



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Bodenkunde auf chemisch-physikalischer Grundlage

Fleischer, Moritz

Berlin, 1922

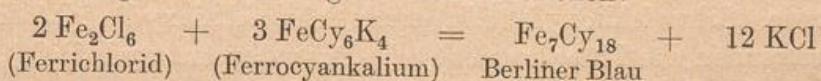
§ 10. Oxydation, Oxyde, Hydroxyde, Säuren, Basen, Salze, Dissoziation

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78696](#)

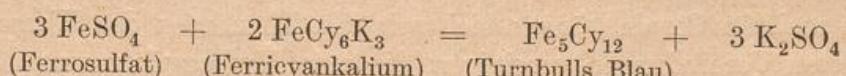
Valenz enthält und Hydroxyl genannt wird. Das Radikal Hydroxyl findet sich in einer großen Zahl von Verbindungen wieder. Im „Ätzkali“ ist es an ein Atom Kalium gebunden: KOH, das zweiwertige Calciumatom vereinigt sich mit zwei Hydroxylgruppen zu Ätzkalk = Ca(OH)₂ oder CaO₂H₂.

Auch die Gruppe NH₄, die im Salmiak (s. o.) mit einem Atom Chlor verbunden ist, kann man als ein einwertiges Radikal ansehen. (Seine 4 Wasserstoffatome binden nur 4 Valenzen des in diesem Falle *fünf*-wertigen Stickstoffatoms). Es wird *Ammonium* genannt und bildet einen Bestandteil zahlreicher Verbindungen (z. B. des Ammoniumsulfates [NH₄]₂SO₄^{IV}), die große Ähnlichkeit mit den entsprechenden Kalium- und Natriumverbindungen aufweisen¹⁾.

Ein anderes, in zahlreichen Verbindungen auftretendes, gleichfalls einwertiges Radikal ist das Cyan CN, auch durch das Symbol Cy gekennzeichnet. Es ist ein Bestandteil der äußerst giftigen Verbindungen Cyanwasserstoff (HCy) oder „Blausäure“ und Cyankalium (KCy). Ferner kommt es in zwei für die Erkennung von Eisenverbindungen wichtigen Salzen, dem Ferrocyanikalium (gelbes Blutlaugensalz) FeCy₆K₄ und dem Ferricyanikalium („rotes Blutlaugensalz“) FeCy₆K₃ vor. Das Ferrocyanikalium gibt mit Ferrisalzen eine tiefblau gefärbte Verbindung („Berliner Blau“), das Ferricyanikalium mit Ferrooverbindungen eine gleichfalls blaue Verbindung, genannt „Turnbulls Blau“. Beides äußerst empfindliche Reaktionen auf Eisenoxyd- und Eisenoxydulverbindungen. Sie lassen sich durch folgende Gleichungen veranschaulichen:



und



Das Cyan verbindet sich mit Schwefel zu einem gleichfalls einwertigen Radikal dem Schwefelcyan oder Rhödan SCy. Dieses kann sich mit Wasserstoff und mit Metallen oder metallähnlichen Radikalen zu Rhodanverbindungen vereinigen (CySH, CySK, CySNH₄ usw.).

Die Rhodanverbindungen geben mit Ferrisalzen eine blutrote Färbung²⁾.

§ 10.

Oxydation, Oxyde, Hydroxyde, Säuren, Basen, Salze. Fast alle in der Bodenkunde zu besprechenden zusammengesetzten Körper gehören einer der folgenden Gruppen an: *Oxyde, Basen, Säuren, Salze*.

¹⁾ Von den Ammoniumverbindungen wird unten die Rede sein (§ 32).

²⁾ Gleichfalls sehr empfindliche Reaktion.

Das Fluor und einige seltene Gase ausgenommen, können alle Elemente sich mit Sauerstoff verbinden. Den Vorgang der direkten Vereinigung bezeichnet man als *Oxydation* oder *Verbrennung*¹⁾, die Vereinigungsprodukte als *Oxyde*. Wasserstoff, an der Luft entzündet, verbrennt, er vereinigt sich mit Sauerstoff, er wird zu Wasserstoffoxyd oder Wasser (H_2O) „oxydiert“. Die Metalle *Kalium*, *Natrium*, *Calcium* oxydieren sich beim Verbrennen an der Luft zu Kaliumoxyd oder Kali (K_2O), Natriumoxyd oder Natron (Na_2O), Calciumoxyd oder Kalk (CaO).

