleisen. 4) Anderthalbschwefelarsenik-Anderthalbschwefeleisen. 5) Drittehalbschwefelarsenik-Einfachschwefeleisen. 6) Drittehalbschwefelarsenik-Anderthalbschwefeleisen.

No. 1. ist eine Verbindung von Realgar mit dem dem Eisenoxydul proportionalen Schwefeleisen; no. 2. von Realgar mit dem dem Eisenoxyd proportionalen Schwefeleisen; no. 3. ist eine Verbindung von Operment mit dem dem Eisenoxydul, no. 4. von Operment mit dem dem Eisenoxyd proportionalen Schwefeleisen; no. 5. eine Verbindung von dem der Arseniksäure proportionalen Schwefelarsenik mit dem dem Eisenoxydul proportionalen Schwefeleisen; no. 6. eine Verbindung von diesem zuletzt genannten Schwefelarsenik mit dem dem Eisenoxyd proportionalen Schwefelarsenik. Damit ist jetzt aber die Sache noch nicht abgemacht, denn alle diese Benennungen bezeichnen bloß eine Verbindung zweier bestimmter Schwefelmetalle im Allgemeinen, nicht aber den bestimmten Sättigungsgrad, in welchem diese Verbindung sich befindet; dieser Sättigungsgrad muss jetzt noch durch einen weiteren Beisatz von *Zweidrittel*, *Einfach*, *Anderthalb*, *Doppelt* u. s. f. bezeichnet werden. So wird also z. B. die Benennung: a) *Zweidrittel* (Anderthalbschwefelarsenik-Einfachschwefeleisen), b) *Doppelt* (Anderthalbschwefelarsenik-Einfachschwefeleisen), c) *Einfach* (Anderthalbschwefelarsenik-Einfachschwefeleisen) aussagen: dass in a und b zwei Atome Anderthalbschwefelarsenik, in a mit 3 At., in b mit 1

At. Einfachschwefeleisen, und dass in c) 1 At. Anderthalb-
schwefelarsenik mit 1 At. Einfachschwefeleisen verbunden
seyen. — Diese Bezeichnungsweise ist zwar sehr bestimmt,
aber im höchsten Grade schleppend, weil schon die ver-
schiedenen Verbindungen des Schwefels mit den Metallen
auf eine Weise bezeichnet werden, welche die Zusammen-
setzung ausdrückt, und wenn sich diese Schwefelmetalle mit
einander zu Salzen verbinden, die besondere Art der Zu-
sammensetzung des Schwefelsalzes, nemlich die besondere
Sättigungsstufe desselben, nochmals auf die gleiche Weise
bezeichnet wird. Bei den Sauerstoffverbindungen wird nur
diese letztere ausdrücklich bezeichnet; die Sauerstoffverbin-
dungen erster Ordnung werden auf eine viel kürzere, wenn
gleich allerdings weniger bezeichnende Weise von einander un-
terschieden; man sagt z. B. nicht: Zweifachsauerstoffschwefel,
wie man sagt: Zweifachschwefelkalium, sondern: schweflige
Säure; nicht: Dreifachsauerstoffschwefel, sondern: Schwefel-
säure; nicht: Einfachsaureiseneisen, sondern: Eisenoxydul;
nicht: Anderthalbsauerstoffeisen, sondern: Eisenoxyd. Wür-
de man die Sauerstoffverbindungen erster Ordnung ebenfalls
auf eine die Zusammensetzung ausdrückende Weise be-
zeichnen, so würde die Benennung der Sauerstoffverbindun-
gen zweiter Ordnung eben so schleppend ausfallen, wie die
der Schwefelverbindungen zweiter Ordnung; doppeltschwe-
felsaures Kali z. B. würde dann Doppelt (Dreifachsauerstoff-
schwefel-Einfachsaureiseneisen) genannt werden müssen.

Berzelius hat eine weniger schleppende und wohl-
klingendere Bezeichnung für diese Verbindungen vorgeschla-
gen, die, was die elektronegativen Schwefelmetalle (Schwe-
fel-Säuren) betrifft, derjenigen analog ist, welcher man sich
für die Bezeichnung der Sauerstoffsäuren bedient, und bereits
S. 1722 ff. angeführt worden ist.

Was aber die *Schwefelbasen* betrifft, so bezeichnet Ber-
zelius die Schwefelbasen derjenigen Metalle, welche nur

eine einzige Schwefelbasis bilden, auf die Weise, dass er das Wort Schwefel *vor* das des Metalls hinsetzt; z. B. Schwefelkalium, Schwefelsilber. Bildet dagegen ein Metall mit Schwefel zwei Schwefelbasen, so wird diejenige, welche dem Oxydul proportional ist, wiederum so bezeichnet, dass man das Wort Schwefel *vor* das des Radicals setzt; diejenige aber, welche dem Oxyd proportional ist, auf die Weise, dass das Wort Schwefel *hinter* das des Radicals gesetzt wird; *Schwefeleisen* z. B. ist die dem Eisenoxydul proportionale Schwefelbasis, d. h. die, welche aus 1 At. Eisen und 1 At. Schwefel besteht, wie das Eisenoxydul 1 At. Eisen auf 1 At. Sauerstoff enthält, *Eisenschwefel* dagegen ist die dem Eisenoxyd proportionale Schwefelbasis. So wird z. B. Einfach (Anderthalbschwefelarsenik - Einfachschwefeleisen) die weit einfachere Benennung: Einfach arsenichtschwefliges - Schwefeleisen, und: Zweidrittel (Drittelhalb Schwefelarsenik - Andert halbschwefeleisen) die Benennung: Zweidrittel arsenikschweflicher Eisenschwefel erhalten.

In der neuesten Ausgabe des Lehrbuchs der Chemie von Berzelius ist, wie schon oben bemerkt wurde, die lateinische Nomenclatur zu Grunde gelegt, in welcher *Sulfid* eine elektronegative, *Sulfuret* eine elektropositive Schwefelverbindung bezeichnet. Die zwei Schwefelbasen, welche Metalle, die mit Sauerstoff zwei oxydirte Salzbasen bilden, besitzen, können in dieser Nomenclatur sehr bequem auf eine solche Weise unterschieden werden, dass zugleich die Verschiedenheit in der Zusammensetzung derselben bestimmt ausgedrückt wird. Eisensulfuret z. B. bezeichnet die dem Eisenoxydul, und Eisensesquisulfuret die dem Eisenoxyd entsprechende Schwefelbasis des Eisens; denn so wie (bei gleicher Menge von Eisen) das Eisenoxyd $1\frac{1}{2}$ mal so viel Sauerstoff enthält als das Eisenoxydul, so enthält die schwefelreichere Schwefelbasis des Eisens $1\frac{1}{2}$ mal so viel Schwefel, als die schwefelärmere. — Was die elektronegativen Schwefel-

verbindungen (Schwefel-Säuren) betrifft, so werden diese auf die schon oben angeführte Weise bezeichnet; *Sulfarseniat*, *Sulfarsenit*, *Hyposulfarsenit* z. B. bezeichnen die 3 bekannten Schwefelverbindungen des Arseniks, welche sämmtlich die Rolle von Säuren spielen; die erste entspricht der Arseniksäure, die zweite der arsenigen Säure, die dritte (Realgar) keiner bekannten Oxydationsstufe des Arseniks. Was wir z. B. arsenichtschwefliges Schwefeleisen genannt haben, ist nach dieser Benennung *Sulfarsenit von Eisensulfuret*, und arsenikschwefliges Eisenschwefel ist gleichbedeutend mit *Sulfarseniat von Eisensesquisulfuret*.

In dieser Benennungsweise wird der Name der Schwefelbasis bloß dann, wenn 2 Schwefelbasen existiren, nach dem der elektronegativen Schwefelverbindung gesetzt, also z. B. bei dem Eisen, dem Quecksilber, Kupfer u. s. f. In allen Fällen aber, wo nur eine einzige Schwefelbasis existirt, d. h. also in allen Fällen, wo das Metall nur eine einzige oxydirte Salzbasis besitzt, wird der Name der Schwefelbasis vor dem der elektronegativen Schwefelverbindung gesetzt, und zwar, der Kürze wegen, nur der Name des Metalls der Schwefelbasis, sofern hier keine Verwechslung möglich ist, da nur Eine Schwefelbasis existirt. So sagt man z. B. *Kalium - Sulfarsenit* statt: Kaliumsulfuret-Sulfarsenit, oder statt Sulfarsenit von Kaliumsulfuret, denn man weiß ja, dass von allen Schwefelverbindungen des Kaliums nur allein das Einfachschwefelkalium mit dem Oxyd in Verbindung treten kann; so sagt man ferner *Kobalt - Sulfarseniat*, statt Kobaltsulfuret-Sulfarseniat, oder statt Sulfarseniat von Kobaltsulfuret, weil von allen Schwefelverbindungen des Kobalts bloß die dem Oxyd proportionale mit dem der Arseniksäure proportionalen Schwefelarsenik in Verbindung treten kann.

Die verschiedenen Sättigungsstufen, welche bei solchen Verbindungen vorkommen können, werden auf die Weise bezeichnet, dass man, wenn das Salz ein saures ist, die

Worte *bi*, *sesqui*, *tri*, u. s. f. vor den Namen der Säure, und wenn es ein basisches Salz ist, die Worte: *sesquibasisch* (anderthalbbasisch), *bibasisch* (doppeltbasisch) u. s. f. vor den Namen der Säure sowohl als der Basis setzt. Kalium-Bisulfarseniät z. B. ist eine Verbindung von 1 At. Einfachschwefelkalium mit 2 At. (oder vielmehr mit einem Doppelatom) des der Arseniksäure proportionalen Schwefelarseniks. — Bekanntlich erklärt man diejenigen arseniksauren Salze für neutral, in welchen der Sauerstoff der Säure zu dem der Basis sich = 5:2 verhält, und so erklärt man denn auch diejenigen Schwefelsalze, welche den der Arseniksäure proportionalen Schwefelarsenik als Säure enthalten, für neutral, in welchen der Schwefel des Schwefelarseniks sich zum Schwefel der Basis = 5:2 verhält. Wenn daher ein Doppelatom dieses Schwefelarseniks eine Verbindung ist von 5 Atomen Schwefel mit 2 Atomen Arsenik, so ist eine Verbindung eines solchen Doppelatoms mit 1 At. Einfach-Schwefelkalium ein Bisulfarseniät. — Sesquibasisches (Anderthalb-basisches) Kalium-Sulfarseniät ist eine Verbindung von Anderthalb Atomen Schwefelkalium mit 1 At. des der Arseniksäure proportionalen Schwefelarseniks (sofern angenommen wird, dass ein solches Atom aus 1 Atom Arsenik und $2\frac{1}{2}$ At. Schwefel bestehe), oder also eine Verbindung von 3 At. Schwefelkalium mit einem Doppelatom Schwefelarsenik.

