Die Stoffe der Analyse. Säuren, Basen, Salze.

Die weitaus meisten Reaktionen der Analyse spielen sich in wässerigen Lösungen von Säuren, Basen und Salzen ab. Es erscheint daher zweckmäßig, eine kurze Übersicht über die hauptsächlichsten Artverschiedenheiten innerhalb dieser drei Gruppen zu geben.

Säuren.

Als Säuren bezeichnet man solche Verbindungen von Elementen 1
oder Elementengruppen mit Wasserstoff, die, neben der Reaktion auf Pflanzenfarben (siehe oben X), als charakteristische chemische Eigenschaft die aufweisen, daß ein oder mehrere ihrer Wasserstoffatome sich direkt durch Metalle ersetzen lassen. So sind Säuren die Verbindungen

Chlorwasserstoff HCl Salpetersäure NO_3H

und durch Ersatz ihres Wasserstoffs etwa durch Natrium oder Silber entstehen die Verbindungen

Natriumchlorid $NaCl$ Natriumnitrat NO_3Na
Silberchlorid $AgCl$ Silbernitrat NO_3Ag.

Je nach der Anzahl der ersetzbaren Wasserstoffatome, welche sich in je einer Molekel der verschiedenen Säuren vorfinden, teilt man die Säuren ein in

Einwertige (einbasische) Säuren z. B. HCl, HJ, NO_3H
Zweiwertige (zweibasische) Säuren z. B. CO_3H_2, SO_4H_2
Dreiwertige (dreibasische) Säuren z. B. PO_4H_3, AsO_4H_3.

Sind die Säuren nicht reine Wasserstoffsäuren, wie HCl, HJ, HBr, sondern enthalten sie neben dem Wasserstoff auch noch Sauerstoff, wie NO_3H, SO_4H_2, so können sie Abspaltung von Wasser erfahren. Sie werden dadurch, je nach den Umständen, zu Anhydriden oder Anhydrosäuren.

Anhydride. 2

Anhydride enthalten keinen durch Metalle ersetzbaren Wasserstoff mehr; sie bilden sich bei einwertigen Säuren durch den Austritt einer Molekel Wasser aus zwei Molekeln Säure, deren Reste sich dann zu dem Anhydrid vereinigen:

$$2\,NO_3H \text{ minus } H_2O = N_2O_5 \text{ (Salpetersäureanhydrid)};$$

bei zweiwertigen Säuren tritt aus einer Molekel Säure eine Molekel Wasser aus:

$$SO_4H_2 \text{ minus } H_2O = SO_3 \text{ (Schwefelsäureanhydrid)};$$

bei dreiwertigen verlieren zwei Molekel Säure drei Molekel Wasser:

$$2\,PO_4H_3 \text{ minus } 3\,H_2O = P_2O_5 \text{ (Phosphorsäureanhydrid)}.$$

3 **Anhydrosäuren.**

Anhydrosäuren können nur aus mehrbasischen Säuren entstehen; sie enthalten nach stattgefundener Wasserabspaltung *immer noch durch Metalle ersetzbaren Wasserstoff*. Trotz der teilweisen „Anhydrisierung" sind sie also noch *wirkliche Säuren*.

So bildet sich beispielsweise aus der Orthophosphorsäure PO_4H_3 durch Abspaltung von einer Molekel Wasser die Metaphosphorsäure PO_3H

$$PO_4H_3 \text{ minus } H_2O = PO_3H,$$

durch Abspaltung der halben Menge Wasser jedoch die Pyrophosphorsäure $P_2O_7H_4$

$$2\,PO_4H_3 \text{ minus } H_2O = P_2O_7H_4.$$

Allgemein pflegt man, wie im gewählten Beispiel, die Säure mit dem höchstbekannten Wasserstoffgehalt Orthosäure zu nennen. Von den aus ihr entstehenden Anhydrosäuren bezeichnet man diejenige, die durch den geringstmöglichen Wasseraustritt entsteht, als Pyrosäure, die durch den höchstmöglichen Wasseraustritt hervorgebrachte als Metasäure.

4 **Basen.**

Als Basen bezeichnet man die Hydroxyde der Metalle. Das Charakteristische einer Base ist also, daß sie neben Metall eine oder mehrere Hydroxylgruppen, OH, in ihre Molekel einschließt. Je nach der Zahl der in der Molekel enthaltenen Hydroxylgruppen unterscheidet man

einwertige Basen, z. B. NaOH, KOH,
zweiwertige Basen, z. B. $Ba(OH)_2$,
dreiwertige Basen, z. B. $Bi(OH)_3$.

