

CHEMIE

VON

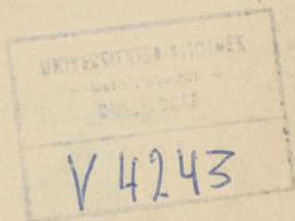
DR. R. FISCHER.

Dr
1872

Dv 4235

Ed. Ahmann
H. 91.

CHEMIE



Dr.

Dr. H. Potonié's Naturwissenschaftliche Repetitorien.
Heft II.

CHEMIE.

Von

DR. R. FISCHER

Chemiker an der Kgl. Geschützgiesserei in Spandau.

E. Ahmann



Berlin NW.

FISCHER'S MEDICIN. BUCHHANDLUNG.

H. Kornfeld.

1891.

CHEMIE

Vorwort.

Das vorliegende Repetitorium soll dem Studirenden ein Führer durch das grosse Gebiet der Chemie, ein Behelf bei Repetitionen sein. Es soll sowohl dem Mediciner beim tentamen physicum als auch dem Pharmaceuten beim Staatsexamen und dem Naturwissenschaftler beim Examen rigorosum dienen.

Um dieser Aufgabe zu entsprechen, mußte die umfangreiche Materie auf wenige Bogen zusammengedrängt, für die Darstellung die Skizzenform gewählt werden.

Die chemischen Symbole und Formeln sind im Texte fast überall durchgeführt, um besonders den Studirenden, welchen die Chemie Hilfswissenschaft ist, den Gebrauch der chemischen Zeichen geläufig zu machen und um die Abneigung zu überwinden, die vielfach in diesen Kreisen gegen die chemische Schriftsprache und hierdurch gegen die Chemie selbst herrscht. Bei der Repetition ist es sehr vorteilhaft die Eigenschaften und Verbindungen der Elemente in Tabellen-

form nebeneinander zu stellen, wie dies zur Veranschaulichung im Anfang einige Male geschehen ist.

Im organischen Teile ist die Einteilung nach Reihen gewählt, da nur diese dem Anfänger ein klares, sich folgerichtig entwickelndes Bild der organischen Körper zeigen kann.

Der Verfasser.

Allgemeines.

Die **Materie** (der Stoff, die Substanz) ist dasjenige, was den Raum ausfüllt. Ein begrenzter Teil der Materie ist ein Körper. Die **Chemie** ist die Lehre von der materiellen (stoffartigen, substanziellen) Zusammensetzung der Körper. Sie beschäftigt sich damit, die Körper in ihre stoffartig verschiedenen Bestandteile zu zerlegen (**Analyse**) und umgekehrt aus den Bestandteilen wieder aufzubauen (**Synthese**).

Die Körper werden gebildet durch die einfachen Körper, die **Grundstoffe** oder **Elemente**, die in der chemischen Schriftsprache, den Formeln, durch Symbole bezeichnet werden. Es sind bis jetzt etwa 70 Elemente bekannt.

Grundstoffe oder **Elemente** sind Körper, die sich mit den bis jetzt bekannten Hilfsmitteln nicht weiter mehr in stoffartig verschiedene Bestandteile zerlegen lassen. Die Chemie ergründet die Eigenschaften der Elemente.

Vereinigen sich 2 oder mehrere Elemente vermöge der ihnen innewohnenden Anziehungskraft, der **Affinität**, zu einem Körper, der andere Eigenschaften als seine Componenten zeigt, so ist eine **chemische Verbindung** entstanden; — ihre Bestandteile lassen sich mechanisch (physikalisch) nicht mehr trennen, wie es bei dem mechanischen Gemenge der Fall ist.

Mischt man Eisenfeilspähne mit Schwefel, so lassen sich die einzelnen Eisenteilchen von den Schwefelteilchen durch den Magneten trennen (mechanisches Gemenge). Erhitzt man aber das Gemisch beider, so entsteht ein ganz neuer Körper, dessen Bestandteile auf dem vorher ange-

gebenen Wege nicht mehr trennbar sind (chemische Verbindung).