Die Zusammensetzung der Schwefelsalze lässt sich durch Zeichen auf analoge Weise ausdrücken, wie die der sauerstoffsäuren Salze, nur setzt man anstatt der Punkte, welche die Sauerstoffatome bezeichnen, Striche zur Bezeichnung der

Schwefelatome. $\overset{1}{\text{K}}\overset{\text{II}}{\overset{\text{III}}{\text{A}}}\text{s}$ z. B. ist neutrales Kalium-Sulfarseniät, oder neutrales arsenikschwefeliges Schwefelkalium, d. h. eine Verbindung von zwei Atomen Einfach-Schwefelkalium mit einem Doppelatom des der Arseniksäure proportionalen Schwefelarseniks; $\overset{1}{\text{K}}\overset{\text{II}}{\overset{\text{III}}{\text{A}}}\text{s}$ ist sesquibasisches Ka-

lium-Sulfarseniat, d. h. eine Verbindung von 3 At. Schwefelkalium mit 1 Doppelatom jenes Schwefelarseniks; $\overset{I}{K} \overset{III}{As}$ ist Kalium-Bisulfarsenit, oder doppelt arsenichtschwefliges Schwefelkalium, d. h. eine Verbindung von 1 At. Schwefelkalium mit 2 At. des der arsenigen Säure proportionalen Schwefelarseniks (sofern 1 At. dieses letzteren aus 1 At. Arsenik und $1\frac{1}{2}$ At. Schwefel besteht), oder eine Verbindung von 1 At. Schwefelkalium mit 1 Doppelatom jenes Schwefelarseniks (sofern ein solches Doppelatom aus 2 At. Arsenik und 3 At. Schwefel besteht); $\overset{I}{K} \overset{III}{Mo}$ ist Kalium-Sulfomolybdat, oder molybdänschwefliges Schwefelkalium, d. h. eine Verbindung von 1 At. Schwefelkalium mit 1 At. des der Molybdänsäure, welche 3 At. Sauerstoff enthält, proportionalen Schwefelmolybdäns; $\overset{I}{K} \overset{III}{Mo}$ ist Kalium-Hypersulfomolybdat, d. h. eine Verbindung von 1 At. Schwefelkalium mit 1 At. eines Schwefelmolybdäns, welchem keine bekannte Oxydationsstufe dieses Metalls entspricht u. s. f.

Was nun die *Darstellung der Schwefelsalze* im Allgemeinen betrifft, so ist es nur allein nöthig, von der Darstellung der im Wasser löslichen Schwefelsalze zu sprechen, denn die im Wasser unlöslichen werden gewöhnlich durch Zersetzung eines im Wasser löslichen Schwefelsalzes und eines im Wasser löslichen sauerstoffsäuren oder wasserstoffsäuren Salzes erhalten, dessen oxydirte Basis in die Schwefelbasis des darzustellenden unlöslichen Schwefelsalzes sich verwandelt, oder auch durch Zusammenbringen dieser oxydirten Basis mit dem in Wasser gelösten Schwefelsalz. So z. B. erhält man Einfach-arsenichtschwefliges Kupferschwefel (Sulfarsenit von Kupferbisulfuret, $\overset{I}{Cu} \overset{III}{As}$), wenn man ein Kupferoxydsalz durch in Wasser gelöstes arsenichtschwefliges Schwefelkalium (Kalium-Sulfarsenit) nieder-

schlägt, wobei Kupferoxyd und Schwefelkalium ihre Bestandtheile gegenseitig austauschen und Kupferschwefel (Kupferbisulfuret) und Kali gebildet wird, welches letztere mit der Säure des Kupfersalzes in Verbindung tritt, während der Kupferschwefel mit dem Schwefelarsenik das unauflösliche Schwefelsalz bildet; so erhält man ferner verschiedene basische Verbindungen von Anderthalbschwefelarsenik (Sulfarsenit) mit Kupferschwefel, wenn man Kupferoxydhydrat mit einer Auflösung von arsenichtschwefligem Schwefelkalium digerirt.

Die im Wasser löslichen Schwefelsalze lassen sich nach Berzelius auf verschiedene Weise darstellen *).

a) Indem man die im Wasser lösliche und gelöste Schwefelbasis entweder rein oder mit Schwefelwasserstoff verbunden so lange auf das im Wasser unlösliche elektronegative Schwefelmetall einwirken lässt, als es von demselben aufzulösen vermag. Der mit der Schwefelbasis verbundene Schwefelwasserstoff wird durch das unauflösliche Schwefelmetall auf dieselbe Weise unter Aufbrausen ausgetrieben, wie die Kohlensäure aus ihren Verbindungen mit oxydirten Basen durch stärkere Säuren ausgetrieben wird. Und so wie man häufig zur Darstellung eines sauerstoffsäuren Salzes nicht die reine, sondern die mit Kohlensäure verbundene Basis anwendet, weil das kohlen saure Salz sehr oft leichter zu erhalten ist, als die reine Basis, so wendet man gewöhnlich zur Darstellung der auflöslichen Schwefelsalze nicht die reine, sondern die mit Schwefelwasserstoff zu einem Schwefelsalz verbundene Schwefelbasis an, weil diese Verbindung im Allgemeinen leichter darstellbar ist als das reine Schwefelmetall, und der Schwefelwasserstoff durch

*) Der grösseren Einfachheit wegen wollen wir hier annehmen, dass die im Wasser löslichen Schwefelmetalle und Schwefelsalze sich *als solche*, d. h. ohne Wasserzersetzung, im Wasser lösen.

das elektronegative Schwefelmetall so leicht ausgetrieben wird. So erhält man namentlich, indem man Schwefelwasserstoffgas in wässriges Kali oder Ammoniak treten lässt, wasserstoffschwefliges Schwefelkalium und wasserstoffschwefliges Schwefelammonium (oder nach der Ansicht, welche diese Schwefelmetalle als schwefelwasserstoffsäure Salze betrachtet: doppelhydrothionsaures Kali und Ammoniak).

b) Indem man das elektronegative Schwefelmetall in der in Wasser gelösten Salzbasis (Kali, Ammoniak u. s. f.) auflöst. Ist die Basis eine oxydirte, z. B. Kali, so zerfällt ein Theil derselben in Kalium und Sauerstoff; das Kalium verbindet sich mit dem Schwefel eines Theils des elektronegativen Schwefelmetalls zu Schwefelkalium, und der Sauerstoff verbindet sich nicht mit Schwefel, sondern mit dem elektronegativen Metall zu Säure, die mit einem andern Theil unzersetzt gebliebenem Kali ein sauerstoffsäures Salz bildet, indess das gebildete Schwefelkalium mit einem Theil unzersetzt gebliebenem elektronegativen Metall ein Schwefelsalz erzeugt. So erhält man z. B. durch Auflösen von Anderthalbschwefelarsenik in kaustischem Kali ein Gemeng von Anderthalbschwefelarsenik - Schwefelkalium (arsenichtschwefligem Schwefelkalium, Kalium-Sulfarsenit) und von arsenigsäurem Kali.

c) Indem man ein in Wasser gelöstes wasserstoffschwefliges Schwefelmetall (ein Sulfhydrat) mit der Sauerstoffsäure desjenigen Metalls vermischt, welches das elektronegative Schwefelmetall in dem Schwefelsalz abgeben soll. Die Zersetzungen, welche in diesem Fall stattfinden, sind von ziemlich verwickelter Art. Die Metallsäure nemlich ist dem Schwefelwasserstoff nicht proportional zusammengesetzt, sie enthält mehr Atome Sauerstoff, als dieser Wasserstoffatome enthält; wenn z. B. 1 Atom Metallsäure (Arseniksäure) $2\frac{1}{2}$ At. Sauerstoff enthält, so werden, da 1 At. Schwefelwasserstoff 1 At. Schwefel und 1 At. Wasserstoff enthält, $2\frac{1}{2}$ At. Schwefelwasserstoff erfordert werden, um aus 1 At.

Metallsäure $2\frac{1}{2}$ At. Wasser und 1 At. der Metallsäure proportionales Schwefelmetall zu erzeugen; besteht nun z. B. das wasserstoffschweflige Schwefelsalz aus 1 At. Schwefelwasserstoff und 1 At. Schwefelbasis, so wird dieses eine Atom Schwefelwasserstoff mit der Metallsäure nur $\frac{2}{5}$ Atome eines der Metallsäure proportionalen Schwefelmetalls erzeugen (denn $2\frac{1}{2} : 1 = 1 : \frac{2}{5}$), welche nicht hinreichen, das eine Atom Schwefelbasis (Schwefelkalium) zu sättigen. Daher kommt es nun, dass auch ein Theil Schwefelbasis durch die Metallsäure zersetzt wird, indem das Kalium derselben durch den Sauerstoff der Metallsäure zu Kali oxydirt wird, welches sich mit einem andern Theil Metallsäure verbindet, während der Schwefel des Schwefelkaliums mit dem Metall der Metallsäure zusammentritt. So wird, theils durch weitere Erzeugung von elektronegativem Schwefelmetall, theils durch Verminderung des elektropositiven Schwefelmetalls, das richtige Verhältniss zwischen dem elektronegativen und dem elektropositiven Schwefelmetall hergestellt. Auch hier wird also, wie in dem vorigen Fall, ein Schwefelsalz, neben einem sauerstoffsäuren Salz, in welchem das oxydirte Metall des elektronegativen Schwefelmetalls als Säure auftritt, gebildet, und es entsteht in der Regel kein freies Alkali, weil es durch die Metallsäure gesättigt wird. — Wirkt statt des wasserstoffschwefligen Schwefelkaliums, wasserstoffschwefliges Schwefelammonium auf eine solche Metallsäure ein, so wird, wenn die Metallsäure wenig Neigung hat, sich mit dem Ammoniak zu verbinden, wie dieses z. B. bei der arsenigen Säure der Fall ist, Ammoniak frei. —

Für den Fall, wo eine Basis, aber nicht eine oxydirte Basis wie bei no. b, sondern Ammoniak, so wie für den Fall, wo eine Schwefelbasis, aber nicht eine solche, deren Metall mit Sauerstoff eine oxydirte Basis bildet, sondern Schwefelammonium, zu der Darstellung des Schwefelsalzes angewendet

wird, ist die Erklärung des Hergangs bei der Bildung eines solchen Schwefelsalzes dieselbe, wie sie unter no. b. und c. gegeben wurde, nur bildet sich das Ammonium (bei b.) nicht durch eine Zersetzung des Ammoniaks, wie sich Kalium aus Kali bildet, sondern indem das Ammoniak aus dem Wasser noch 1 At. Wasserstoff aufnimmt, und dadurch zu Ammonium wird, während der Sauerstoff von dem *Wasser*, anstatt vorher von dem *Kali* geliefert wird; auch wird ein Theil Ammonium (bei c.) durch den Sauerstoff der Metallsäure dadurch in Ammoniak verwandelt, dass dieser Sauerstoff mit dem einen von den 4 Atomen Wasserstoff des Ammoniaks Wasser bildet. Setzt man statt Schwefelammonium, schwefelwasserstoffsäures Ammoniak, so ist anzunehmen, dass der Sauerstoff der Metallsäure mit dem Wasserstoff des Schwefelwasserstoffs sich verbinde, und auf diese Weise also wiederum Schwefelmetall und Ammoniak gebildet werde.

d) Auf trockenem Wege lassen sich zur Darstellung solcher Verbindungen auch *kohlensaure* Alkalien anwenden, die mit dem elektronegativen Metall gemengt und in einem bedeckten Gefäss erhitzt werden. Die Kohlensäure wird ausgetrieben und man erhält, wie bei b., ein zusammengesetztes Gemenge von einem Schwefelsalz und einem sauerstoffsäuren Salz.