Geht ein Metall mehrere Verbindungen mit Sauerstoff ein, oder m. a. W. bildet es „niedere und höhere Oxydationsstufen“, so bezeichnete man nach der älteren chemischen Ausdrucksweise das *an Sauerstoff ärmere* als *Oxydul*, das *an Sauerstoff reichere* als *Oxyd*. So bildet z. B. das Eisen folgende Oxyde:

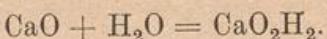


Die neuere chemische Sprache kennzeichnet die verschiedenartigen Oxyde dadurch, daß sie dem Namen des Metalls bei den an *Metall ärmeren* Verbindungen die Endung i, bei den an *Metall reicherem* die Endung o gibt. Danach erhält die Verbindung Fe_2O_3 den Namen Ferrioxyd, die Verbindung FeO , bei der schon auf (ein Atom Sauerstoff ein Atom Eisen oder) zwei Atome Sauerstoff zwei Atome Eisen kommen, den Namen Ferrooxyd und die Verbindung Fe_3O_4 den Namen Ferroferrioxyd (mineralogisch: Magneteisen).

Das Nichtmetall Schwefel kann bei seiner Vereinigung mit Sauerstoff zwei Oxyde, Schwefeldioxyd (SO_2) und Schwefeltrioxyd (SO_3) liefern. Beim Verbrennen des Phosphors entsteht Phosphorpentooxyd (P_2O_5), beim Verbrennen des Kohlenstoffs Kohlendioxyd (CO_2).

Die meisten Oxyde können sich mit den Elementen des Wassers zu gesättigten Verbindungen vereinigen, die man *Hydroxyde* nennt.

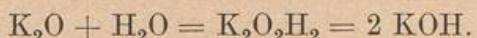
Calciumoxyd in Berührung mit Wasser geht in Calciumhydroxyd (Ätzkalk) über:



Das Calciumhydroxyd ist in Wasser etwas löslich, die Lösung („Kalkwasser“) hat einen laugenhaften Geschmack und bläut roten Lackmusfarbstoff. Diese Eigenschaften bezeichnet man als „alkalische Reaktion“. Mit Säuren zusammengebracht bildet es Salze (s. u.). Derartige Hydroxyde nennt man *Basen*, die Oxyde, woraus sie hervorgehen,

¹⁾ Als Verbrennung im gewöhnlichen Sinn, wenn die Vereinigung sich rasch unter lebhafter Wärme- und Lichtentwicklung vollzieht; als „langsame Verbrennung“, wenn sie nur allmählich und ohne oder doch nur mit ganz schwacher Lichtentwicklung erfolgt.

b a s e n b i l d e n d e O x y d e. „Alkalisch reagierende“ Basen sind z. B. das *Kaliumhydroxyd* oder Ätzkali (KOH), das *Natriumhydroxyd* oder Ätznatron¹⁾ (NaOH). Aus ihren Oxyden können sie entstehen nach der Gleichung:



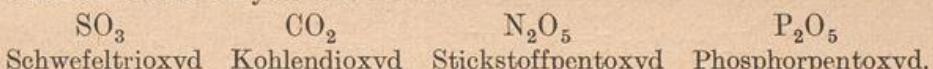
Nicht in Wasser löslich und deswegen auch nicht alkalisch reagierende Basen sind das *Ferrohydroxyd* FeO_2H_2 (in der älteren chemischen Sprache Eisenhydroxydul) und das *Ferrihydroxyd* $\text{Fe}_2\text{O}_6\text{H}_6$ (Eisenrost, s. o., früher auch als Eisenoxydhydrat bezeichnet).

Die Metalle liefern bei ihrer Vereinigung mit Sauerstoff allermeist bilden Oxyde.

