



**Die Schule der Chemie, oder erster Unterricht in der  
Chemie**

**Stöckhardt, Julius Adolph**

**Braunschweig, 1881**

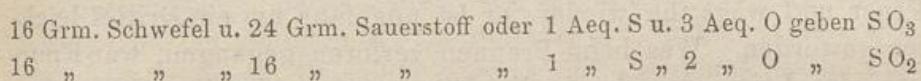
Phosphor und Sauerstoff

---

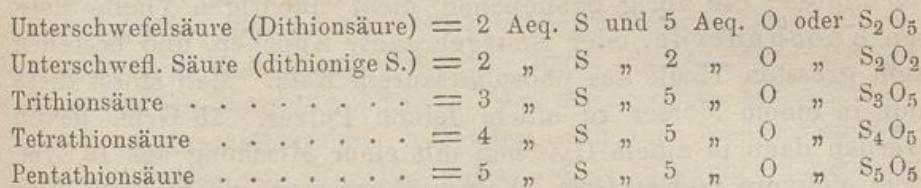
[urn:nbn:de:hbz:466:1-88906](#)

keinen Nachtheil und wird zuletzt von der schwefligen Säure wieder ausgetrieben.

222. In den zwei hier besprochenen Verbindungen des Schwefels mit dem Sauerstoff finden immer folgende Mengenverhältnisse statt:



Weitere Verbindungen sind:



## Phosphor und Sauerstoff.

### 1. Phosphorsäure ( $\text{PO}_5$ )

(Aeq.-Gew. = 71.)

— 1769 von Gahn und Scheele in den Knochen nachgewiesen. —

223. Bereitung aus Phosphor. Wenn Phosphor an der Luft oder in Sauerstoff mit Flamme verbrennt, so entsteht ein weisser, saurer Rauch, der Phosphorsäure heisst (67). Dabei vereinigen sich immer 31 Grm. Phosphor mit 40 Grm. Sauerstoff, oder 1 Aeq. Phosphor mit 5 Aeq. Sauerstoff; diese Säure erhält also die Formel  $\text{PO}_5$ . In einem trocknen Glase verdichtet sich dieser Rauch zu einem weissen Pulver (Phosphorsäure-Anhydrid), welches an der Luft zerfliesst und im Wasser zergeht ( $\text{H}_2\text{O, PO}_5$ ), denn die Phosphorsäure ist hygroskopisch und im Wasser leicht löslich. Eine solche Lösung kann man auch erhalten, wenn man Phosphor längere Zeit mit Salpetersäure kocht. Beim Verbrennen giebt die Luft, beim Kochen mit Salpetersäure diese letztere den Sauerstoff her.

224. Bereitung aus Knochen. Wir finden aber auch schon fertige Phosphorsäure in manchen Körpern, insbesondere

in den Knochen der Säugetiere und Vögel und können sie daraus darstellen.

*Versuch.* Man legt einen gewogenen Knochen in ein Ofenfeuer und lässt ihn darin einige Stunden glühen: er wird erst schwarz, dann wieder weiss. Man nimmt ihn jetzt aus dem Feuer und wägt ihn wieder: er ist ungefähr um ein Drittel leichter geworden. Was beim Brennen verloren gegangen, war Knorpel oder Leim, der durch die Hitze erst verkohlte, dann verbrannte, d. h. sich in Luftarten verwandelte, welche sich verflüchtigten; die übrig gebliebenen nicht flüchtigen Theile heißen Knochenerde, oder weissgebrannte Knochen, und bestehen zum grössten Theile aus phosphorsaurem Kalk. Man stösst diese nun in einem Mörser zu einem feinen Pulver. 15 Grm. davon werden dann in einem Gläschen mit einer Mischung aus 10 Grm. Schwefelsäure und 60 Grm. Wasser übergossen, einige Tage lang an einen warmen Ort gestellt und während dieser Zeit öfters umgerührt. Hierauf giesst man die dickliche Masse auf Leinwand und presst die Flüssigkeit ab; diese enthält nicht mehr Schwefelsäure, sondern (kalkhaltige) Phosphorsäure. Die Schwefelsäure ist in dem weissen Rückstande zu suchen; sie hat sich mit dem Kalk verbunden und die Phosphorsäure ausgetrieben. Der schwefelsaure Kalk oder Gyps wird mit Wasser ausgewaschen und getrocknet.