Die Erscheinungen, welche sich bei der Zersetzung der im Wasser gelösten Schwefelsalze durch Säuren zeigen, sind verschieden, je nachdem diese Salze rein, wie die nach no. a. dargestellten, oder mit einem sauerstoffsäuren Salze gemengt sind, wie die nach no. b., c. und d. dargestellten. Aus den *reinen* Schwefelsalzen entwickelt sich bei dieser Zersetzung Schwefelwasserstoffgas, indem die Schwefelbasis (Schwefelkalium) durch Wasserzersetzung in Schwefelwasserstoffgas und ein Salz mit oxydirter Basis zersetzt wird, während die Schwefel-Säure (elektronegatives Schwefelmetall) niederfällt. — Aus den mit sauerstoffsäurem Salz gemengten Schwefelsalzen dagegen wird bei dieser Zer-

setzung durch Säuren Schwefelwasserstoffgas jedenfalls nicht entwickelt, wenn es überhaupt gebildet werden sollte, denn es würde sogleich durch die Metallsäure des sauerstoffsaurer Salzes in Wasser und Schwefelmetall zersetzt werden. — Schwefelarsenik - Schwefelkalium z. B. lässt, unter Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas und Bildung eines Kalisalzes, Schwefelarsenik fallen: mit arsenigsaurem Kali gemengtes Schwefelarsenik - Schwefelkalium dagegen lässt, mit Säuren vermischt, *ohne* Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas, Schwefelarsenik fallen, weil der Schwefelwasserstoff, wenn er wirklich gebildet werden sollte, und man nicht lieber annehmen will, dass das Schwefelkalium und die arsenige Säure sich unmittelbar gegenseitig in Schwefelarsenik und Kali zersetzen, im Augenblick seiner Bildung aus dem Schwefel des Schwefelkaliums und dem Wasserstoff des Wassers sogleich wieder zersetzt werden müsste, indem der Wasserstoff desselben mit dem Sauerstoff der arsenigen Säure Wasser, der Schwefel aber mit dem Arsenik Schwefelarsenik erzeugen würde, indess das aus dem Kalium des Schwefelkaliums und dem Sauerstoff des zersetzten Wassers gebildete Kali mit der zugesetzten Säure zu einem Salz sich verbände. Eine Auflösung eines elektronegativen Schwefelmetalls in kaustischem Kali verhält sich daher zu Säuren genau so, wie wenn kein Schwefelsalz gebildet worden wäre und das elektronegative Schwefelmetall sich geradezu in dem kaustischen Kali aufgelöst hätte, denn es fällt wieder als solches nieder, wenn sein Auflösungsmittel, das Kali, durch eine Säure gesättigt wird. Dass aber hierbei wirklich Schwefelkalium und eine Verbindung von Schwefelkalium mit dem elektronegativen Schwefelmetall, d. h. ein Schwefelsalz gebildet werde, erhellt daraus, dass wenn man die Auflösung mit Kupferoxydhydrat vermischt, das Kupferoxyd und das Schwefelkalium durch gegenseitige Zersetzung in Kali und Schwefelkupfer

sich verwandeln, ein unauflösliches Schwefelsalz mit Schwefelkupfer zur Basis gefällt wird, und die davon abfiltrirte Flüssigkeit die Metallsäure des elektronegativen Metalls in alkalischer Auflösung enthält. Wird z. B. eine Auflösung von Operment (Anderthalbschwefelarsenik) in Kali mit Kupferoxydhydrat vermischt, so schlägt sich Schwefelarsenik-Schwefelkupfer (Sulfarsenit von Kupferbisulfuret) nieder und die davon abfiltrirte Flüssigkeit enthält arsenigsaures Kali.

Dasselbe, was von den Schwefelmetallen gilt, gilt auch von den Selenmetallen, die mit einander ähnliche salzartige Verbindungen zu bilden vermögen.

Dass andere, an den Schwefel und das Selen, jedoch noch näher an den Sauerstoff sich anschliessende elektronegative, nicht metallische Elemente, wie Chlor, Brom, Jod, Fluor und das als Element auftretende Cyan die Stelle des Sauerstoffs vertreten, und den sauerstoffsäuren Salzen und Schwefelsalzen analoge Verbindungen zu bilden vermögen, wurde oben ausführlich erörtert. Aber auch einige an den Schwefel und das Selen sich anreihende elektronegative Metalle, wie Arsenik, Antimon, Tellur, können noch zum Theil, indem sie den Sauerstoff der sauerstoffsäuren Salze vertreten, den Schwefelsalzen analoge Verbindungen hervorbringen, sind hierzu jedoch um so weniger geneigt, in je geringerem Grade elektronegativer sie sind; es finden sich daher höchst selten solche Verbindungen in der Natur gebildet vor, und auch künstlich lassen sie sich, wie es scheint, nur selten darstellen, doch kennt man z. B. ein Antimonkupfer-Antimonkalium, ein Antimoneisen-Antimonkalium u. s. f., und in diesen Verbindungen spielt das Antimonkupfer und Antimoneisen die Rolle der Säure, das Antimonkalium die Rolle der Basis.

Die Verbindungen der elektronegativen Schwefelmetalle mit elektropositiven Schwefelmetallen bieten nicht bloß in theoretischer, sondern auch in practischer Beziehung ein sehr grosses Interesse dar. Sehr häufig bedient man sich in der analytischen Chemie des wasserstoffschwefligen Schwefelammoniums (Ammonium-Sulhydrats, Hydrothionammoniaks) und des wasserstoffschwefligen Schwefelkaliums, um elektronegative Metalloxyde von elektropositiven zu trennen. Beide werden dadurch in Schwefelmetalle verwandelt, aber nur die elektronegativen Schwefelmetalle lösen sich auf, während die elektropositiven ungelöst bleiben. Eine solche Trennung lässt sich auch auf trockenem Wege bewerkstelligen, indem man diese Metalle mit kohlenurem Kali und Schwefel gemengt einer höheren Temperatur aussetzt; die Kohlensäure wird ausgetrieben, es bildet sich eine höhere Schweflungsstufe des Kaliums, welche die Metalle durch ihren Schwefelüberschuss schwefelt, und bei der Behandlung mit Wasser löst sich bloß das elektronegative Schwefelmetall in seiner Verbindung mit Schwefelkalium auf, während das elektropositive ungelöst zurückbleibt. So lässt sich namentlich Arsenik von Nickel und Kobalt trennen.

Wenn wir die Vergleichung der sogenannten Schwefelsalze mit den sauerstoffsäuren Salzen ins Einzelne verfolgen, so müssen wir die grosse Analogie anerkennen, welche zwischen diesen beiderlei Arten von Verbindungen statt findet. Nur solche Schwefelmetalle und Schwefelverbindungen überhaupt, deren Radicale mit Sauerstoff Säuren bilden, wie Arsenik, Antimon, Gold, Kohle, Cyan u. s. f. treten als Säuren auch in den Schwefelsalzen auf, und nur solche Schwefelmetalle, welche den oxydirten Salzbasen desselben Metalls proportional zusammengesetzt sind, können die Stelle der Basis in den Schwefelsalzen versehen. So weit dieser Gegenstand bis jetzt erforscht ist, möchte man allerdings

sich für berechtigt halten dürfen, zu behaupten, dass der Schwefel in dieser Beziehung dem Sauerstoff mehr analog sey, als das Chlor, Jod, Brom, Fluor, Cyan. Die Elemente, welche in den den Schwefelsalzen analogen Chlor-, Brom- u. s. f. Verbindungen die Rolle der Säure spielen, sind zwar auch häufig in hohem Grade elektronegativ, doch treten in mehreren, wie im Chlorquecksilber-Chlorkalium und besonders in den den Schwefelsalzen analogen Cyanverbindungen, wie Cyaneisenkalium, Cyankupferkalium und andern, sehr oft ausgezeichnet elektropositive Elemente in ihrer Verbindung mit Chlor, Cyan u. s. f. als Säuren auf, die in Verbindung mit Sauerstoff nie die Rolle einer Säure, sondern immer die einer Salzbasis spielen. Cyankalium, in Wasser gelöst, schmeckt und reagirt alkalisch auch bei grossem Ueberschuss von Blausäure; durch seine Vereinigung z. B. mit Cyaneisen wird aber eine neutrale Verbindung erhalten, so dass das Cyaneisen als Säure das Cyankalium als Basis zu sättigen scheint, während doch Eisenoxydul und Eisenoxyd immer als Salzbasen auftreten.

3) *Zusammensetzungen, die aus einer Verbindung eines Metalls mit Sauerstoff und einer Verbindung desselben Metalls mit Chlor, Brom, Jod, Fluor, Cyan und den an diese sich anreihenden Elementen, Schwefel, Selen, bestehen.*

Diese Zusammensetzungen stellen sich gleichsam zwischen die sauerstoffsäuren und die wasserstoffsäuren Salze hinein. Wie in den sauerstoffsäuren Salzen das elektronegative Element, der Sauerstoff, beiden das Salz bildenden Verbindungen gemeinschaftlich ist, so ist in diesen Zusammensetzungen das elektropositive Element das gemeinschaftliche, nemlich ein Metall, das elektronegative dagegen ein verschiedenes, nemlich Sauerstoff und entweder Chlor, oder Brom oder Schwefel u. s. f.; in den wasserstoffsäuren Sal-

zen dagegen ist sowohl das elektropositive als das elektro-negative Element ein verschiedenes. Dass solche Verbindungen, wie sie das Chlor, Brom, Jod, Cyan, Fluor gibt, deren Wasserstoffsäuren meist auflösliche Salze bilden, gewöhnlich als basische wasserstoffsäure Salze betrachtet werden, sofern sich ein Wassergehalt in denselben nachweisen lässt, wurde oben S. 1744. u. 1757 bemerkt, und die Darstellung derselben aus den neutralen wasserstoffsäuren Salzen angegeben. Hier will ich nur noch von der Darstellung der sogenannten Oxysulfurete (vergl. S. 1745.) sprechen, welche aus der Verbindung eines im Wasser unauflöslichen Schwefelmetalls mit der niedersten oxydirten Salzbasis desselben Metalls entstehen. Solche Verbindungen, die man bis jetzt nur mit wenigen Metallen dargestellt hat, entstehen:

a) Durch Glühen eines Metalloxyds mit Schwefel. So bildet sich, wenn man ein Manganoxyd mit Schwefel glüht, theils reines Schwefelmangan, theils eine Verbindung des Schwefelmangans mit Manganoxydul. Ebenso lässt sich Antimonoxyd mit Schwefelantimon zu einer solchen Verbindung zusammenschmelzen, ohne dass schweflige Säure gebildet wird; und wenn man antimonige Säure mit Schwefelantimon erhitzt, so wird sie durch den Schwefel eines Theils des Schwefelantimons, unter Entwicklung schwefliger Säure, zu Antimonoxyd reducirt, welches mit einem andern Theil unzersetzten Schwefelantimons sich verbindet.

b) Durch Zusammenschmelzen eines Schwefelmetalls mit kohlen-saurem Kali. Diese Methode ist bei dem elektronegativen Antimon anwendbar, indem sich dabei Schwefelantimon-Schwefelkalium und Schwefelantimon-Antimonoxyd bildet.

c) Besonders rein aber erhält man solche Verbindungen, wenn sie sich durch Zersetzung des schwefelsäuren Metalloxyds in der Glühhitze mittelst Wasserstoffgas darstellen lassen. Alle Schwefelsäure wird zersetzt, theils in

Wasser und schweflige Säure, welche entweicht, theils in Wasser und Schwefel, welcher mit einem Theil Metall, das aus der Zersetzung eines Theils des Metalloxyds durch den Wasserstoff entstanden ist, ein Schwefelmetall bildet, das mit einem Theil unzersetzt gebliebenem Metalloxyd das Oxysulfuret erzeugt. Das schwefelsaure Metalloxyd zerfällt also in Wasser, schweflige Säure und Schwefelmetall-Metalloxyd.

Auf diese Weise lassen sich die Oxysulfurete des Mangans, Zinks, Kobalts darstellen. Diese Oxysulfurete werden in der Glühhitze durch Schwefelwasserstoffgas in Schwefelmetall und Wasser zersetzt; mit Säuren entwickeln sie Schwefelwasserstoffgas.

