# CHEMIE
# DER ORGANISCHEN VERBINDUNGEN.

Unter organischen Stoffen versteht man sowohl diejenigen Verbindungen, welche in den Organen der Thiere und Pflanzen während ihrer Entwickelung und ihres Lebens erzeugt werden und die näheren Bestandtheile des lebenden Thier- und Pflanzen-Körpers ausmachen, als auch diejenigen, welche aus diesen natürlich vorkommenden Pflanzen- und Thierstoffen durch Einwirkung verändernder Einflüsse auf sogenanntem künstlichen Wege hervorgebracht werden, und dabei noch die Zusammensetzungsweise der ersteren haben.

Die meisten organischen Verbindungen sind *feste*, zum Theil krystallisirbare, zum Theil amorphe Körper, viele sind *Flüssigkeiten*, nur sehr wenige sind bei gewöhnlicher Temperatur *Gase*. Viele der ersteren sind bei bestimmten höheren Temperaturgraden ohne Zersetzung *schmelzbar*, andere, sowohl feste als flüssige, sind *flüchtig*, bilden also bei ihrem Siedepunct ohne Zersetzung Gase.

Die Grundstoffe, woraus die natürlich vorkommenden organischen Körper bestehen, sind: *Kohlenstoff*, *Wasserstoff*, *Sauerstoff* und *Stickstoff*. Ein grofser Theil der organischen Körper ist nur aus den 3 ersteren Elementen zu-

sammengesetzt; andere enthalten alle 4 Elemente; ein kleinerer Theil besteht blofs aus Kohlenstoff und Wasserstoff, und nur sehr wenige enthalten, als wesentliches Element, *Schwefel*. Der characterisirende Grundstoff aller organischen Körper ist der Kohlenstoff, der nie zu weniger als zu 2 Atomen in 1 Atomgewicht des Körpers enthalten ist; das eigentliche Aequivalent des organischen Kohlenstoffs wird also von 2 Atomen ausgemacht und ist $C^2$ oder $\ddot{C} = 150$.

Diese allgemeine Zusammensetzungsweise bedingt die generische Aehnlichkeit in den Eigenschaften und dem chemischen Verhalten aller organischer Körper. Ihr allgemeiner chemischer Character ist ihre leichte Zersetzbarkeit, ihre grofse Neigung, unter dem Einflufs des Lebens, der Wärme, der starken Säuren und Basen, der Salzbilder etc. ihre Zusammensetzung zu ändern, ihre Elemente zu neuen Verbindungen umzusetzen.

Ueber ihren Schmelz- oder Siedepunkt ohne Luftzutritt *erhitzt*, werden alle organische Körper zerstört. Bei starker Glühhitze wird aus allen Kohle abgeschieden, weil das organische Kohlenstoffatom dann selbst zerstört wird. Sehr viele sind nicht einmal ohne Zersetzung schmelzbar oder verflüchtigbar. Häufig besteht die Wirkung der Wärme zunächst darin, dafs von dem Körper ein oder einige Aequivalente Wasserstoff und Sauerstoff als Wasser, oder Kohlenstoff und Sauerstoff als Kohlensäure austreten, indem der Rest der Elemente zu einem neuen organischen Körper verbunden bleibt, der bei dem Eintreten eines bestimmten höheren Temperaturgrades seinerseits wieder eine ähnliche Verwandlung erleiden kann. Oder es theilt sich ein organischer Körper durch den Einflufs der Wärme in zwei neue, von denen zuweilen der eine flüchtig, der andere nicht flüchtig ist. Oder es bildet sich gleichzeitig eine noch grössere Anzahl von neuen organischen Verbindungen, die oft in dem Moment ihrer Entstehung wieder zerstört werden und dadurch Veranlassung zu einem verwickelten Gemenge von Producten geben, zuletzt gewöhnlich mit Hinterlassung von Kohle. Von den stickstofffreien sind diese gemengten Producte sauer, gewöhnlich von erzeugter Essigsäure, von

den stickstoffhaltigen sind sie alkalisch von erzeugtem Ammoniak und anderen Basen.

Durch den Einflufs von *Sauerstoff* können die organischen Körper auf mannigfaltige Art verändert werden, theils in Folge einfacher höherer Oxydation, theils in Folge der Bildung von Wasser oder von Kohlensäure. Solche Verwandlungen werden hervorgebracht durch unmittelbaren Zutritt des Sauerstoffs der Luft, durch Salpetersäure, Chlorsäure, durch Superoxyde. *Bei Glühhitze* verbrennen alle organische Körper zu Kohlensäure, Wasser und Stickgas.