Die Elemente vereinigen sich zu chemischen Verbindungen nach bestimmten Gesetzen, Gewicht und Raum betreffend.

I. Das Gesetz der **einfachen Proportionen** (Verbindungsverhältnisse):

Die Elemente verbinden sich nur nach bestimmten Gewichtsverhältnissen.

35.5 Teile Chlor verbinden sich nur mit 1 Teil Wasserstoff,
 " " " " " " " 23 Teilen Natrium,
 " " " " " " " 39 " Kalium,
 " " " " " " " 20 " Calcium

u. s. w.

II. Das Gesetz der **multiplen Proportionen**:

In verschiedenen Verbindungen je zweier Elemente stehen die Mengen des einen Bestandteils — bei gleichbleibender Menge des anderen Bestandteils — in einem einfachen Verhältnisse zu einander.

28 Teile Stickstoff (N) verbinden sich mit 16, 32, 48, 64 und 80 Teilen Sauerstoff (O). Die Menge des Stickstoffs bleibt dieselbe, während die Mengen des andern Bestandteils, des Sauerstoffs, in einem einfachen Verhältnisse zu einander stehen, nämlich wie 1:2:3:4:5. Die betreffenden Verbindungen sind:

N_2O , N_2O_2 [NO], N_2O_3 , N_2O_4 [NO₂] und N_2O_5 .

III. Das Gesetz der **einfachen Gasvolumen** von Gay-Lussac: Zwei Gase verbinden sich stets nach einfachen Volumverhältnissen. Ein Volum verbindet sich also mit 1, 2, 3 oder mehreren Volumen.

- 1 Vol. Chlor (Cl) verbindet sich mit 1 Vol. Wasserstoff (H) zu 2 Vol. Chlorwasserstoff (HCl).
- 1 Vol. Sauerstoff (O) verbindet sich mit 2 Vol. Wasserstoff (H₂) zu 2 Vol. Wasser (H₂O).
- 1 Vol. Stickstoff (N) verbindet sich mit 3 Vol. Wasserstoff (H₂) zu 2 Vol. Ammoniak (NH₃).

Durch die Vereinigung **mehrerer** Volume entstehen also stets **2** Volume der neuen Verbindung. Allgemein: $1 \text{ Vol.} + n \text{ Vol.} = 2 \text{ Vol.}$

Beim Messen der Gasvolumen sind Druck und Temperatur zu beobachten; nur Volume von gleicher Temperatur und unter gleichem Druck stehend können mit einander verglichen werden. Daher führt man alle Messungen auf eine Temperatur von 0° Celsius und einen Barometerstand von 760 mm zurück. Dies geschieht:

1. durch das **Gay-Lussac'sche Gesetz**: Die Gasvolumen ändern sich bei verschiedener Temperatur; ändert sich die Temperatur um 1° , so ändert sich das Volum um $\frac{1}{273}$ (vergl. Physik).
2. Durch das **Boyle-Mariotte'sche Gesetz**: Die Gasvolumen sind umgekehrt proportional dem Druck (vergl. Physik).

Vergleicht man die **Verbindungsgewichte (Äquivalente)** mit den Gasvolumengewichten, so zeigt sich, daß dieselben gleich sind, oder in einem einfachen Verhältnis zu einander stehen.

	Verbindungsgew.	Gasvolumengew.
Wasserstoff (H)	1	1
Chlor (Cl)	35,5	35,5
Sauerstoff (O)	8	16
Schwefel (S)	16	32

Die **Stöchiometrie** ist die Lehre von den Verbindungsgesetzen, auf die sich alle chemischen Berechnungen stützen.

Den denkbar kleinsten Teil einer chemischen Verbindung nennt man **Molekül**. Den denkbar kleinsten, in freiem Zustande vorkommenden Teil eines Elementes nennt man ebenfalls **Molekül**. Die **Atome** sind die kleinsten Teilchen eines Elementes, die in einem Molekül seiner Verbindungen vorkommen. Da eine chemische Verbindung aus mindestens 2 Elementen besteht, so muß 1 Molekül mindestens aus 2 Atomen bestehen. Ist die Verbindung aus mehr als 2 Elementen zusammengesetzt, so enthält das Molekül ebensoviel mehr Atome. (Der Begründer der Atomistik

war Dalton). Die Atome kommen im freien Zustande nicht vor, sondern stets in den Molekülen.