Von dem Verhalten der Salze und der salzartigen Verbindungen zu den imponderabeln und zu den ponderabeln Stoffen.

1) *Von dem Verhalten der Salze und der salzartigen Verbindungen zu den imponderabeln Stoffen.*

Von dem Verhalten derselben zu der Wärme.

Das Verhalten der sauerstoffsauern Salze zu der Wärme ist ein sehr verschiedenes, je nachdem die Säure oder Basis eine leicht oder schwer zersetzbare, eine leicht oder schwer verflüchtbare, die Basis eine starke oder schwache, die Verwandtschaft des Radicals der Säure zum Radical der Basis eine bedeutende oder geringe, je nachdem das quantitative Verhältniß der Säure zu der Basis beschaffen ist u. s. f. So werden alle salpetersaure Salze durch Hitze zersetzt, weil die Salpetersäure eine sehr leicht zersetzbare Säure ist, und daher selbst durch ihre Verbindung mit Basen gegen eine Zersetzung durch höhere Temperatur nicht geschützt wird; aber die Erscheinungen, welche diese Zersetzung begleiten, sind sehr verschieden, je nach der beson-

besonderen Natur der Basis, die entweder unzersetzt zurückbleibt, wenn sie, wie in der Mehrzahl der Fälle, durch blosser Hitze nicht zersetzt wird, oder in Metall und Sauerstoff zerfällt, wenn die Affinität ihres Radicals zum Sauerstoff eine geringe ist (salpetersaures Silberoxyd), oder endlich durch den Sauerstoff der Säure zersetzt wird (salpetersaures Ammoniak, das in Stickoxydulgas und Wasser zerfällt). Die Säure entweicht beinahe unzersetzt (salpetersaure Alaunerde), wenn die Affinität der Basis zu derselben eine geringe ist, oder gänzlich zersetzt (salpetersaures Kali), wenn die Affinität der Basis zu der Säure eine grosse ist, und das Salz kein Wasser enthält, ohne welches die freie Salpetersäure nicht bestehen kann, oder doch sein Wasser schon bei einer wenig erhöhten Temperatur verliert. So werden ferner alle chlorsaure Salze durch Hitze zersetzt, indem jedenfalls die Chlorsäure in Chlor und Sauerstoffgas zerfällt; hat zugleich das Chlor eine grössere Affinität zum Metall der Basis als der Sauerstoff, so wird auch die Basis zersetzt, und es entwickelt sich der Sauerstoff der Säure und der Basis zugleich (also 6 Atome) gasförmig, während ein Chlormetall gebildet wird (chlorsaures Kali); hat dagegen das Chlor eine geringere Affinität zu dem Metall als der Sauerstoff, so entwickelt sich bloss der Sauerstoff der Säure (also 5 Atome) neben Chlor, und die Basis bleibt oxydirt zurück (chlorsaure Alaunerde). Da der Stickstoff zu den Metallen keine, oder jedenfalls eine äusserst schwache Affinität hat, so kann bei den salpetersauren Salzen der Fall nicht vorkommen, dass ein Stickstoffmetall gebildet wird, während bei der Zersetzung der chlorsauren Salze wegen der grossen Affinität des Chlors zu den Metallen, der Fall, dass ein Chlormetall gebildet wird, gerade der gewöhnlichere ist. Die salpetersauren Salze geben daher gewöhnlich ein unreines, d. h. mit Stickgas gemengtes Sauerstoffgas, wenn nicht die Salpetersäure in salpetrige Säure (die sich zu einer tropfbaren Flüssigkeit

verdichten lässt) und Sauerstoffgas zerfällt (salpetersaures Bleioxyd), während die chlorsauren Salze bei ähnlicher Behandlung gewöhnlich ein reines, d. h. nicht mit Chlorgas gemengtes, Sauerstoffgas geben. — Betrachten wir ferner die schwefelsauren Salze, so finden wir, dass alle diejenigen, deren Basis schwach ist, namentlich alle, die eine Erde oder ein schweres Metalloxyd (mit Ausnahme des Bleioxyds) zur Basis haben, in der Glühhitze die Säure theils unzersetzt, theils in schwefligsaures und Sauerstoff-Gas zersetzt fahren lassen, dass ferner solche schwefelsaure Salze, deren Basis eine starke ist, wie die schwefelsauren Alkalien, zwar durch Hitze nicht zersetzt werden, wenn sie nur ein Atom Säure enthalten, d. h. neutral sind, dass sie dagegen jedes weitere Atom in der Glühhitze fahren lassen, d. h. dass diese Salze, wenn es saure Salze sind, durch Glühhitze, unter Entwicklung von theils unzersetzter, theils in schwefligsaures Gas und Sauerstoffgas zersetzter Schwefelsäure, in neutrale Salze verwandelt werden. — Betrachten wir endlich solche sauerstoffsäure Salze, deren Säure eine schwierig zersetzbare ist, so werden, wenn die Säure zugleich in hohem Grade feuerbeständig ist, wie z. B. die Phosphorsäure, solche Salze durch Glühhitze nicht zersetzt werden, wenn nicht die Basis eine leicht verflüchtbare oder in flüchtige Bestandtheile zersetzbare ist, wie Ammoniak, Quecksilberoxyd, in welchem Fall beim Glühen die Basis unzersetzt oder zersetzt sich verflüchtigt, und die unveränderte Säure zurückbleibt. Wir finden ferner, dass Salzbasen, die für sich, oder in Verbindung mit andern Säuren, in höherer Temperatur leicht zersetzt werden, durch ihre Verbindung mit solchen schwer zersetzbaren und feuerbeständigen Säuren, gerade wie durch Glühhitze zersetzbare Säuren durch ihre Verbindung mit stärkeren Salzbasen, gegen Zersetzung geschützt werden; so wird z. B. das Silberoxyd des phosphorsauren Silberoxyds, gerade wie die Schwefelsäure des ein-

fach-schwefelsauren Kalis, durch Glühhitze nicht zersetzt, während schwefelsaures Silberoxyd in der Glühhitze in schwefligsaures Gas, Sauerstoffgas und metallisches Silber zerfällt. — Ist aber die schwer zersetzbare Säure zugleich in hohem Grade flüchtig oder in freiem Zustand gasförmig, wie die Kohlensäure, so entweicht sie und zwar unzersetzt, in der Hitze, wenn die Affinität der Säure zu der Basis gering ist (sämmliche eigentliche kohlensaure Metalloxyde, Erden und alkalische Erden), oder sie entweicht gar nicht, wenn die Affinität der Säure zur Basis gross ist (einfach-kohlensaures Kali und Natron), oder bloß theilweise, wenn die Affinität nur einer gewissen Portion der Säure zu der Basis eine geringe ist (doppeltkohlensaures Kali und Natron).

Das Verhalten der *wasserstoffsäuren Salze* bei Einwirkung einer höheren Temperatur ist unendlich gleichförmiger, als das der sauerstoffsäuren; sie werden nemlich, wie schon oben gezeigt wurde, entweder in Verbindungen von Metall mit dem Radical der Säure und in Wasser, wenn die Affinität des Metalls zu diesem Radical eine grosse ist, oder in sich verflüchtigende Säure und zurückbleibendes Metalloxyd zersetzt, wenn jene Affinität eine schwache ist; so gibt z. B. salzsaurer Baryt Chlorbaryum und Wasser, salzsaure Bittererde dagegen zersetzt sich in entweichendes salzsaures Gas und in Bittererde, wobei nur eine sehr unbedeutende Menge von Chlormagnesium gebildet wird, und salzsaure Alaunerde zersetzt sich bloß in entweichendes salzsaures Gas und zurückbleibende Alaunerde.

Salze, deren Säure oder Basis eine *organische* ist, werden bei weitem in den meisten Fällen durch höhere Temperatur zersetzt, sofern sie nemlich in der Regel nicht als Ganze unzersetzt sich verflüchtigen lassen. Die organische Säure oder die organische Basis wird dabei gewöhnlich selbst dann zersetzt, wenn sie in *isolirtem* Zustand unzersetzt sich

verflüchtigen lässt, weil sie durch die Affinität des mit ihr verbundenen Körpers mehr oder weniger verhindert wird, sich zu verflüchtigen. Daher werden alle organisch-sauren Salze, deren Basis eine starke Basis ist, durch höhere Temperatur so zersetzt, dass nicht bloß eine Trennung der Säure von der Basis erfolgt, sondern die Säure selbst dann fast gänzlich zersetzt wird, wenn sie in isolirtem Zustand unzersetzt sich verflüchtigen lässt: so werden z. B. die essigsauren Alkalien durch höhere Temperatur so zersetzt, dass kaum Spuren von Essigsäure unter den Zersetzungsproducten angetroffen werden. Ist dagegen die Affinität der Basis eine schwache, so kann dann allerdings die Säure, wenn sie an sich flüchtig ist, entweder ganz oder doch einem grossen Theil nach unzersetzt aus ihrer Verbindung mit der Basis bei Einwirkung einer höheren Temperatur sich ausscheiden: so wird z. B. die Essigsäure aus essigsaurem Silberoxyd fast ganz unzersetzt, aus essigsaurem Kupferoxyd nur einem kleinen Theil nach zersetzt, durch höhere Temperatur ausgetrieben.

Durch ihre brennbaren Bestandtheile, Kohlenstoff und Wasserstoff, strebt die organische Säure in höherer Temperatur die mit ihr verbundene oxydirte Basis zu desoxydiren, und letztere wird wirklich zu Metall reducirt, wenn sie leicht reducirbar ist (Silberoxyd). Da ferner die organische Säure die Elemente der Kohlensäure enthält, so wird die Basis in Verbindung mit Kohlensäure zurückbleiben, wenn ihr kohlensaures Salz durch höhere Temperatur nicht oder nicht leicht zersetzt wird (organisch-saure Alkalien), und wenn das Glühen in Berührung mit der aus der organischen Säure ausgeschiedenen Kohle (wodurch die Kohlensäure in Kohlenoxydgas verwandelt und ausgetrieben würde) nicht zu lange fortgesetzt wird. — Die übrigen Producte, welche die mit Basen verbundenen organischen Säuren bei ihrer Zersetzung durch höhere Temperatur liefern, sind nach Ver-

schiedenheit der Säuren verschieden, und es ist derselben, sofern sie ein besonderes Interesse darbieten, an den geeigneten Orten bereits Erwähnung geschehen (vergl. z. B. S. 974, und 1013.). Auf gleiche Weise strebt eine mit einer unorganischen Sauerstoffsäure verbundene organische Basis durch ihre brennbaren Elemente die Säure in höherer Temperatur zu desoxydiren; so wird z. B. bei der Einwirkung einer höheren Temperatur auf ein schwefelsaures oder salpetersaures Salz mit organischer Basis, schweflige Säure, oder Stickgas, Stickoxydgas u. s. f. gebildet werden.

Von dem Verhalten der Salze u. s. f. zu der Elektrizität.

Dieses ist bereits S. 818 ff. und S. 836 ff. betrachtet worden.

Von dem Verhalten der Salze u. s. f. zu dem Licht.