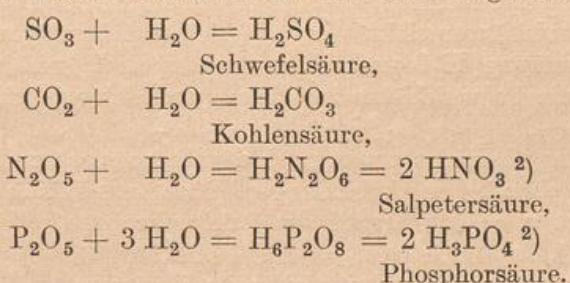
Andere Oxyde vereinigen sich mit den Elementen des Wassers zu Hydroxyden, die, falls sie in Wasser löslich sind, sauren Geschmack und die Fähigkeit besitzen, blauen Lackmusfarbstoff zu röten (sie zeigen „s a u r e R e a k t i o n“). Man nennt sie daher „s ä u r e b i l d e n d e O x y d e“, ihre Hydroxyde aber *Säuren*. Mit Basen zusammengebracht, bilden sie Salze (s. u.).

Die meisten Nichtmetalle vereinigen sich mit Sauerstoff zu säurebildenden Oxyden.

Säurebildende Oxyde sind z. B.:



In Berührung mit Wasser liefern sie Säuren nach folgenden Gleichungen:



Oxyde, die mit den Elementen des Wassers sich weder zu Säuren noch zu Basen vereinigen, nennt man *indifferente Oxyde*. Beispiele: Wasser (H_2O), Kohlenoxyd (CO), Eisenhammerschlag oder Ferroferrioxyd (Fe_3O_4), Braunstein oder Manganperoxyd (MnO_2) („Mangansuper-

¹⁾ Die Lösung von Kaliumhydroxyd und Natriumhydroxyd in Wasser nennt man „Kalilauge“ und „Natronlauge“.

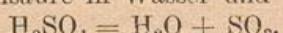
²⁾ In einem Molekül Salpetersäure sind nicht 2 Atome Wasserstoff, 2 Atome Stickstoff, 6 Atome Sauerstoff, in einem Molekül Phosphorsäure nicht 6 Atome Wasserstoff, 2 Atome Phosphor, 8 Atome Sauerstoff, sondern nur die Hälfte dieser Mengen enthalten; es entstehen bei den oben dargestellten Vorgängen also nicht ein, sondern *zwei* Moleküle Salpetersäure und Phosphorsäure.

oxyd“, „Manganhyperoxyd“) u. a. Nach den älteren chemischen Anschauungen bezeichnete man die basenbildenden Oxyde als Basen, die säurebildenden Oxyde als Säuren, ihre Hydroxyde aber sah man als Verbindungen mit Wasser an und bezeichnete sie dementsprechend als „Oxyhydrate“ und „Säurehydrate“. Zum Beispiel:
 CaO , H_2O (Verbindung von Kalk mit Wasser): „Kalkhydrat“,
 N_2O_5 , H_2O („ „ „ Salpetersäure mit Wasser): „Salpetersäurehydrat“,
 SO_3 , H_2O („ „ „ Schwefelsäure mit Wasser): „Schwefelsäurehydrat“¹⁾ usw.

Die jüngere Chemie sieht in den Basen Verbindungen eines Metalls, in den sauerstoffhaltigen²⁾ Säuren Verbindungen eines „Säureradikals“ (s. § 9) mit dem Radikal Hydroxyl (OH). Z. B.:

Calciumhydroxyd	CaO_2H_2	$= \text{Ca}(\text{OH})_2$,
Ferrohydroxyd	FeO_2H_2	$= \text{Fe}(\text{OH})_2$,
Ferrihydroxyd	$\text{Fe}_2\text{O}_6\text{H}_6$	$= \text{Fe}_2(\text{OH})_6$,
Salpetersäure	HNO_3	$= \text{NO}_2 \cdot \text{OH}$, (Nitroxyl) ³⁾
Schwefelsäure	H_2SO_4	$= \text{SO}_2(\text{OH})_2$, (Sulfuryl) ³⁾
Kohlensäure	H_2CO_3	$= \text{CO}(\text{OH})_2$, (Carbonyl) ³⁾
Phosphorsäure	H_3PO_4	$= \text{PO} \cdot (\text{OH})_3$ usw. (Phosphoryl) ³⁾

¹⁾ Daß in der Tat innerhalb des durch die chemische Formel H_2SO_4 gekennzeichneten Schwefelsäuremolekuls zwei in sich fester gefügte Atomgruppen von der Zusammensetzung H_2O und SO_3 enthalten sind, geht daraus hervor, daß beim Erhitzen die Schwefelsäure in Wasser und Schwefeltrioxyd zerfällt:

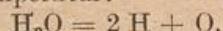


Derartige Vorgänge bezeichnet man nach dem französischen Chemiker D e v i l l e als Dissoziation chemischer Verbindungen. Man kennt ihrer eine große Anzahl. Zu ihnen gehört u. a. der Zerfall des Calciumkarbonats beim „Brennen“ des Kalksteins s. o.). $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$.