1 Molekül Wasserstoff = H_2 = (1 Atom H + 1 Atom H).

1 Molekül Chlorwasserstoff = HCl = (1 Atom H + 1 Atom Cl).

1 Molekül Schwefelsäure = H_2SO_4 = (2 Atome H + 1 Atom S + 4 Atome O).

Das Molekül Schwefelsäure besteht also im ganzen aus 7 Atomen.

Das **Avogadro'sche Gesetz**: „Gleiche Volume verschiedener Gase enthalten eine gleiche Anzahl von Molekülen“. Die Gewichte dieser gleichen, aber mit verschiedenen Gasen gefüllten Volume stehen in einem bestimmten Verhältnis zu einander. So verhält sich das Gewicht von 1 Vol. Wasserstoff zu einem Vol. Chlor wie 1 : 35,5. Ein Vol. Chlor ist 35,5 mal so schwer als 1 Vol. Wasserstoff. Da der Wasserstoff das leichteste Element ist, hat man ihm das Gewicht 1 gegeben und die gefundenen Gasvolumgewichte der anderen Elemente darauf bezogen. Diese Gewichte sind mit wenigen Ausnahmen die **Atomgewichte**. Die **Molekulargewichte** zeigen uns an, wievielmals 1 Vol. einer chemischen Verbindung im gasförmigen Zustande schwerer ist als ein gleiches Vol. Wasserstoff. Die Molekulargewichte sind mit wenigen Ausnahmen = 2 Gasvolumgewichten (Atomgewichten).

Die **Bestimmung der Atomgewichte** (Gasvolumgewichte) erfolgt auf verschiedene Weise.

1. Das G. V. G. solcher Gase, die ihren Gaszustand bei gewöhnlicher Temperatur behalten, stellt man fest durch Wägen eines luftleer gemachten und sodann mit dem Gase gefüllten Glasballons unter Berücksichtigung von Druck und Temperatur.
2. Bei Gasen, die erst bei höherer Temperatur sich bilden, bestimmt man:
 - a) Das Gewicht der Substanz, die als Dampf (bei gegebener Temperatur und Druck) ein bekanntes Volum erfüllt (Dumas);

- b) das Volum, das ein gegebenes Gewicht der Substanz in Gasform erfüllt (Gay-Lussac). (Dampfdichte-Bestimmungsmethoden von Gay-Lussac, Dumas, Bunsen, Hofmann, Victor Meyer.)
3. Durch analytische und synthetische Versuche mit Zuhülfenahme des gleich zu erwähnenden Dulong-Petit'schen Gesetzes. Dieser Weg ist einzuschlagen bei Elementen, die keine gasförmig wägbaren Verbindungen bilden.
 4. Bei Elementen, die sich nicht vergasen lassen, bestimmt man das Atomgewicht aus den wasserstoffreichsten Verbindungen derselben.

Das wichtige, alle Atomgewichtsbestimmungen kontrollirende **Dulong-Petit'sche Gesetz** heisst: „Das Produkt aus spezifischer Wärme und Atomgewicht ist eine konstante Zahl (5,5—6,4).“ Es ist das Gesetz der gleichen Atomwärmen der Elemente. Die **Atomwärme** ist das Produkt aus dem Atomgewicht und der spezifischen Wärme. (Spezif. Wärme, vgl. Physik.)

Abnorme Gasvolumgewichte zeigen Phosphor, Arsen, Quecksilber und Cadmium. Die G. V. G. von Phosphor und Arsen sind doppelt, die von Quecksilber und Cadmium halb so groß, als es die Dulong-Petit'sche Regel erfordert.

Die **Werthigkeit (Valenz)** der Elemente ist eine verschiedene. Je nachdem 1 Atom eines Elementes im Stande ist, sich mit 1, 2 oder mehreren Atomen Wasserstoff (oder einem dem Wasserstoff gleichwerthigen Elemente, wie Chlor, Brom, Jod, Fluor) zu verbinden, nennt man es ein-, zwei- oder mehrwerthig.