*Wasserstoff* kann man in manchen Fällen organischen Körpern, ohne Aenderung des übrigen Zusammensetzungs-Verhältnisses, zuführen und sie in andere verwandeln, dadurch, dafs man sie mit Wasserstoff im Abscheidungszustand in Berührung bringt, wie z. B. durch Wasserzersetzung vermittelst des electrischen Stroms, oder vermittelst Zinks oder schwefliger Säure.

*Stickstoffhaltige* können aus stickstofffreien hervorgebracht werden durch Einwirkung von Ammoniak, wobei der Wasserstoff des letzteren oft ganz oder theilweise mit dem Sauerstoff des Körpers in Form von Wasser ausgeschieden wird.

*Schwefel* nehmen manche aus Schwefelwasserstoff oder Schwefelkalium auf, indem sie, unter Bildung von Wasser oder Kali ihren Sauerstoff ganz oder theilweise gegen Schwefel austauschen. Auch *Selen*, *Tellur*, *Arsenik*, *Antimon* und selbst eigentliche Metalle können auf ähnliche Weise Elemente organischer Verbindungen werden.

*Chlor*, und ähnlich die anderen Salzbilder, führt aus der Zusammensetzung Wasserstoff als Chlorwasserstoff fort, oder disponirt die Bildung und Ausscheidung von Wasser, und tritt häufig selbst in die Zusammensetzung ein, organische Verbindungen bildend, die als neues Element Chlor oder einen anderen Salzbilder enthalten.

In allen organischen Körpern mufs ein Theil der Grundstoffe zu einem elementartigen Ganzen, zu einem *zusammengesetzten Radical*, zusammengruppirt gedacht werden. Diese zusammengesetzten Radicale haben, gleich dem Cyan

und Ammonium, die chemischen Eigenschaften von einfachen Grundstoffen, sie sind die eigentlichen Elemente der organischen Natur, sie können sich, als Ganzes, unter einander und mit Sauerstoff, Wasserstoff, Schwefel, Chlor etc. vereinigen; sie lassen sich als unveränderte Atom-Gruppen aus einer Verbindung in die andere überführen, aber nur wenige sind bis jetzt unzersetzt isolirbar. Die organischen Körper sind also aus der Vereinigung von zusammengesetzten Radicalen, die Kohlenstoff als Hauptelement enthalten, entstanden; die unorganischen Verbindungen dagegen aus der Vereinigung einfacher Radicale.

Die Anzahl der organischen Verbindungen scheint ganz unbegränzt grofs zu sein. Darum aber ist nicht eine ähnlich grofse Anzahl von zusammengesetzten Radicalen anzunehmen. Die Anzahl derselben ist wahrscheinlich ähnlich beschränkt, wie die der einfachen Radicale, d. h. die der eigentlichen Grundstoffe. Denn es ist höchst wahrscheinlich, dafs sehr viele organische Körper, welche einfache organische Verbindungen zu sein scheinen, in der That aus zweien oder mehreren Verbindungen verschiedener Radicale zusammengesetzt sind.

Solche *gepaarte organische Verbindungen* entstehen aus der Vereinigung gewöhnlich von Säuren mit gewissen andern organischen, theils neutralen, theils sauren Körpern in einer solchen eigenthümlichen Weise, dafs bei der Vereinigung einer solchen gepaarten Säure mit Basen der mit der Säure verbundene Körper (*der Paarling*) sich nicht von ihr trennt, sondern mit in die Zusammensetzung der Salze eingeht. So ist die Mandelsäure, $\dot{H} + C^{16}H^{7}O^{5}$, eine mit dem Paarling Bittermandelöl gepaarte Ameisensäure $= \dot{H} + C^{2}HO^{3} . C^{14}H^{6}O^{2}$.

Viele durch Säuren gebildete gepaarte Verbindungen aber sind keine Säuren mehr, sondern sind neutrale Körper. Diese aber unterscheiden sich von eigentlichen Salzen wesentlich dadurch, dafs sie mit wirklichen Salzen ihre Bestandtheile nicht durch gegenseitige Zersetzung auswechseln lassen, und dafs der Paarling von der Säure nicht ge-

trennt werden kann, ohne eine Aenderung in seiner Constitution zu erleiden, die entweder darin besteht, dafs er sich in einen isomerischen Körper verwandelt, oder darin, dafs er die Elemente von Wasser aufnimmt und in beiden Fällen als ein neuer Körper zum Vorschein kommt (z. B. die Fette, die säurehaltigen Aetherarten).