Das Licht zeigt im Allgemeinen einen weit geringeren Einfluss auf die chemischen Verbindungen und Trennungen ponderabler Körper, als die Wärme und Elektrizität; seine Einwirkung auf die Salze namentlich beschränkt sich auf die Verbindungen der eigentlichen (schweren) Metalloxyde mit Säuren, und es sind vorzüglich solche schwere Metalloxyde, deren Metall zu dem Sauerstoff eine geringe Affinität hat, wie Quecksilber-, Silber-, Goldoxyde u. s. f., welche durch das Licht eine Zersetzung erleiden. Ich beschränke mich hier auf die Bemerkung, dass die Zersetzungen, welche solche Metallsalze durch die Einwirkung des Lichts erleiden, im Allgemeinen in einer — partiellen oder totalen — Desoxydation, oder einer der Desoxydation entsprechenden Veränderung, z. B. Zurückführung einer höheren Chlorverbindung auf eine niederere bestehen. So scheidet sich aus in Wasser gelöstem neutralem salzsauerm Goldoxyd am Licht metallisches Gold aus; in Wasser gelöstes Einfach-Chlorquecksilber (Sublimat) zersetzt sich

am Licht in Halb-Chlorquecksilber (Calomel), Salzsäure und Sauerstoffgas.

Von dem Verhalten der Salze und der salzartigen Verbindungen zu den ponderabelen Stoffen.

Was das Verhalten der Salze zu den ponderabelen Materien betrifft, so haben wir das Verhalten derselben zu den ponderabelen Elementen, zu den Verbindungen erster Ordnung, und zu den Verbindungen zweiter Ordnung, d. h. das gegenseitige Verhalten der Salze, zu betrachten.

a) *Von dem Verhalten der Salze zu den ponderabelen Elementen.*

Dieses ist je nach der verschiedenen Natur der Säure und der Basis, je nachdem Wasser zugegen ist, oder nicht, ein so verschiedenes, dass sich nicht wohl etwas Allgemeineres darüber sagen lässt.

Bei Gegenwart von Wasser zeigen die nicht-metallischen brennbaren Elemente im Allgemeinen sehr wenig Einwirkung auf die Salze, und diese Einwirkung beschränkt sich auf diejenigen Metallsalze, deren Basis den Sauerstoff sehr lose gebunden enthält. So wird z. B. aus salzsaurem Goldoxyd, salzsaurem Platinoxid, aus Silbersalzen, durch Phosphor, und auch bei Einwirkung des Sonnenlichts, durch Kohle, metallisches Gold, Platin, Silber niedergeschlagen; andere brennbare nicht-metallische Elemente scheinen aber grösstentheils ohne Wirkung zu seyn. — Viel bedeutender ist die Einwirkung, welche metallische und besonders metallische brennbare Elemente auf die Salze *bei Gegenwart von Wasser* auszuüben vermögen. Von dieser Einwirkung ist bereits S. 300. 306. 855. die Rede gewesen.

Bei Abwesenheit von Wasser, und mit Beihülfe zugleich einer höheren Temperatur, zeigen die brennbaren Elemente zum Theil eine sehr bedeutende Einwirkung auf die Salze. Es können jedoch in dieser Beziehung bloß die sauerstoffsäuren

Salze in Betracht kommen, sofern die wasserstoffsäuren Salze schon bei mässig erhöhter Temperatur dadurch, dass sie sich entweder in Wasser und eine Verbindung des Radicals der Säure mit Metall (salzsaurer Baryt), oder in Säure und Metalloxyd (salzsaure Bittererde) zersetzen, aufhören, Salze zu seyn.

Hat das Radical der Säure keine grosse Affinität zum Sauerstoff und zugleich keine Affinität zu dem Metall des Metalloxyds, wie dieses bei der Salpetersäure der Fall ist, so wird die Säure ihren Sauerstoff an das brennbare Element abgeben, und das Radical der Säure wird entweichen. Ist das brennbare Element fähig, mit Sauerstoff eine Säure zu erzeugen, so verwandelt sich ein solches salpetersaures Salz in ein neues sauerstoffsäures Salz; erzeugt aber das brennbare Element mit Sauerstoff eine Basis, so erhält man ein Gemeng einer solchen Basis mit der Basis des salpetersauren Salzes. So zersetzen sich die salpetersauren Salze, wenn sie mit Phosphor, Kohle, Schwefel u. s. f., Arsenik u. s. f. erhitzt werden, in Stickgas und in phosphor-, kohlen-, schwefel-, arsenik-saures Salz; werden sie dagegen mit Eisen, Zink u. s. f. erhitzt, so erhält man, neben sich entwickelndem Stickgas, ein Gemeng von Eisen-, Zink-Oxyd u. s. f. mit der Basis des salpetersauren Salzes. Diese Zersetzungen sind von einer mehr oder weniger lebhaften Verpuffung begleitet.

Hat das Radical der Sauerstoffsäure eine sehr geringe Affinität zum Sauerstoff, aber eine so grosse Affinität zu dem Metall der Basis, dass es den Sauerstoff aus derselben in erhöhter Temperatur auszutreiben vermag, so wird im Allgemeinen eine Verbindung zwischen dem Radical der Säure und dem Metall der Basis erfolgen, indess das brennbare Element mit dem Sauerstoff der Säure sowohl als der Basis eine Säure bildet, die, sofern sie wasserfrei ist, die Verbindung des Radicals der Säure mit dem Metall der Basis nicht zu zersetzen vermag. Da jedoch die

Säure des sauerstoffsäuren Salzes, auf welches das brennbare Element einwirkt, jedenfalls den Sauerstoff leichter hergibt, als das Metalloxyd, so kann auch, selbst dann, wenn das Radical der Säure zu dem Metall eine grosse Affinität hat, dadurch, dass theilweise blos die Säure ihren Sauerstoff an das brennbare Element abtritt, eine Verbindung der so erzeugten Säure mit der Basis des Salzes gebildet werden, womit Freiwerden eines Theils des Radicals der zersetzten Säure gegeben ist. So wird zwar, wenn chlor-, brom-, jod-saures Kali mit brennbaren Elementen erhitzt werden (bisweilen reicht ein blosser Schlag hin, die Zersetzung, welche häufig mit einer sehr lebhaften Verpuffung begleitet ist, zu bewirken), Chlor-, Brom-, Jod-Kalium gebildet werden, indess das brennbare Element mit dem Sauerstoff der Säure sowohl als der Basis sich zu einer Säure verbindet, die, wenn sie auch nicht entweicht, d. h. wenn sie nicht gasförmig ist, das gebildete Chlor-, Brom-, Jod-Kalium nicht zersetzen kann, sofern sie wasserfrei ist (vgl. S. 316). Da jedoch die Chlorsäure u. s. f. leichter als das Kali seinen Sauerstoff abgibt, so wird das brennbare Element theilweise blos durch den Sauerstoff der Chlorsäure u. s. f. zu Säure oxydirt werden, welche mit unzersetztem Kali sich zu einem Salz verbindet, indess das Chlor der zersetzten Chlorsäure gasförmig entweicht; man wird daher in der Regel ein Gemeng von Chlorkalium und einem Kalisalz erhalten, das die durch Oxydation des brennbaren Elements gebildete Säure enthält: chlorsaures Kali wird, durch Phosphor z. B. zersetzt, unter Entwicklung von etwas Chlor, ein Gemeng von wasserfreier Phosphorsäure, phosphorsaurem Kali und Chlorkalium geben. — Hat das Radical der Sauerstoffsäure eine sehr geringe Affinität zum Sauerstoff und zugleich keine sehr grosse Affinität zu dem Metall der Basis, so tritt blos die Säure den Sauerstoff an das brennbare Element ab, und es wird keine Verbindung des Radi-

cals der Säure mit dem Metall der Basis gebildet, vielmehr entweicht das Radical der Säure ganz, und die aus dem brennbaren Element und Sauerstoff erzeugte Säure tritt mit der Basis in Verbindung (jodsaurer Baryt).

Hat das Radical der Säure zu dem Sauerstoff und zugleich zu dem Metall der Basis eine bedeutende Verwandtschaft, so entzieht das brennbare Element sowohl der Säure als der Basis den Sauerstoff, und es bildet sich eine Verbindung des Radicals der Säure mit dem Metall der Basis. Wir haben bereits S. 333 ff. die Einwirkung des Wasserstoffs und der Kohle auf die schwefelsauren Salze ausführlicher betrachtet und gesehen, dass sich die schwefelsauren Alkalien in Schwefelmetalle verwandeln. Dem Wasserstoff und der Kohle ähnlich wirken Phosphor und Bor auf schwefelsaure Salze ein; da jedoch, wenn einmal durch den Sauerstoff der Schwefelsäure und des Alkalis, Phosphorsäure oder Borsäure gebildet ist, diese sehr feuerbeständigen Säuren die Schwefelsäure selbst aus ihrer Verbindung mit Alkalien in heftiger Glühhitze auszutreiben vermögen, so wird zugleich etwas phosphor- oder borsaures Alkali gebildet. — Leicht oxydirbare Metalle wirken auf ähnliche Weise zersetzend auf schwefelsaure Salze ein. — Den schwefelsauren Salzen ziemlich analog verhalten sich die phosphorsauren Salze, da auch die Phosphorsäure, wie die Schwefelsäure, in der Hitze durch brennbare Elemente zersetzt wird, und auch der Phosphor zu Metallen Affinität hat, nur keine so bedeutende wie der Schwefel. So werden namentlich die phosphorsauren Alkalien durch Glühen mit Kohle zersetzt, wobei jedoch ein grosser Theil des Phosphors entweicht, indem der Phosphor zu dem erzeugten Metall im Allgemeinen weit weniger Affinität hat als der Schwefel.

Hat das Radical der Säure zu dem Sauerstoff eine bedeutende Affinität, aber die Säure zu der Basis eine schwache Affinität, und das Radical der Säure keine besondere

Neigung, sich mit dem Metall der Basis zu verbinden, so wird, bei der Einwirkung des brennbaren Elements auf ein solches Salz, die Säure aus ihrer Verbindung mit der Basis ausgetrieben werden, da dieser Erfolg bei solchen Salzen in der Regel schon bei blosser Einwirkung einer höheren Temperatur statt hat; die Zersetzung wird aber, je nach der besonderen Natur des brennbaren Elements, von verschiedenen Erscheinungen begleitet seyn, wie wir dieses bei den kohlensauren Salzen sehen. Auf solche kohlensaure Salze, welche die Kohlensäure schon bei schwacher Glühhitze fahren lassen, können die brennbaren Elemente in der Regel gar nicht einwirken, sofern das Salz sich schon zersetzt hat, bevor noch die für das Eintreten der Einwirkung des brennbaren Elements erforderliche Temperatur hervorgebracht ist; die Wirkung des brennbaren Elements muss sich daher auf die Basis eines solchen kohlensauren Salzes beschränken. Dieses ist bei den kohlensauren Erden, und wohl bei den meisten kohlensauren schweren Metalloxyden der Fall. Hat das brennbare Element eine grosse Neigung, mit dem Metall der Basis in Verbindung zu treten, so wird die Kohlensäure durch dasselbe wie durch eine Säure unzersetzt ausgetrieben (Schwefel und kohlensaure Alkalien). Ist das brennbare Element Kohle selbst, so bildet es mit der Kohlensäure des Salzes entweichendes Kohlenoxydgas, und die Basis bleibt entweder zurück (Baryt), oder wird durch den Ueberschuss der Kohle zu Metall reducirt (Kali). Der Kohle ähnlich wirken leicht oxydirbare Metalle, wie Eisen, Zink, nur dass hier neben Kohlenoxydgas Metalloxyd gebildet wird. Hat das brennbare Element schon bei mässiger Hitze eine sehr starke Affinität zu dem Sauerstoff (Phosphor), so wird die Kohlensäure zu Kohle reducirt und das durch ihren Sauerstoff gesäuerte brennbare Element tritt mit der Basis des kohlensauren Salzes in Verbindung (kohlensaures fixes Alkali wird durch Phosphor

in mässiger Glühhitze in Kohle und phosphorsaures Alkali zersetzt).