Vergleiche die umstehenden Beispiele.

Beispiele.

1.	ein- werthig	Chlor	$\overset{\text{I}}{\text{Cl}} - \text{H} = \text{ClH}$ (od. HCl) Chlorwasserstoff	Kalium	$\overset{\text{I}}{\text{K}} - \text{Cl} = \text{KCl}$ Chlorkalium
2.	zwei- werthig	Sauerstoff	$\overset{\text{II}}{\text{O}} \left\{ \begin{array}{l} \text{H} = \text{OH}_2 \\ \text{H} \end{array} \right.$ (od. H ₂ O) Wasser	Blei	$\overset{\text{II}}{\text{Pb}} \left\{ \begin{array}{l} \text{Cl} = \text{PbCl}_2 \\ \text{Cl} \end{array} \right.$ Chlorblei
3.	drei- werthig	Stickstoff	$\overset{\text{III}}{\text{N}} \left\{ \begin{array}{l} \text{H} = \text{NH}_3 \\ \text{H} \\ \text{H} \end{array} \right.$ Ammoniak	Gold	$\overset{\text{III}}{\text{Au}} \left\{ \begin{array}{l} \text{Cl} \\ \text{Cl} = \text{AuCl}_3 \\ \text{Cl} \end{array} \right.$ Goldechlorid
4.	vier- werthig	Kohlenstoff	$\overset{\text{IV}}{\text{C}} \left\{ \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{H} = \text{CH}_4 \\ \text{H} \\ \text{H} \end{array} \right.$ Grubengas	Platin	$\overset{\text{IV}}{\text{Pt}} \left\{ \begin{array}{l} \text{Cl} \\ \text{Cl} = \text{PtCl}_4 \\ \text{Cl} \\ \text{Cl} \end{array} \right.$ Platinchlorid
5.	fünf- werthig	Vanadin	$\overset{\text{V}}{\text{V}} \left\{ \begin{array}{l} \text{Cl} \\ \text{Cl} \\ \text{Cl} = \text{VCl}_5 = \text{Vanadinpentachlorid.} \\ \text{Cl} \\ \text{Cl} \end{array} \right.$		
6.	sechs- werthig	Chrom	$\overset{\text{VI}}{\text{Cr}} \left\{ \begin{array}{l} \text{Cl} \\ \text{Cl} \\ \text{Cl} = \text{CrCl}_6 = \text{Chromhexachlorid.} \\ \text{Cl} \\ \text{Cl} \\ \text{Cl} \end{array} \right.$		

**Die chemischen Elemente oder Grundstoffe in
alphabetischer Ordnung.**

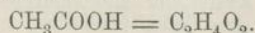
Namen.	Symbole oder chemische Zeichen.	Äquivalent- gewichte auf Wasser- stoff = 1 bezogen.	Atom- gewichte auf Wasser- stoff = 1 bezogen.	Molekular- gewichte auf 1 Atom Wasserstoff = 1 bezogen.
Aluminium . . .	Al ^{III*})	13,5	27,0	54,0
Antimon (lat. Stibium)	Sb ^V	120,0	120,0	240,0
Arsen	As ^V	75,0	75,0	300,0
Baryum	Ba ^{II}	68,5	137,0	274,0
Beryllium	Be ^{II}	4,5	9,0	18,0
Blei (lat. Plumbum)	Pb ^{II}	103,5	206,5	413,0
Bor	B ^{III}	11,0	11,0	22,0
Brom	Br ^I	80,0	80,0	160,0
Cadmium	Cd ^{II}	56,0	112,0	112,0
Cäsium	Cs ^I	132,5	132,5	265,0
Calcium	Ca ^{II}	20,2	40,0	80,0
Cerium	Ce ^{IV}	47,0	141,0	282,0
Chlor	Cl ^I	35,5	35,5	71,0
Chrom	Cr ^{VI}	26,0	52,5	105,0
Didym	Di ^{IV}	48,5	145,0	290,0
Eisen (lat. Ferrum)	Fe ^{IV}	28,0	56,0	112,0
Erbium	E ^{IV}	55,0	165,5	331,0
Fluor	F ^I	19,0	19,0	38,0
Gallium	G ^{IV}	?	69,0	?
Germanium	Ge ^{IV}	36	72	144
Gold (lat. Aurum)	Au ^{III}	196,0	196,0	392,0
Indium	In ^{IV}	57,0	113,5	227,0
Jod	J ^I	126,5	126,5	253,0
Iridium	Ir ^{IV}	96,0	192,5	385,0
Kalium	K ^I	39,0	39,0	78,0
Kobalt (lat. Cobaltum)	Co ^{IV}	29,0	58,5	117,0
Kohlenstoff (lat. Carbonium)	C ^{IV}	6,0	12,0	24,0