Es ist denkbar und wahrscheinlich, dafs sich gepaarte organische Verbindungen mit gepaarten vereinigen können; gewifs ist es, dafs organische Körper in vielen Fällen den Paarling von unorganischen Verbindungen bilden (z. B. Benzoëschwefelsäure), wie umgekehrt unorganische Verbindungen, z. B. Amid, Chlorkohlenstoff etc., den Paarling für organische Körper ausmachen.

Es ist häufig der Fall, dafs zwei organische Körper dieselben Elemente in denselben Gewichtsverhältnissen enthalten und dabei doch ganz verschiedene physikalische und chemische Eigenschaften haben. Man nennt solche Stoffe im Allgemeinen *isomere* Körper. Diesem Verhältnifs können zweierlei Ursachen zu Grunde liegen; nämlich erstlich eine ungleiche Gruppirungsweise der Atome in beiden Körpern, wie z. B. im ameisensauren Aethyloxyd und essigsauren Methyloxyd, die beide nach der empirischen Formel $C^6H^6O^4$ zusammengesetzt sind, von denen aber das erstere die Elemente zu $C^4H^5O+C^2HO^3$, das zweite sie zu $C^2H^3O+C^4H^3O^3$ zusammengruppirt enthält, (*metamere* Körper); und zweitens ein ungleiches *absolutes* Atomgewicht, wie z. B. Aldehyd und essigsaures Aethyloxyd, welche beide gleiche procentische Zusammensetzung haben, von denen aber das erstere $C^4H^4O^2$, das andere $C^8H^8O^4$ ist, indem letzteres aus $C^4H^5O+C^4H^3O^3$ besteht, dessen specifisches Gewicht in Gasform auch doppelt so hoch ist, als das des ersteren, (*polymere* Körper).

Unter *homologen* Körpern versteht man solche, welche sich in ihren chemischen Eigenschaften analog verhalten und dabei in ihrer Zusammensetzung nur um $C^2H^2$ oder ein Vielfaches davon verschieden sind. So bilden Ameisensäure, $C^2H^2O^4$, Essigsäure, $C^4H^4O^4$, Propionsäure, $C^6H^6O^4$, Buttersäure, $C^8H^8O^4$, Palmitinsäure, $C^{32}H^{32}O^4$, Stea-

rinsäure, $C^{36}H^{36}O^{4}$ und die übrigen fetten Säuren eine homologe Reihe. Und dabei hat es sich gezeigt, dafs für je $C^{2}H^{2}$, welches ein homologer Körper mehr enthält, als der andere, sein Siedepunkt um 19° steigt. So sind die Siedepunkte der vier ersten der obigen Säuren = 100°, 119°, 138°, 157°.

Die näheren Vorgänge, durch die in dem lebenden Organismus der Pflanzen und Thiere die primitiven organischen Verbindungen gebildet werden, sind noch ganz unbekannt. So viel ist gewifs, dafs die Pflanzenstoffe, unter dem Einflufs gewisser unorganischer Bestandtheile des Bodens, die in jeden Pflanzenorganismus aufgenommen werden, nur aus schon bestehenden Verbindungen ihrer Elemente entstehen können, und diese Verbindungen sind offenbar die Kohlensäure, das Wasser und das Ammoniak. Dem thierischen Organismus dagegen werden seine Bestandtheile als schon bestehende organische Verbindungen durch die Nahrung zugeführt und aus dieser gebildet.

Die Elementar-Zusammensetzung der organischen Körper ist mit grofser Genauigkeit bestimmbar. Die Analyse der gewöhnlichen beruht darauf, dafs der Kohlenstoff zu Kohlensäure und der Wasserstoff zu Wasser oxydirt, und aus der Quantität dieser Verbrennungsproducte die des Kohlenstoffs und Wasserstoffs berechnet werden. Der Stickstoff wird dabei als Stickgas erhalten und gemessen, oder er wird durch eine besondere Operation in Ammoniak verwandelt und gewogen. Der Sauerstoff wird aus dem Verlust indirect bestimmt.

Die gewöhnlichste Methode, wie diese Analysen ausgeführt werden, besteht darin, dafs man den zu analysirenden Körper, genau abgewogen, mit einem grofsen Ueberschufs von Kupferoxyd mengt und, nach der sorgfältigsten Entfernung aller Feuchtigkeit, der Glühhitze aussetzt, zuletzt mit Anwendung eines Stromes von reinem Sauerstoffgas, in einem Apparat, welcher eine vollständige Aufsammlung und quantitative Bestimmung der gebildeten Kohlensäure, des Wassers und des Stickgases gestattet. Die Verwandlung des Stickstoffs in Ammoniak geschieht dadurch,

dafs der Körper mit einem grofsen Ueberschufs eines trocknen Gemenges von Natron- und Kalkhydrat vermischt und geglüht wird. Das gebildete Ammoniak wird in Salzsäure aufgefangen und als Chlorplatinammonium gewogen.