5 **Salze.**

Vereinigen sich Säuren mit Basen, so entstehen Verbindungen, die man als Salze bezeichnet. Und zwar erfolgt die Salzbildung in diesem Falle, da sich der Wasserstoff der Säure mit dem Hydroxyl der Base vereinigt, beispielsweise nach dem Schema

$$NO_3H + NaOH = NO_3Na + H_2O$$

jedesmal unter gleichzeitigem Wasseraustritt.

Den Prozeß der Salzbildung aus Säure und Base nennt man auch „*Neutralisation*". Das Produkt des Prozesses wird als neutrales Salz bezeichnet, wenn nach beendigter Neutralisation weder Wasserstoffatome noch Hydroxylgruppen unvereinigt zurückgeblieben sind.

6 Aus der Vereinigung von einwertigen Säuren mit einwertigen Basen muß, wie auch obige Gleichung unmittelbar zeigt, stets ein neutrales Salz (normales Salz) hervorgehen.

7 Vereinigen sich aber z. B. zwei- oder mehrwertige Säuren mit einwertigen Basen, so kann natürlich auch hierbei ein neutrales Salz entstehen. Je nach den Umständen kann aber auch der Fall eintreten, daß nur *ein Teil des Säurewasserstoffs neutralisiert* wird. Als-

dann entsteht ein saures Salz (Hydrosalz). So bildet sich z. B. aus der zweiwertigen Schwefelsäure nach dem Schema

$$SO_4H_2 + NaOH = SO_4HNa + H_2O$$

das saure Natriumsulfat, auch Natriumhydrosulfat genannt.

Bei dreiwertigen Säuren sind neben dem neutralen Salze noch zwei verschiedene saure Salze möglich, so daß beispielsweise die dreiwertige Orthophosphorsäure liefern kann:

$$\begin{array}{lll} PO_4H + 3\,NaOH = 3\,H_2O + PO_4Na_3, & \text{Trinatriumorthophosphat} & \text{neutral} \\ PO_4H_3 + 2\,NaOH = 2\,H_2O + PO_4HNa_2, & \text{Binatriumhydroorthophosphat} & \text{sauer.} \\ PO_4H_3 + NaOH = H_2O + PO_4H_2Na, & \text{Natriumbihydroorthophosphat} & \end{array}$$

Umgekehrt können aus zwei- oder mehrwertigen Basen und 8
einwertigen Säuren sogenannte basische Salze (Oxysalze) entstehen, wenn von den vorhandenen *Hydroxylgruppen* sich *nicht sämltiche* mit dem Säurewasserstoff umsetzen. So entsteht nach dem Schema

$$Mg{<}^{OH}_{OH} + HCl = Mg\,^{OH}_{Cl} + H_2O$$

das basische Magnesiumchlorid, das man auch als Magnesiumoxychlorid bezeichnet.

Das Charakteristische der neutralen Salze izt also, daß in ihnen weder Säurewasserstoff noch Basenhydroxyl mehr vorhanden ist. In der Molekel eines sauren Salzes findet sich noch durch Metalle ersetzbarer Wasserstoff, die Molekel eines basischen Salzes führt noch eine oder mehrere Hydroxylgruppen.

„Gruppen" der Analyse. 9

In der allgemeinen anorganischen Chemie teilt man die große Zahl der Elemente in Familien und Gruppen nach Maßgabe des natürlichen, *periodischen Systems* der Elemente. (Vgl. Anhang.)

In der qualitativen Analyse hingegen pflegt man die in Betracht kommenden Elemente zunächst in Metalle und Metalloide zu sondern und dann noch diese Abteilungen, besonders die Abteilung der Metalle, aus praktischen Rücksichten in mehrere Gruppen zu zerlegen.

So ergibt sich folgende analytische Einteilung der wichtigeren Elemente:

A. Metalle.

a) Kupfergruppe: Cu, Hg, Ag, Pb, Bi, Cd.
b) Arsengruppe: As, Sb, Sn.
c) Eisengruppe: Fe, Al, Cr, Mn, Co, Ni, Zn.
d) Gruppe der alkalischen Erdmetalle: Ca, Ba, Sr, Mg.
e) Gruppe der Alkalimetalle: Na, K, Li.

B. Metalloide (Nichtmetalle).

Verbindungen der Metalloide, Körper sauren Charakters, Säuren.
1. Anorganische Säuren. 2. Organische Säuren.