Wie man sieht, ist die Schwefelsäure auf nassem Wege stärker als die Phosphorsäure. In der Glühhitze verhält es sich umgekehrt; wird Gyps mit Phosphorsäure geäugt, so muss die Schwefelsäure ausziehen. So ausserordentlich wechseln die Affinitäten bei verschiedener Temperatur. In starker Hitze sind immer diejenigen Säuren am stärksten, welche am schwersten flüchtig werden; zu diesen gehört die Phosphorsäure, denn sie verdampft erst beim Weissglühen. Dampft man die erhaltene Phosphorsäure ein, so erhält man sie (noch etwas kalkhaltig) zuerst als eine syrupartige Flüssigkeit, zuletzt als eine glasartige, feste Masse.

**225. Phosphorsäure in organischen Körpern und dem Boden.** Ein erwachsener Mensch hat in seinem Körper ungefähr

9	bis 12	Pfund	Knochen, darin
6	"	8	Knochenerde, darin
5	"	7	" phosphorsauren Kalk, darin
2 $\frac{1}{4}$	"	3	" Phosphorsäure, darin
1	"	1 $\frac{1}{3}$	" Phosphor.

Phosphorsaure Salze finden sich ausserdem auch im Blute, Fleische und in anderen Körpertheilen. Woher nimmt nun unser Körper diesen Phosphor? Antwort: aus dem Fleische und den Pflanzen, die wir geniessen. In allen Pflanzen finden sich phosphorsaure Salze, in besonders reichlicher Menge in den Samen derselben. Wie aber gelangen die Pflanzen zu diesen Salzen? Durch den Erdboden. Enthält ein Ackerland keine solchen Salze, so kann kein normales Pflanzenwachsthum und insbesondere keine Samenbildung in ihm stattfinden; vermehren wir ihre Menge dadurch, dass wir gemahlene Knochen oder andere phosphorsäurereiche Düngemittel unter die Ackererde mischen, so setzen wir die letztere in den Stand, eine grössere Menge von Körnern hervorzubringen. Wir haben also in den Knochen ein kräftiges Düngemittel. Dass auch der in ihnen enthaltene Leim zum Wachsthum beiträgt, wird später zur Sprache kommen.

**226. Isomere Modificationen der Phosphorsäure.** Die Phosphorsäure bietet die Eigenthümlichkeit dar, dass sie sich mit 1, 2 und 3 Aeq. Wasser und ebenso mit 1, 2 und 3 Aeq. Basis verbinden kann und in diesen drei Zuständen verschiedene Eigenschaften zeigt. Man unterscheidet aus diesem Grunde:

1. Einbasische oder a-Phosphorsäure (Metaphosphorsäure =  $\text{HO, PO}_5$ ); solcher Art ist die durch Verbrennen des Phosphors erzeugte und in Wasser gelöste Säure. Sie fällt eine Lösung von Baryt und Eiweiss.

2. Zweibasische oder b-Phosphorsäure (Pyrophosphorsäure =  $2\text{HO, PO}_5$ ); sie entsteht aus der dreibasischen Säure durch vorsichtiges Erhitzen oder durch glühendes Schmelzen des dreibasischen phosphorsauren Natrons. Sie fällt Baryt und Eiweiss nicht; in Silberlösung bildet sie einen weissen Niederschlag.

3. Dreibasische oder c-Phosphorsäure (gewöhnliche Phosphorsäure =  $3\text{HO, PO}_5$ ). Dies ist die in den Knochen wie

in den Naturkörpern überhaupt vorkommende Phosphorsäure, in welche auch die ersten zwei Modificationen sich beim Erhitzen ihrer Lösungen nach und nach umwandeln. Erhitzt man dagegen die trockne c-Phosphorsäure, so giebt sie etwas über 200° 1 Aeq. Wasser ab und wird zu b-Phosphorsäure; bis zum Glühen erhitzt geht noch 1 Aeq. Wasser fort und es entsteht a-Phosphorsäure, welche ihr Aequivalent Wasser auch in der Glühhitze nicht verliert. Das dritte Aequivalent Wasser ist sonach weniger fest gebunden als das zweite und das zweite weniger fest als das erste, wie dies schon die Schwefelsäurehydrate zeigten. Sie fällt Baryt und Eiweiss ebensowenig als Nr. 2, bildet aber in Silberlösung einen gelben Niederschlag. Genauere Reagentien sind molybdänsaures Ammoniak, welches beim Erwärmen gleichfalls einen gelben Niederschlag erzeugt, und ammoniakalische Magnesialösung, welche einen weissen, krystallinischen Niederschlag (phosphorsaure Ammoniak-Magnesia) liefert.