*) Die beigefügten römischen Ziffern zeigen die Werthigkeit des betreffenden Elementes an.

Namen.	Symbole oder chemische Zeichen.	Äquivalent- gewichte auf Wasser- stoff = 1 bezogen.	Atom- gewichte auf Wasser- stoff = 1 bezogen.	Molekular- gewichte auf 1 Atom Wasserstoff = 1 bezogen.
Kupfer (lat. Cu- prum)	Cu ^{II}	31,5	63,0	127,0
Lanthan	La ^{IV}	69,0	138,5	277,0
Lithium	Li ^I	7,0	7,0	14,0
Magnesium	Mg ^{II}	12,0	24,0	48,0
Mangan	Mn ^{IV}	27,5	55,0	110,0
Molybdän	Mo ^{VI}	48,0	95,5	191,0
Natrium	Na ^I	23,0	23,0	46,0
Nickel	Ni ^{IV}	26,0	58,0	117,0
Niobium	Nb ^V	47,0	94,0	188,0
Osmium	Os ^{IV}	99,0	198,5	397,0
Palladium	Pd ^{IV}	53,0	106,0	212,0
Phosphor	P ^V	31,0	31,0	124,0
Platin	Pt ^{IV}	97,5	194,5	389,0
Quecksilber (lat. Hydrargyrum) .	Hg ^{II}	100,0	200,0	200,0
Rhodium	Rh ^{IV}	52,0	104,0	208,0
Rubidium	Rb ^I	85,0	85,0	170,0
Ruthenium	Ru ^{IV}	52,0	103,5	207,0
Sauerstoff (lat. Oxygenium) . .	O ^{II}	8,0	16,0	32,0
Scandium	Sc ^{IV}	?	45,0	?
Schwefel (lat. Sul- fur)	S ^{II}	16,0	32,0	64,0
Selen	Se ^{II}	39,5	79,0	158,0
Silber (lat. Argen- tum)	Ag ^I	108,0	108,0	216,0
Silicium	Si ^{IV}	14,0	28,0	56,0
Stickstoff (lat. Nitrogenium) .	N ^V	14,0	14,0	28,0
Strontium	Sr ^{II}	43,5	87,0	174,5
Tantal	Ta ^V	91,0	182,0	364,0
Tellur	Te ^{II}	64,0	128,0	256,0
Terbium	Tr ^{IV}	?	149,0	?
Thallium	Tl ^{III}	204,0	204,0	408,0

Namen.	Symbole oder chemische Zeichen.	Äquivalent- gewichte auf Wasser- stoff = 1 bezogen.	Atom- gewichte auf Wasser- stoff = 1 bezogen.	Molekular- gewichte auf 1 Atom Wasserstoff = 1 bezogen.
Thorium	Th ^{IV}	115,5	231,0	462,0
Titan	Ti ^{IV}	25,0	50,0	100,0
Uran	U ^{IV}	120,0	240,0	480,0
Vanadium	V ^V	25,5	51,0	102,0
Wasserstoff (lat. Hydrogenium)	H ^I	1,0	1,0	2,0
Wismut (lat. Bis- muthum)	Bi ^V	207,5	207,5	415,0
Wolfram	W ^{VI}	92,0	184,0	368,0
Ytterbium	Yb ^{III}	86,5	173,0	346,0
Yttrium	Y ^{IV}	45,0	90,0	180,0
Zink	Zn ^{II}	32,5	65,0	130,0
Zinn (lat. Stannum)	Sn ^{IV}	59,0	118,0	236,0
Zirkonium	Zr ^{IV}	45,0	90,5	181,0