Als Beispiel der Berechnung einer solchen Analyse möge die der Benzoësäure dienen.

100 Gewichtstheile krystallisirter Benzoësäure geben bei der Verbrennung:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 252,45 Kohlensäure | = | 68,85 | *Kohlenstoff* |
| 44,26 Wasser | = | 4,92 | *Wasserstoff* |
| Verlust | = | 26,23 | *Sauerstoff* |
| | = | 100,00 | |

Hierdurch hat man also die procentische Zusammensetzung der Benzoësäure erfahren; allein es läfst sich hieraus nicht eher ein Schlufs auf die Anzahl der darin enthaltenen einfachen Atome ziehen, als bis man weifs, was 1 Atom oder Aequivalent Benzoësäure wiegt. Dieses findet man, wenn man die Säure in bestimmter Proportion mit einer unorganischen Basis vereinigt und die Verbindung analysirt. Die Gewichtsmenge, welche dann mit dem Gewicht von 1 Atom der Base verbunden war, ist das Atomgewicht der Säure, oder in manchen Fällen ein Multiplum oder ein Submultiplum davon, immer aber so beschaffen, dafs wenn die Analysen in jeder Beziehung gehörig genau ausgeführt sind, die Atomen-Anzahl eines jeden der Bestandtheile erhalten wird, wenn man seine gefundene Atomgewichtsmenge durch das Atomgewicht eines jeden Elementes dividirt.

Wird die Benzoësäure mit einer Basis, z. B. Silberoxyd, vereinigt, so scheiden sich von 100 Th. Säure 7,37 Th. Wasser ab, an dessen Stelle Silberoxyd tritt. Die krystallisirte Benzoësäure enthält also einen Theil des gefundenen Wasserstoffs und Sauerstoffs als Wasser. Der Sauerstoff dieses Wassers ist = 6,55 oder $\frac{1}{4}$ vom ganzen Sauerstoffgehalt der Benzoësäure.

In 100 Gewichtstheilen krystallisirten benzoësauren Silberoxyds findet man durch Verbrennung 50,676 Th. Silberoxyd und 49,324 Benzoësäure. Das gesuchte Atomgewicht der letzteren bekommt man durch die Proportion

50,676 : 49,324 = 1451,25 (Atomgewicht des Silberoxyds) : $x$ = 1412,5.

Durch die Analyse mit Kupferoxyd findet man ferner in diesem Silbersalz:

| | | |
|---|---|---|
| Silberoxyd | — | 50,676 |
| Kohlenstoff | — | 36,665 |
| Wasserstoff | — | 2,182 |
| Sauerstoff | — | 10,477 |
| | | 100,000. |

Hieraus findet man die absolute Atomen-Anzahl der Elemente der Benzoësäure dadurch, dafs man berechnet, wieviel *Kohlenstoff, Wasserstoff* und *Sauerstoff* in der Summe der Atomzahlen aller Elemente, das heifst in dem vorher bestimmten Atomgewicht enthalten ist:

49,324 Th. Benzoësäure (in dem Silbersalz) enthalten:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 36,665 Kohlenstoff, | also enthalten | 1412,5 Theile | = | 1050,0 C. |
| 2,182 Wasserstoff, | — | — | 1412,5 | — | = | 62,5 H. |
| 10,477 Sauerstoff, | — | — | 1412,5 | — | = | 300,0 O. |
| | | | | | | 1412,5 |

1050 ist die Summe der Atome des Kohlenstoffs in 1 Atomgewicht wasserfreier Benzoësäure. Mit dem Atomgewicht des Kohlenstoffs dividirt, giebt die Anzahl der Kohlenstoffatome; und eben so die übrigen Elemente.

$$\frac{1050}{75} = 14 \text{ Aeq. Kohlenstoff.}$$

$$\frac{62,5}{12,5} = 5 \text{ Aeq. Wasserstoff.}$$

$$\frac{300}{100} = 3 \text{ Aeq. Sauerstoff.}$$

Die Zusammensetzung der wasserfreien Benzoësäure wird also durch die Formel $C^{14}H^{5}O^{3}$ ausgedrückt, die des Silbersalzes durch $\dot{A}g + C^{14}H^{5}O^{3}$ und die der krystallisirten wasserhaltigen Säure durch $\dot{H} + C^{14}H^{5}O^{3}$; denn da der Sauerstoff des Wassers in letzterer gleich ist dem Sauerstoff des Silberoxyds in dem Silbersalz, und das Silberoxyd = 1 Atom ist, so müssen die 7,37 Proc. Wasser ebenfalls 1 Atom ausmachen. Die Wassermenge in der

krystallisirten Säure ist also ein Aequivalent von der Silberoxydmenge im Silbersalz, oder ihre Quantitäten verhalten sich zu einander wie ihre Atomgewichte.