Isomer nennt man solche Verbindungen, welche einerlei Elemente in einerlei Gewichtsmengen enthalten, dabei aber doch in ihren Eigenschaften sich ganz unähnlich sind (*iso* — gleich, *mer* — Bestandtheil).

#### Phosphorige und unterphosphorige Säure.

227. Die phosphorige Säure ( $\text{PO}_3$ ), welche auf 1 Aeq. Phosphor nur 3 Aeq. Sauerstoff enthält, bildet sich vorzugsweise, wenn Phosphor langsam verbrennt, d. h. ohne Erhitzung Sauerstoff aus der Luft aufnimmt, wie dies schon bei 157 gezeigt wurde.

Eine Verbindung von gleichen Aequivalenten Phosphor und Sauerstoff ( $\text{PO}$ ) wird unterphosphorige Säure genannt. Des beim unvollständigen Verbrennen des Phosphors sich bildenden gelbrothen Körpers, sonst Phosphoroxyd genannt, ist schon 159 gedacht worden.

In den Säuren des Phosphors finden sich folgende Mengenverhältnisse:

31	Grm.	Phosphor	u.	40	Grm.	Sauerstoff	oder	1	Aeq.	P	u.	5	Aeq.	O	geben	$\text{PO}_5$
31	"	"	"	24	"	"	"	1	"	P	"	3	"	O	"	$\text{PO}_3$
31	"	"	"	8	"	"	"	1	"	P	"	1	"	O	"	$\text{PO}$

## Chlor und Sauerstoff.

228. Das Chlor hat nur eine schwache Affinität zum Sauerstoff; es kann mit ihm nur auf Umwegen und mit Hülfe starker Basen, die mit den erzeugten Säuren sogleich zu Salzen zusammentreten, verbunden werden. In freiem Zustande zerfallen diese Säuren sehr leicht, häufig unter Explosionserscheinungen.

1. Unterchlorige Säure heisst eine Verbindung von 2 Maass oder 1 Aeq. Chlor mit 1 Aeq. Sauerstoff ( $\text{ClO}$ ), welche sich dadurch auszeichnet, dass sie alle Pflanzenfarben zerstört. Sie zerfällt nämlich äusserst leicht in freies Chlor und freien Sauerstoff. Sie ist das Bleichende in dem bekannten Chlorkalk.

2. Chlorsäure hat auf 1 Aeq. Chlor 5 Aeq. Sauerstoff, also die Formel  $\text{ClO}_5$ . Da sie so reich an Sauerstoff ist, und diesen beim Erhitzen sehr leicht freilässt, so wendet man ihre Salze oft an, um sich Sauerstoff zu verschaffen, oder um andere Körper mit Sauerstoff zu verbinden (sie zu oxydiren). Das bekannteste Salz dieser Art ist das chlorsaure Kali, welches schon zu mehren der früheren Versuche angewendet wurde.

3. Weitere Verbindungen sind: Chlorige Säure =  $\text{ClO}_3$ , Unterchlorsäure  $\text{ClO}_4$  und Ueberchlorsäure =  $\text{ClO}_7$ .

---

Brom und Jod verhalten sich ähnlich wie Chlor, sie geben mit dem Sauerstoff eigenthümliche Säuren, als: Bromsäure, Jodsäure, Ueberjodsäure u. a.; diese Säuren müssen aber hier übergangen werden. Fluor vereinigt sich gar nicht mit dem Sauerstoff.

## Cyan und Sauerstoff.

229. Das Cyan, welches, obgleich aus zwei Elementen (Kohlenstoff und Stickstoff) zusammengesetzt, sich doch ganz wie ein einfacher Körper, und zwar wie ein Salzbilder verhält, giebt mit Sauerstoff eine einbäische, flüssige, stark sauer und stechend riechende Säure, die Cyansäure ( $\text{CyO}$  oder  $\text{C}_2\text{NO}$ ), ausgezeichnet durch ihre leichte Zersetzbarkheit. Schon bei gewöhnlicher