Hat endlich das Radical der Säure zu dem Sauerstoff eine sehr grosse Affinität, aber im Allgemeinen keine besondere Neigung, sich mit dem Metall der Basis zu verbinden, und ist die Säure zugleich sehr feuerbeständig, so erleidet ein solches Salz in der Regel durch brennbare Elemente keine Zersetzung. So werden namentlich die borsauren und kieselsauren Salze durch brennbare Elemente im Allgemeinen nicht zersetzt; wenn jedoch das Bor oder Silicium zum Metall der Basis eine Affinität hat, so erfolgt in einigen Fällen Zersetzung, indem ein Bor- oder Siliciummetall gebildet wird. Namentlich geschieht dieses bisweilen durch Kohle, wenn man die Verbindung von Borsäure oder Kieselsäure mit einem schweren Metalloxyd z. B. Eisenoxyd (oder auch nur ein blosses Gemenge dieser Körper) mit Kohle sehr heftig glüht (vergl. S. 276. 308. 349.). Die nicht flüchtigen *organischen Verbindungen* wirken auf Salze bei höherer Temperatur vermöge ihres Kohlenstoff- und Wasserstoffgehalts wie brennbare Elemente ein.

Was die *nicht brennbaren*, sowohl nicht metallischen als metallischen Elemente betrifft, so zeigen diese auf die wirklichen Salze in der Hitze im Allgemeinen keine Einwirkung, da sie wenig Affinität zum Sauerstoff haben, und wenn sie auch, wie die nicht metallischen, nicht brennbaren Elemente, grosse Affinität zu den Metallen haben, dennoch diese allein die entgegenstehenden Affinitäten der Basis zu der Säure, und des Sauerstoffs der Basis zu dem Metall nicht zu überwinden vermögen; der Sauerstoff selbst kann in sofern eine Einwirkung zeigen, als er die Basis oder die Säure des Salzes höher oxydirt. Bei Gegenwart von Wasser aber können die nicht metallischen nicht brennbaren Elemente aus gewissen Salzen, deren Säure eine sehr schwache ist, die-

se austreiben, indem sie die Basis in Beschlag nehmen, und die Säure anderer durch Wasserzersetzung höher oxydiren. So zersetzt z. B. Chlor die in Wasser gelösten kohlen-sauren Alkalien unter Austreibung der Kohlensäure in Chlormetall und chlorsaures Alkali und verwandelt die schwefligsauren Salze durch Wasserzersetzung und unter Bildung von Salzsäure in schwefelsaure Salze u. s. f.

b) *Von dem Verhalten der Salze zu den binären Verbindungen erster Ordnung.*

So wie sich die Elementarstoffe mit den Salzen als mit zusammengesetzten Körpern nicht zu verbinden vermögen (vergl. S. 43.), sondern blos, wenn überhaupt eine Einwirkung zwischen beiden statt findet, dieselben zersetzen, so vermögen auch die Verbindungen erster Ordnung mit den Salzen, als mit Verbindungen zweiter und höherer Ordnung, im Allgemeinen keine innigere Verbindung einzugehen, und die Einwirkung besteht, wenn überhaupt eine statt findet, in der Regel in einer Zersetzung. Nur das Wasser geht als Krystallwasser mit den meisten Salzen bestimmte Verbindungen ein; ausserdem bildet das Wasser, indem es die meisten Salze löst, mit denselben Verbindungen loser Art (vgl. S. 461.), von welchen hier gar nicht die Rede ist.

Die binären Verbindungen erster Ordnung, deren Verhalten zu den Salzen am meisten interessirt, sind die Säuren und Salzbasen, weil diese vermöge ihrer Affinität zu der Salzbasis oder der Säure des Salzes, die Säure oder die Salzbasis auszutreiben sich bestreben. Da die Mehrzahl der Säuren und der Salzbasen aus ihren Verbindungen mit Salzbasen oder Säuren, d. h. aus Salzen, erhalten werden — sofern sie entweder in isolirtem Zustand, wenigstens rein, in der Natur nicht vorkommen, wie z. B. Kohlensäure und Phosphorsäure, die mit Kalk, Borsäure, die mit Natron, Salpetersäure, die mit Kali und Natron verbunden angetroffen wer-

den, oder sofern sie künstlich, aber wiederum zunächst in Verbindung mit Basen oder Säuren dargestellt werden, wie z. B. Chlorsäure (auch Salpetersäure) in Verbindung mit Kali, Kali in Verbindung mit Kohlensäure, Ammoniak in Verbindung mit Salzsäure u. s. f., oder endlich, sofern sie bisweilen, auch wenn sie in freiem Zustand in der Natur vorkommen, zuvor in Salze verwandelt werden müssen, um im Zustand von Reinheit erhalten werden zu können, wie z. B. die Citronensäure, welche man, um sie vom Schleim u. s. f., der ihr im Citronensaft beigemischt ist, zu befreien, mit Kalk verbindet, — so können wir die meisten Säuren und Salzbasen erst durch die zersetzende Einwirkung anderer Säuren oder Salzbasen auf die Salze, welche jene Säuren oder Salzbasen enthalten, isoliren, und es ist in dieser Beziehung ein sehr günstiger Umstand, dass gerade die Säure, welche unter den gewöhnlichen Umständen die stärkste ist, d. h. die übrigen Säuren aus ihren Verbindungen mit Basen austreibt, nemlich die Schwefelsäure, so leicht in isolirtem Zustand erhalten werden kann, dass ferner der Kalk, mittelst dessen man andere starke Salzbasen, wie Kali, Natron, Ammoniak aus ihren Verbindungen mit Säuren ausscheiden kann, ebenfalls so leicht und in so grosser Menge (durch Glühen von kohlensaurem Kalk) gewonnen werden kann.

Von welchen Umständen übrigens es abhängt, ob gewisse Säuren oder Basen auf gewisse Salze zersetzend einwirken oder nicht, ist S. 455 ff. ausführlich erörtert worden. Von solchen Zersetzungen von Salzen durch Säuren oder Basen nimmt man gewöhnlich an, dass sie durch die sogenannte *einfache Wahlverwandschaft* (S. 46.) erfolgen; viele aber erfolgen eigentlich durch die sogenannte *doppelte Wahlverwandschaft*, wie wir gleich nachher sehen werden.

Auch die Verbindungen der Radicale der Wasserstoffsäuren mit Metallen können auf sauerstoffsäure Salze ein-

wirken. Wir sprechen hier von solchen Zersetzungen blos, insofern kein Wasser dabei zugegen ist, denn bei Anwesenheit von Wasser, in welchem sich jene Verbindungen lösen, können sie wenigstens als wirkliche Salze betrachtet werden. Namentlich sind einige Zersetzungen bekannt, welche gewisse sauerstoffsaurer Salze durch Chlormetalle in höherer Temperatur erleiden; so zersetzt sich in starker Glühhitze schwefelsaurer Baryt mit Chlorcalcium in schwefelsauren Kalk und Chlorbaryum, kieselsaures Kali mit Chlornatrium in kieselsaures Natron und Chlorkalium.

Verbindungen von solchen Chlor-, Fluor-, Schwefel u. s. f. - Metallen mit sauerstoffsaurer Salzen lassen sich, wie Berthier gezeigt hat, auf trockenem Wege darstellen. So schmolz er z. B. Chlornatrium mit kohlen-saurem Baryt, Chlorcalcium mit kohlen-saurem Kalk, Schwefelbaryum mit kohlen-saurem Natron, Schwefelnatrium mit kohlen-saurem Baryt, immer je 1 Atom des einen mit je einem Atom des andern Körpers, bei sehr hoher Temperatur zu klaren Flüssigkeiten zusammen. Dass die Schmelzung in diesen Fällen von einer zwischen dem Chlor-, Schwefel u. s. f. - Metall und dem sauerstoffsaurer Salz statt findenden Affinität bedingt ist, erhellt daraus, dass sie bei Temperaturen erfolgt, bei welchen der eine der beiden Körper für sich nicht schmelzen würde.

c) *Von dem Verhalten der Salze zu Salzen.*

Salze, in welchen entweder die Basis oder die Säure die gleiche ist, und die zugleich auf derselben Sättigungsstufe sich befinden, die z. B. alle 1 At. Säure auf 1 At. Basis enthalten, können nicht zersetzend auf einander einwirken, weil durch die Zersetzung, wenn eine solche erfolgte, dieselben Salze wieder gebildet würden, welche vor der Zersetzung bestanden hatten; solche Salze können sich daher blos etwa zu Doppelsalzen mit einander

verbinden. Befinden sich aber Salze mit gleicher Säure oder gleicher Basis auf einer ungleichen Sättigungsstufe, so kann allerdings eine Zersetzung eintreten: doppeltweinsaures Natron z. B. wird, wenn es zugleich mit einfach weinsau-rem Kali in Wasser gelöst wird, in doppeltweinsaures Kali (als das weit schwerlöslichere saure Salz) und in einfach weinsaures Natron sich zersetzen.

Befinden sich zwei Salze, deren Säure sowohl als Ba- sis eine ungleiche ist, in wässriger Lösung, und bildet die Basis oder die Säure des einen Salzes mit der Säure oder der Basis des andern Salzes ein im Wasser unauflös-liches Salz, so erzeugt sich dieses Salz auch wirklich da- durch, dass sich die Bestandtheile beider Salze gegen einan- der austauschen. Es wurde bereits S. 1761. 1772. angeführt, wie die im Wasser unlöslichen sauerstoffsäuren Salze und Schwefelsalze dargestellt werden. Ist das eine der in Was- ser gelösten Salze ein wasserstoffsäures, und bildet das Ra- dical der Wasserstoffsäure mit dem Metall der Basis des andern eine in Wasser unlösliche Verbindung, so scheidet sich diese unter Bildung von Wasser aus; so zersetzen sich salzsaures Natron und salpetersaures Silberoxyd in unlösli- ches Chlorsilber, Wasser und salpetersaures Natron. — Es kann der Fall eintreten, dass durch den Umtausch der Be- standtheile zweier in Wasser gelösten Salze zwei in Was- ser unlösliche Verbindungen entstehen, so dass die Auflö- sung bei gehörigem Verhältniss der zusammengemischten Salze in blossem Wasser besteht (schwefelsaures Silberoxyd und salzsaurer Baryt, die sich in schwefelsauren Baryt, Chlorsilber und Wasser zersetzen).

Etwas ganz Analoges findet statt, wenn durch den Aus- tausch der Bestandtheile beider Salze zwar nicht ein im Wasser unlösliches Salz, aber doch ein Salz entstehen kann, das im Wasser schwerer löslich ist, als das am we- nigsten lösliche der beiden ursprünglichen Salze. Da die

Löslichkeit der Salze im Wasser mit der Temperatur auf eine verschiedene Weise sich ändert, da manche Salze in heissem Wasser kaum löslicher sind als in kaltem, einige sogar in heisserem Wasser weniger löslich sind, als in kälterem, während bei andern die Löslichkeit im Wasser mit der Temperatur in einem ausserordentlichen Grade zunimmt: so müssen diese verschiedenen Verhältnisse auf den Erfolg einen sehr wesentlichen Einfluss haben. Wenn man z. B. gleiche Theile salpetersaures Kali und schwefelsaures Natron in Wasser gelöst mit einander vermischt und die Flüssigkeit bis auf einen gewissen Punkt abdampft und erkalten lässt, so erhält man viel schwefelsaures Kali und wenig salpetersaures Kali; dampft man sie von Neuem ab und lässt erkalten, so erhält man viel salpetersaures Kali und wenig schwefelsaures Kali; zum drittenmal abgedampft u. s. w. liefert sie viel salpetersaures Natron mit wenig salpetersaurem Kali und es bleibt eine Mutterlauge, die salpetersaures Natron und Kali enthält. — Wird ein Gemisch von in Wasser gelöstem schwefelsaurem Natron und kohlsaurem Kali bis auf einen gewissen Grad abgedampft, so krystallisirt beim Erkalten bis zur gewöhnlichen Temperatur schwefelsaures Kali heraus; bei einer Temperatur von einigen Graden unter 0° krystallisirt dann kohlsaures Natron.