Das Aequivalent-Gewicht der organischen Basen, deren Salze in der Zusammensetzung denen der Ammoniumsalze entsprechen, findet man dadurch, dafs man sie mit einer unorganischen Säure von bekanntem Atomgewicht verbindet und sowohl deren Menge als auch die Menge der damit verbundenen organischen Elemente bestimmt.

Es kommen Fälle vor, wo sich das Atomgewicht eines organischen Körpers nicht durch Vereinigung mit einem unorganischen bestimmen läfst. Man kann dann zwar durch Berechnung aus dem procentischen Resultat eine wahrscheinliche Berechnung der relativen Atomen-Anzahl aufstellen; allein sie bleibt dann immer unsicher. Zuweilen geben dann die Zersetzungs- und Verwandlungs-Producte Aufschlufs über die wahre Atom-Zusammensetzung.

Das Gesetz, dafs sich die Körper in *Gasform* stets nach einfachen Volum-Verhältnissen vereinigen, und dafs das Volumen der entstehenden Verbindung in Gasform zur Summe der Volumina der verbundenen Gase stets in einem einfachen Verhältnifs steht, ist auch für die unzersetzt flüchtigen organischen Verbindungen gültig. Man hat daher in dem specifischen Gewicht oder der Dichtigkeit ihrer Gase eine wichtige Controle für die Richtigkeit der chemischen Formel. Die Erfahrung hat gezeigt, dafs das Aequivalent der meisten in Gasform versetzbaren organischen Verbindungen von 4 Volumen, das von nur wenigen von 2 Volumen ausgemacht wird. So ist z. B. das durch Wägung gefundene specifische Gewicht der gasförmigen Benzoësäure, die bei 239° siedet, = 4,27. Durch Rechnung findet man dafür auf folgende Weise = 4,2154. 1 Aeq. Benzoësäure $= \dot{H} + C^{14}H^{5}O^{3}$, enthält nämlich

| | | | |
|---|---|---|---|
| 14 Aeq. Kohlenstoff | = 14 Vol. Gas | = 14×0,8292*) | = 11,6088 |
| 6 — Wasserstoff | = 12 — — | = 12×0,0692 | = 0,8304 |
| 4 — Sauerstoff | = 4 — — | = 4×1,1056 | = 4,4224 |
| 1 Aeq. Benzoësäure | 30 Vol. | | $\frac{16,8616}{4}$ = 4,215. |

Wären die 30 Volumina zu einem einzigen verdichtet, so müfste das spec. Gewicht des Benzoësäuregases 16,8616 sein; da es aber durch die Wägung nur $\frac{1}{4}$ so grofs gefunden wird, so folgt daraus, dafs die 30 Volum. zu 4 verdichtet sind, dafs also 1 Aequivalent Benzoësäure 4 Volum. darstellt.

---

Die organischen Stoffe sollen hier, nach ihrem Vorkommen, zunächst in *Pflanzen-* und in *Thier-Stoffe* eingetheilt werden.

## PFLANZENSTOFFE.

Die natürlich vorkommenden Pflanzenstoffe sind theils *Säuren,* theils *Basen,* theils *neutrale Körper,* nach welchen natürlichen Gruppen sie in dem Folgenden geordnet sind, und zwar in der Art, dafs bei den einzelnen Körpern zugleich die durch Verwandlungen oder Zersetzungen daraus ableitbaren Verbindungen, gleichgültig zu welcher der obigen Gruppen sie gehören, beschrieben werden. Nach Abhandlung dieser natürlich vorkommenden Stoffe, folgen die *Alkohole und ihre Verwandlungsproducte*, und darauf die eigenthümlichen Producte von der *Destillation des Holzes* und *der Steinkohlen.*

## I. SÄUREN.

Mehrere Pflanzensäuren kommen im Pflanzenreich sehr allgemein vor, theils frei, theils gebunden an Basen; andere

*) Spec. Gewicht des Kohlenstoffgases, berechnet aus der Zusammensetzung des Kohlenoxydgases.