Eine Formel, die die Lage der Atome im Molekül angiebt, heisst Structurformel. Eine Formel, die uns kurz die Gesamtsumme der verschiedenen Atome des Moleküls angiebt, heisst empirische Formel; z. B. Essigsäure:



Nach dem obenerwähnten Gesetz der multiplen Proportionen giebt es eine Reihe von Elementen, die in Verbindung mit anderen Elementen verschiedene Valenzen zeigen. So kann ein Atom Phosphor (P) mit 3 Atomen Chlor (Cl_3) zu 1 Mol. PCl_3 (Phosphortrichlorid) verbunden sein; ebenso gut kann aber auch 1 Atom P mit 5 Atomen Chlor (Cl_5) zu 1 Mol. PCl_5 (Phosphorpentachlorid) verbunden sein. Der Phosphor kann also 3- und 5werthig auftreten.

Die Formel PCl_3 sagt aus: 1) 1 Mol. Phosphortrichlorid. 2) Das Mol. PCl_3 besteht aus 4 Atomen und zwar 1 At. P und 3 At. Cl. 3) 31 Gewichtsteile P verbinden sich mit $3 \times 35,5 = 106,5$ Gewichtsteilen Cl. 4) Das Molekulargewicht der Verbindung PCl_3 ist: $31 + 106,5 = 137,5$.

Die Atomgewichte mancher, meist nahe verwandter Elemente, zeigen auffallende Beziehungen zu einander. So ist $\text{Cl} = 35,5$, $\text{Br} = 80$, $\text{J} = 127$. Nimmt man das Mittel von $\text{Cl} + \text{J}$, von $35,5 + 127 = 162,5 = \frac{162,5}{2} = 81,25$, so ist dies fast gleich dem gefundenen Atomgewicht des Broms: 80.

Mendelejeff sucht auf Grund dieser Betrachtungen nachzuweisen, daß die Eigenschaften der Elemente von ihren Atomgewichten abhängig seien. Demgemäß ordnet er dieselben in besondere Gruppen und Reihen.

Wir unterscheiden 3 Aggregatzustände der Körper.*) Bei festen Körpern bleiben Größe und Form selbstständig; beide sind unabhängig von der Umgebung. Bei flüssigen Körpern bleibt die Größe selbstständig, die Form hingegen nicht; letztere ist abhängig von der Umgebung.

Bei gasförmigen Körpern sind weder Größe noch Form selbstständig, beide sind von der Umgebung abhängig.

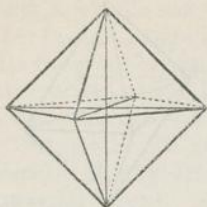
Nach der von (dem prakt. Arzte) F. R. Mayer begründeten mechanischen Wärmetheorie ist die Wärme eine besondere Art der Bewegung. Auch die Aggregatzustände sind durch Molekularbewegung bedingt. Ein Körper ist fest, wenn die Energie (lebendige Kraft) der Molekularbewegung nicht groß genug ist, um die Anziehung (Cohäsion) zweier benachbarter Moleküle zu überwinden. Ein Körper ist flüssig, wenn die Energie aller Moleküle die Anziehung der einzelnen überwindet, — die Energie eines einzelnen Moleküls aber nicht die Gesamtanziehung aller Moleküle. Ein Körper ist gasförmig, wenn die Energie eines Moleküls die Gesamtanziehung aller überwindet.

Unter dem Druck eines Gases versteht man den Stoß seiner Moleküle gegen die dasselbe umschließenden Wände. Je höher die Temperatur wird, desto schneller und stärker erfolgen die Stöße, d. h. um so höher wird der Druck.