Alle diese Erscheinungen beruhen einzig und allein auf der verschiedenen Löslichkeit der Salze im Wasser; eine Verschiedenheit in der Stärke der Affinität kommt dabei gar nicht in Betracht, und wenn man weiss, welche Salze im Wasser löslich und welche unlöslich sind, wenn man ferner die Gesetze kennt, nach welchen sich die Löslichkeit der Salze bei verschiedenen Temperaturen richtet, so lässt sich im Voraus bestimmen, ob eine Zersetzung erfolgen werde oder nicht. — Ehmals glaubte man diese Erscheinungen aus einer verschiedenen Grösse der Affinität erklären zu müssen, indem man annahm, dass in den aus der Zersetzung

setzung hervorgegangenen Salzen die Summe der Affinitäten der Säuren zu den mit ihnen verbundenen Basen grösser sey als die Summe dieser Affinitäten in den vor der Zersetzung bestandenen Salzen, dass z. B. wenn schwefelsaures Kali mit salpetersaurem Baryt sich in schwefelsauren Baryt und salpetersaures Kali zersetzt, die Summe der Affinitäten der Schwefelsäure zu dem Baryt und der Salpetersäure zu dem Kali grösser sey als die Summe der Affinitäten der Schwefelsäure zu dem Kali und der Salpetersäure zu dem Baryt; man bezeichnete daher solche Zersetzungen durch den Namen: *doppelte Wahlverwandtschaft*. Auch jetzt bedient man sich, um die Erscheinung kurz zu bezeichnen, häufig dieses Ausdrucks, ohne jedoch die Bedeutung damit zu verknüpfen, welche derselbe ursprünglich hatte.

Ich habe bereits bemerkt, dass man mehrere Zersetzungs-Erscheinungen als Wirkungen einer einfachen Wahlverwandtschaft betrachtet, welche eigentlich Wirkungen einer doppelten Wahlverwandtschaft sind. Hieher gehören namentlich diejenigen Zersetzungserscheinungen, bei welchen Körper ins Spiel kommen, die zwar eine salzartige Zusammensetzung haben, die man aber demungeachtet den Säuren oder Basen beizählt, weil das Wasser, das sie als wesentlichen Bestandtheil enthalten, den andern Bestandtheil, nemlich die wasserfreie Säure oder Basis, nicht neutralisirt. Wenn z. B. kohlen-saures Kali durch Kalk in Berührung mit Wasser zersetzt wird, so geschieht dieses nicht vermöge einer einfachen Wahlverwandtschaft, sondern der Kalk wird zunächst in Kalkhydrat verwandelt, und das kohlen-saure Kali und das Kalkhydrat tauschen ihre Bestandtheile aus, wodurch Kalihydrat und kohlen-saurer Kalk gebildet wird. Dasselbe ist der Fall, wenn Salze, deren Säuren in isolirtem Zustand ohne Wasser nicht bestehen können, durch wasserhaltige Säuren zersetzt werden, wenn z. B. Salpeter durch Vitriolöl zersetzt wird, wobei sich wasserhaltige Sal-

petersäure und schwefelsaures Kali bildet. Die Ursache dieser letzteren Zersetzung beruht ebenso auf der grösseren Flüchtigkeit der wasserhaltigen Salpetersäure in Vergleich mit der wasserhaltigen Schwefelsäure, wie die Ursache der Zersetzung zweier in Wasser gelösten Salze auf der Unauflöslichkeit des Salzes, das aus ihrer Zersetzung hervorgehen kann, in Wasser beruht.

Betrachten wir nun das Verhalten der im Wasser löslichen Salze zu den *im Wasser unlöslichen Salzen*. Aus dem Vorhergehenden ist klar, dass wenn, durch Austausch der Bestandtheile eines im Wasser löslichen und eines im Wasser unlöslichen Salzes, *zwei* im Wasser lösliche Salze entstehen würden, das lösliche bei Gegenwart von Wasser keine zersetzende Einwirkung auf das unlösliche ausüben kann; salpetersaures Kali z. B. kann auf schwefelsauren Baryt bei Gegenwart von Wasser keine Einwirkung ausüben, weil, wenn salpetersaurer Baryt und schwefelsaures Kali gebildet würden, diese Salze augenblicklich wieder zu salpetersaurem Kali und schwefelsaurem Baryt sich zersetzen müssten. Ob in einer *höheren Temperatur*, bei Ausschluss des Wassers, eine Zersetzung eintreten werde oder nicht, lässt sich im Voraus nicht bestimmen; würde aber auch eine Zersetzung eintreten, so könnte sie blos in dem Fall nachgewiesen werden, wenn das eine der beiden durch die Zersetzung erzeugten Salze im Wasser schwerlöslich wäre, sofern man erst durch Behandlung mit Wasser erkennt, welche Salze sich gebildet haben, aber, wenn beide Salze leicht löslich wären, sogleich wieder, bei Wasserzusatz, das unlösliche sich bilden würde. Eine Lösung von salzsaurem Baryt und von Gyps in Wasser zersetzt sich in unlöslichen schwefelsauren Baryt und in gelöst bleibenden salzsauren Kalk: wird aber ein Gemeng von Chlorcalcium und schwefelsaurem Baryt bis zum feurigen Fluss erhitzt, so bildet sich Chlorbaryum und schwefelsaurer Kalk. Wür-

den nun diese beiden Verbindungen im Wasser leicht löslich seyn, so würde die Zersetzung, wenn sie auch wirklich erfolgt wäre, nicht wohl nachgewiesen werden können, weil bei Zusatz von Wasser sogleich wieder salzsaurer Kalk und schwefelsaurer Baryt gebildet würden. Da nun aber der schwefelsaure Kalk schwerlöslich ist, so löst sich bei Zusatz von nicht zu vielem Wasser bloß salzsaurer Baryt auf, den man übrigens vom ungelösten Gyps schnell durchs Filter entfernen muss, damit nicht wieder schwefelsaurer Baryt und salzsaurer Kalk gebildet werde.

Ebenso wenig lässt sich voraussehen, was erfolgen werde, wenn man ein im Wasser lösliches Salz auf ein im Wasser unlösliches, bei Gegenwart von Wasser, einwirken lässt, und wenn durch gegenseitigen Austausch der Bestandtheile wiederum ein lösliches und ein unlösliches Salz sich bilden würde, wenn man z. B. kohlen-saures Kali mit schwefelsaurem Baryt und Wasser, oder schwefelsaures Kali mit kohlen-saurem Baryt und Wasser zusammenbringt. Man hat sich bis jetzt vorzüglich mit der Untersuchung beschäftigt, welche Einwirkung ein im Wasser lösliches kohlen-saures Alkali (namentlich kohlen-saures Kali oder Natron, denn kohlen-saures Ammoniak kann wegen seiner leichten Verflüchtbarkeit zu solchen Versuchen nicht angewendet werden) auf ein im Wasser unlösliches schwefelsaures Salz, dessen Basis mit Kohlensäure ebenfalls eine im Wasser unlösliche Verbindung bildet (schwefelsaurer Baryt), und umgekehrt ein im Wasser lösliches schwefelsaures Alkali (schwefelsaures Kali oder Natron) auf ein im Wasser unlösliches kohlen-saures Salz (kohlen-saurer Baryt), dessen Basis mit Schwefelsäure ebenfalls ein im Wasser unlösliches Salz bildet, ausübe.

Klaproth hat zuerst gezeigt, dass wenn schwefelsaurer Baryt mit einer wässerigen Lösung von kohlen-saurem Kali gekocht wird, kohlen-saurer Baryt und schwefelsaures

Kali gebildet werden, dass jedoch die Zersetzung sehr unvollständig ist, indem selbst nach 6 mal wiederholtem Kochen mit frischen Portionen von kohlen saurem Kali, ein Theil schwefelsaurer Baryt unzersetzt bleibt. Aehnliche Resultate erhielten Dulong und Philipps, welche überdiess fanden, dass wenn umgekehrt schwefelsaures Kali mit kohlen saurem Baryt und Wasser gekocht wird, gleichfalls eine Zersetzung erfolgt, indem schwefelsaurer Baryt und kohlen saures Kali gebildet werden, dass aber die Zersetzung auch hier nur eine bestimmte Grenze erreicht, und eine gewisse Menge schwefelsaures Kali unzersetzt bleibt, wenn gleich ein Ueberschuss von kohlen saurem Baryt genommen wird. —

Alle diese Versuche wurden bei der Siedhitze des Wassers angestellt. Köhreuter zeigte nun aber, dass bei der gewöhnlichen Temperatur ein ganz anderer Erfolg eintritt, dass namentlich kohlen saurer Baryt in der Kälte, bei Gegenwart von Wasser und Schütteln, schon in $\frac{1}{2}$ Stunde vollständig sein gleiches Gewicht schwefelsaures Kali und sein doppeltes Gewicht krystallisirtes Glaubersalz in schwefelsauren Baryt und kohlen saures Kali oder Natron zersetzt. — Vielleicht lässt sich dieses durch die Voraussetzung erklären, dass bei der gewöhnlichen Temperatur der schwefelsaure Baryt eine grössere Cohäsion habe, als der kohlen saure Baryt, dass daher der kohlen saure Baryt das schwefelsaure Kali und Natron bei dieser Temperatur vollständig zersetze; dass diese grössere Cohäsion des schwefelsauren Baryts aber durch eine höhere Temperatur theilweise überwunden werde, eine vollständige Zersetzung jedoch nicht erfolgen könne, weil selbst bei dieser höheren Temperatur kohlen saurer Baryt und schwefelsaures Kali oder Natron einander theilweise zersetzen.

Bisher war von den gegenseitigen Zersetzungen der Salze die Rede, und es wurde bereits bemerkt, dass zwischen Salzen mit gleicher Säure oder mit gleicher Basis, die zugleich auf derselben Stufe der Sättigung stehen, kei-

ne Zersetzung, sondern bloß eine Verbindung zu *Doppelsalzen* statt finden kann. Solche Verbindungen kommen in der That auch sehr häufig vor, namentlich zwischen Salzen, in welchen die Säure die gleiche ist; doch gibt es auch genug Beispiele von Doppelsalzen, welche die gleiche Basis aber verschiedene Säuren, oder sowohl verschiedene Säuren als verschiedene Basen enthalten. Es gibt nicht nur Doppelsalze, die aus zwei sauerstoffsäuren oder aus zwei wasserstoffsäuren Salzen bestehen, sondern sogar solche, welche aus einem sauerstoffsäuren und einem wasserstoffsäuren Salz zusammengesetzt sind. — Dass man übrigens die wasserstoffsäuren Doppelsalze als einfache Salze, nicht als Doppelsalze in der Ansicht betrachten könne, nach welcher sie sich nicht als wasserstoffsäure Salze, sondern als Verbindungen von Metallen mit den Radicalen der Wasserstoffsäuren in Wasser lösen, wurde oben angeführt; wenn sich z. B. Chlorplatin-Chlorkalium als solches, nicht als salzsaures Platinoxyd-Kali im Wasser löst, so lässt es sich als einfaches, einem einfachen sauerstoffsäuren Salz entsprechendes Salz betrachten, in welchem das Chlor die Stelle des Sauerstoffs vertritt. — Endlich gibt es Verbindungen von Doppelsalzen mit Salzen, d. h. *Tripelsalze*; diese sind jedoch unter den künstlichen Producten selten, im Mineralreich kommen sie häufiger vor.