Chlorammonium (Salmiak) spaltet sich beim Erhitzen:



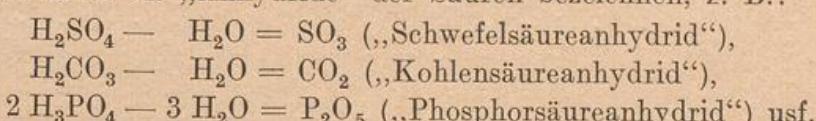
Wasser bei sehr hoher Temperatur:



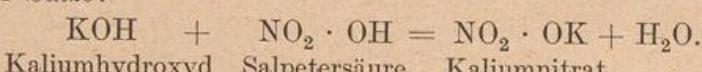
²⁾ Über sauerstofffreie Säuren s. § 11.

³⁾ Wenn der Stickstoff fünfwertig, der Sauerstoff zweiseitig ist, so besitzt das Säureradikal Nitroxyl NO_2 noch eine freie Valenz, die eine einwertige Hydroxylgruppe an sich ketten kann. Im Sulfuryl ist der Schwefel sechswertig. 4 Valenzen werden durch die 4 Valenzen der 2 Sauerstoffatome ausgeglichen, die überbleibenden 2 freien Valenzen können zwei Hydroxylgruppen binden. Das Radikal Carbonyl muß zweiseitig sein, weil das Kohlenstoffatom vier-, das Sauerstoffatom zweiseitig ist. Das Radikal der Phosphorsäure PO ist dreiwertig, weil von den 5 Valenzen des Phosphoratoms nur 2 durch die Valenzen des Sauerstoffatoms gesättigt werden.

Denkt man sich aus den Säuren Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältnis, in dem sie Wasser bilden, herausgenommen, so bleiben die säurebildenden Oxyde, die man früher „Säuren“ nannte, zurück. Letztere kann man daher als „Anhydride“ der Säuren bezeichnen, z. B.:

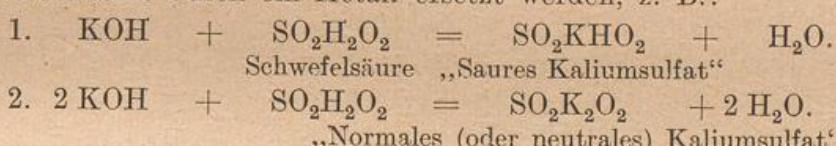


Säuren und Basen bilden miteinander unter gleichzeitiger Entstehung von Wasser *Salze*:



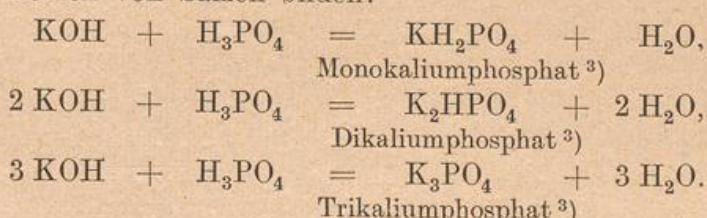
Bei der Salzbildung tritt also das Metall aus der Base an die Stelle des Wasserstoffs in der Hydroxylgruppe der Säure, während der letztere mit der Hydroxylgruppe der Base sich zu Wasser vereinigt¹⁾.

Enthält eine Säure mehrere Hydroxylgruppen, so können auch mehrere Wasserstoffatome durch ein Metall ersetzt werden, z. B.:

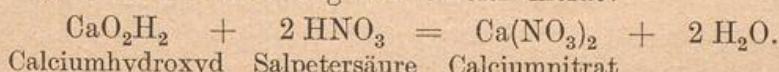


Im Fall 1 entsteht ein „saures“, im Fall 2 ein „normales“²⁾ Salz.