Die Anzahl der Doppelsalze ist so gross, dass ich mich begnüge, einige Beispiele der verschiedenen Arten in Doppelsalzen anzuführen.

1) Die neutralen Verbindungen der Bittererde mit Sauerstoffsäuren bilden mit den neutralen Verbindungen derselben Säuren mit Kali, Natron, Ammoniak u. s. f., die neutrale Verbindung des Kalis mit Weinsäure mit den neutralen Verbindungen der Weinsäure mit Natron, Ammoniak, Antimonoxyd u. s. f. *sauerstoffsäure Doppelsalze*.

2) Die salzsaure Bittererde und das blausaure Eisenoxydul bilden, erstere mit den Verbindungen der Salzsäure

mit andern Alkalien, letztere mit den Verbindungen der Blausäure mit Alkalien, Erden u. s. f. *wasserstoffsaure Doppelsalze.*

3) Verschiedene Salze der leichtlöslichen Alkalien verbinden sich mit doppelkohlensaurer Bittererde zu sauerstoffsäuren Doppelsalzen, in denen Säure und Basis eine verschiedene ist. Blausaures Quecksilberoxyd bildet mit bromwasserstoffsäurem Kali, Natron, Baryt, Strontian, Cinchonin, so wie mit jodwasserstoffsäurem Kali wasserstoffsaure Doppelsalze mit verschiedener Säure und Basis.

4) Oxalsaurer und essigsaurer Kalk bilden mit salzsäurem Kalk und Wasser Doppelsalze, die daher Verbindungen eines sauerstoffsäuren und eines wasserstoffsäuren Salzes sind.

5) In einigen Doppelsalzen spielt eine Säure die Rolle der Basis in dem einen Salz. 2 At. saures weinsaures Kali, die dabei ihr Krystallwasser verlieren, bilden mit 1 At. Borsäure ein Doppelsalz, welches man aus 2 At. neutralem weinsaurem Kali und 1 At. einer Verbindung von 1 At. Borsäure mit 2 At. Weinsäure zusammengesetzt betrachten kann ($\text{B}^{\circ}\text{T}^{\circ} + 2\text{K}\bar{\text{T}}$, wenn B° 1 At. Borsäure, und $\bar{\text{T}}$ 1 At. Weinsäure bezeichnet). — 1 At. borsaures Natron macht 3 At. saures weinsaures Kali, welche dabei ihren Wassergehalt behalten, durch Bildung eines Salzes (cremor tartari boraxatus) löslich, welches man als eine Verbindung von 1 At. doppelt-weinsaurem Borsäure, 1 At. einfach weinsaurem Natron, 3 At. einfach weinsaurem Kali und 3 At. Wasser ($\text{B}^{\circ}\text{T}^{\circ} + \text{Na}\bar{\text{T}} + 3\text{K}\bar{\text{T}} + 3\text{H}$) betrachten, und das mithin ein *Tripelsalz* genannt werden kann. — Doppeltweinsaures Kali bildet mit arseniger Säure ein aus weinsaurem arseniger Säure und einfachweinsaurem Kali bestehendes, krystallisirbares Doppelsalz, in welchem die arsenige Säure die Rolle einer Basis spielt.

6) Als Beispiele von *Tripelsalzen* kann der schon genannte *cremor tartari boraxatus*, ferner die Verbindungen des Kaliumeisencyanürs mit Calcium-, Magnesium-, Baryum-, Mangan-, Zink-, Silber- und Kupfer-Eisencyanür angeführt werden. — Der gewöhnliche Kalialaun enthält sehr häufig Ammoniakalaun, jedoch nicht in bestimmten Verhältnissen; ein solcher Alaun kann daher nicht wohl als Beispiel eines eigentlichen Tripelsalzes angeführt werden.

Dass wirklich zwei Salze sich zu einem Doppelsalz verbunden haben, und nicht bloß ein mechanisches Gemenge bilden, erkennt man an folgenden Merkmalen:

a) Die Krystallform des Doppelsalzes ist in der Regel von der der einzelnen Salze, welche das Doppelsalz bilden, verschieden. So krystallisirt der Alaun in regulären Oktaedern, während sowohl die schwefelsaure Alaunerde, als das schwefelsaure Kali in Krystallen anschliessen, die dem regulären System nicht angehören.

b) Die Löslichkeit des Doppelsalzes in Wasser ist gewöhnlich bedeutend verschieden von der der einzelnen Salze; häufig ist jenes schwerer löslich, als das schwerlöslichste dieser Salze. — So löst sich Alaun in kaltem Wasser weniger leicht auf, als das schwefelsaure Kali oder Ammoniak und als die schwefelsaure Alaunerde; Chlorplatinkalium löst sich viel schwerer im Wasser, als Chlorkalium und Chlorplatin für sich. — Diese verschiedene Löslichkeit im Wasser hat auch in den meisten Fällen auf die Erkennung der Existenz von Doppelsalzen geführt; daher hat man schon seit längerer Zeit den Kali- und Ammoniak-Alaun als Doppelsalze erkannt, während man den so leicht löslichen Natron-Alaun, der in Absicht auf Löslichkeit sich von dem schwefelsauren Natron und der schwefelsauren Alaunerde, die ihn bilden, nicht auffallend unterscheidet, erst viel später kennen lernte.

c) Die aus einer wässerigen Lösung eines Doppelsalzes zuerst anschliessenden Krystalle haben dieselbe Zusammensetzung wie die zuletzt anschliessenden, was bei einem bloß-

sen Gemeng nie der Fall seyn würde. Auch verhalten sich die Gewichte beider das Doppelsalz bildenden Salze entweder wie ihre Atomgewichte, oder wie Multipla ihrer Atomgewichte nach einfachen ganzen Zahlen.

Bevor ich die Salze verlasse, muss ich noch einiger besonderen Arten von Verbindungen erwähnen, die wie die Salze zu den zusammengesetzten Verbindungen zweiter Ordnung gehören, und insofern mit den Salzen verglichen werden können; ich meine die Verbindungen gewisser Chloride mit Chromsäure und die Verbindungen mehrerer Chloride, Bromide und Jodide u. s. f., so wie wasserfreier sauerstoffsaurer Salze mit Ammoniak.

1) *Verbindungen von Chloriden mit Chromsäure.*

Peligoth hat Verbindungen von verschiedenen Chlormetallen, namentlich von Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorammonium, Chlorcalcium und Chlormagnesium mit Chromsäure entdeckt, in welchen mithin, sofern man sie mit Salzen vergleicht, das Chlormetall die Rolle der Basis spielt. Man erhält sie, wenn man das doppeltsaure Salz, welches die Chromsäure mit dem oxydirten Metall des Chlormetalls bildet, in mässig starker Salzsäure (eine zu concentrirte Salzsäure würde die Chromsäure unter Entwicklung von Chlor zersetzen) auflöst und bei gelinder Wärme abdampft, wobei die neue salzartige Verbindung krystallisirt. Das Kalisalz z. B., welches am leichtesten erhalten wird, besteht aus 2 At. Chromsäure und 1 At. Chlorkalium und enthält kein Wasser, $2\text{Cr} + \text{KCl}$; es ergibt sich hieraus, dass kein Theil der Chromsäure durch die Salzsäure zersetzt wird, sondern dass sich das Kali des doppeltchromsauren Kalis mit 1 At. Salzsäure in 1 At. Wasser und 1 At. Chlorkalium zersetzt, welches sich mit 2 At. Chromsäure verbindet. In den gewöhnlichen sauerstoffsaurer Salzen ist die Säure durch Sauer-

stoff sauer, die Basis durch Sauerstoff basisch; in diesen salzartigen Verbindungen dagegen ist zwar die Säure durch Sauerstoff sauer, die Basis aber durch Chlor basisch. — Schon früher hatte H. Rose eine Verbindung von 1 At. eines der Chromsäure proportionalen Chromsuperchlorids mit 2 At. Chromsäure entdeckt, welche noch weniger, als die so eben genannten Verbindungen, mit den Salzen verglichen werden dürfte.

2) *Verbindungen von Chloriden, Bromiden, Jodiden und von wasserfreien sauerstoffsäuren Salzen mit Ammoniak.*

Das Ammoniak bildet mit den Chloriden mehrerer metallischer und nicht metallischer Elemente, so wie mit mehreren wasserfreien sauerstoffsäuren Salzen Verbindungen, die zwar nach bestimmten Verhältnissen erfolgen, jedoch, ganz wenige Ausnahmen abgerechnet, sehr lose sind, indem das Ammoniak grösstentheils oder gänzlich schon beim blossen Liegen der Verbindung an der Luft oder bei höchst geringer Erwärmung entweicht. Man stellt diese Verbindungen dar, indem man Ammoniakgas (welches zuvor dadurch, dass man es durch eine mit groben Stücken von Kalihydrat gefüllte Röhre führt, vollkommen getrocknet wird) in der Kälte (nur in wenigen Fällen befördert gelinde Erwärmung die Bildung der Verbindung) über die Chloride oder wasserfreien sauerstoffsäuren Salze so lange leitet, bis das Gewicht dieser Körper nicht mehr vermehrt wird.

Chloride oder sauerstoffsäure Salze, die sonst die grösste Aehnlichkeit zeigen, können sich in dieser Beziehung sehr verschieden verhalten; so verbindet z. B. Chlorcalcium und Chlorstrontium viel Ammoniak mit sich, während Chlorbaryum keine Spur davon aufnimmt.

Als Beispiele von Chloriden u. s. f. und wasserfreien sauerstoffsäuren Salzen, welche sich mit trockenem Ammoniakgas verbinden, mögen folgende angeführt werden:

Chlorphosphor, Chlorschwefel, Chlorsilicium, Chlorcalcium, Chlorstrontium, Chloraluminium, Arsenikchlorür, Chlortitan, Zinnchlorid, Antimon- und Chrom-Superchlorid, Chlornickel, Chlorkobalt, Chlorkupfer, Chlorblei, Chlorsilber, Antimonchlorür, Quecksilber-Chlorür, Chlorid, Bromid, Jodid, Cyanid, die Verbindungen der Schwefelsäure mit Manganoxydul, Zinkoxyd, Nickeloxyd, Kobaltoxyd, Cadmiumoxyd, Silberoxyd, salpetersaures Silberoxyd.

Beispiele von Chloriden und wasserfreien sauerstoffsäuren Salzen, die sich nicht mit Ammoniakgas verbinden, sind: Chlorbaryum, Chlornatrium, schwefelsaure Bittererde, salpetersaures Natron, salpetersaurer Baryt, phosphorsaures Kupferoxyd, doppelchromsaures Kali.

Mit dem Quecksilber-Chlorid und Bromid bildet das Ammoniak eine innigere Verbindung, welche sich als Ganzes sublimirt, ohne dass das Ammoniak entweicht. 1 At. Chlorid oder Bromid verbindet sich mit $\frac{1}{2}$ At. Ammoniak.

Das Ammoniak spielt nach der Ansicht von Rose in diesen Verbindungen eine ähnliche Rolle wie das Krystallwasser in gewissen Salzen, und so wie es Salze mit Krystallwasser gibt, während es andere diesen im Uebrigen sehr ähnliche, ohne Krystallwasser gibt, so nehmen auch sonst sehr ähnliche Verbindungen Ammoniak auf oder nicht, oder doch häufig in verschiedenen Verhältnissen. Das Ammoniak tritt hier als schwache Basis zu einer schon neutralen Verbindung hinzu.