Je nachdem eine Säure eine oder mehrere Hydroxylgruppen enthält, heißt sie *ein-* oder *mehrbasisch*. Die Phosphorsäure ist dreibasisch, sie kann drei Reihen von Salzen bilden:



Treten mehrwertige Metallatome in ein Säuremolekül ein, so kann das häufig nur dann geschehen, wenn mehrere Säuremoleküle sich vereinigt haben. So bei der Entstehung von Calciumnitrat:

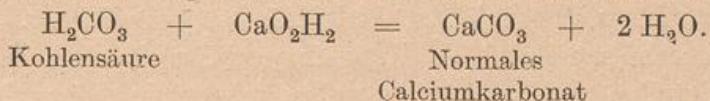


¹⁾ Umgekehrt kann man auch sagen: Das Säureradikal der Säure tritt an die Stelle des Wasserstoffs in die Base, während der letztere mit dem Hydroxyl der Säure sich zu Wasser vereinigt.

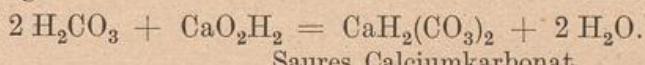
²⁾ Die sogenannten sauren Salze, die man als Zwischenstufen zwischen der Säure und dem „normalen“ Salz ansehen kann, zeigen häufig, wenn auch nicht immer, saure Reaktion, die „normalen“ reagieren meist neutral, bisweilen alkalisch.

³⁾ Wohl auch als zweifachsaures, einfachsaures und normales Kaliumphosphat bezeichnet.

Ferner kann z. B. ein Molekül einer zweibasischen Säure mit dem Atom eines zweiwertigen Metalls nur ein *normales* Salz bilden:



Zur Bildung eines *sauen* Salzes sind *zwei* Säuremoleküle erforderlich:



Die ältere Chemie betrachtete ein Salz als die chemische Verbindung eines säurebildenden mit einem basenbildenden Oxyd oder nach ihrer Auffassung als die Verbindung einer „Säure“ mit einer „Base“. Ein Molekül Calciumsulfat: CaSO_4 enthielt hiernach die beiden Gruppen CaO (Kalk) und SO_3 („Schwefelsäure“): CaO, SO_3 .

Ein Molekül des normalen Kaliumphosphats bestand aus „Kali“ und „Phosphorsäure“: $3 \text{K}_2\text{O}, \text{P}_2\text{O}_5$ ¹⁾, dementsprechend bezeichnete man diese Salze als „schwefelsauren Kalk“ und als „phosphorsaures Kali“. Heute spricht man von „sehwefelsaurem Calcium“ und „phosphorsaurem Kalium“, oder man hängt dem Namen des in dem Salz vertretenen Metalls eine aus dem Namen des säurebildenden Elementes hergeleitete Endung an, z. B.:

Calciumsulfat, Kaliumphosphat usw.

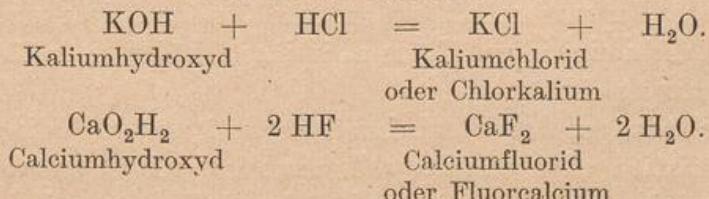
Die folgende Zusammenstellung enthält die Bezeichnungen und Formeln einiger besonders wichtiger Salze nach der älteren und der neueren Anschauungsweise.

(Siehe die Zusammenstellung auf S. 26.)

§ 11.

Haloidsäuren, Haloidsalze. Mit den Elementen Fluor, Chlor, Brom, Jod gibt der Wasserstoff gasförmige Verbindungen von der Zusammensetzung:

HF	HCl	HBr	HJ
Fluorwasserstoff ²⁾	Chlorwasserstoff ³⁾	Bromwasserstoff	Jodwasserstoff.
ein, die in Wasser leicht löslich sind und stark saure Reaktion (s. o.) zeigen. Mit Basen bilden sie Salze, z. B.:			



¹⁾ Die Ziffer 3 bezieht sich bei dieser Schreibweise nur auf die vor dem Komma stehende Atomgruppe.

²⁾ Die Lösung in Wasser wird auch Flußsäure genannt.

³⁾ Die wässrige Lösung wird auch Salzsäure genannt.