Einen Körper von ursprünglich regelmäßiger Gestalt nennt man **Krystall**. Alle Krystalle lassen sich in 6 Systemen unterbringen, die sich je nach Anzahl, Lage und Größe ihrer Axen unterscheiden.

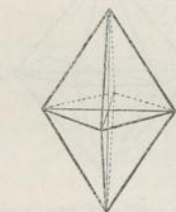
*) Vergl. auch Physik.

1. Reguläres oder
tesserales Sy-
stem.



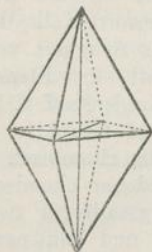
3 gleiche auf
einander senkrecht
stehende Axen.
Fig. 1.

2. Quadratisches
od. tetragonales
System.



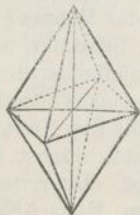
3 auf einander
senkrecht stehende
Axen, von denen
2 gleich, die dritte
aber größer oder
kleiner als diese ist.
Fig. 2.

3. Rhombisches
System.



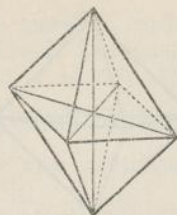
3 ungleich lange
auf einander senk-
recht stehende
Axen. Fig. 3.

4. Monoklines
System.



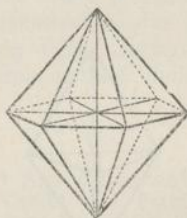
3 ungleich lange
Axen, von denen 2
unter einem schiefen
Winkel sich schneiden,
während die dritte auf
deren Ebene senkrecht
steht. Fig. 4.

5. Triklines System.



3 ungleich lange Axen, die sich unter schiefen Winkeln schneiden. Fig. 5.

6. Hexagonales System.



4 Axen, von denen 3 gleich lang sind und sich unter einem Winkel von 60° schneiden, während die vierte senkrecht auf deren Ebene steht. Fig. 6.

Körper, die keine Krystallform zeigen, sind **amorph**. Zeigt ein und derselbe Körper doppelte oder mehrfache Krystallform, so nennen wir ihn **dimorph**, resp. **polymorph**; z. B. der kohlensaure Kalk, der rhombisch als Kalkspath und hexagonal als Aragonit vorkommt. **Allotropie** nennt man die Eigenschaft eines Elementes in verschiedenen Formen aufzutreten. Kohlenstoff z. B. kommt amorph vor als Kohle, hexagonal als Graphit, regulär als Diamant. Schwefel kommt amorph, rhombisch und monoklin vor.

Körper von verschiedener chemischer Zusammensetzung aber von derselben Krystallform nennt man **isomorph**, z. B. kohlensaurer Kalk und kohlensaure Magnesia; Arsen, Antimon, Wismuth.

Das allgemeinste Lösungsmittel für feste, flüssige und gasförmige Körper ist das Wasser; viele Körper wiederum lösen sich nicht darin; Schwefel und Phosphor lösen sich beispielsweise in Schwefelkohlenstoff. Alle Lösungsmittel nehmen jedoch nur eine ganz bestimmte Menge des löslichen Körpers auf, — bis der Sättigungspunkt erreicht ist. Die Lösungskapazität wächst bei den festen Körpern meist mit der Temperatur. Man unterscheidet daher kalt und heiß gesättigte Lösungen. Beim Abkühlen scheidet die heiß

gesättigte Lösung meist Krystalle aus. Die hierbei bleibende Flüssigkeit, die Mutterlauge, ist die kalt gesättigte Lösung.

Die Löslichkeit der Gase in Flüssigkeiten nimmt mit steigender Temperatur ab, mit steigendem Druck aber zu. Zeigen Gas und Flüssigkeit keine besondere Anziehung zu einander, so sind bei gleicher Temperatur die absorbirten Gasmengen proportional dem Druck (**Henry-Dalton'sches Gesetz**).

Der **Absorptionscoëfficient** ist das Volum eines Gases, das von 1 Volum Wasser bei 0° und 760 mm Druck absorbirt wird.

Der elektrische Strom übt auf chemische Verbindungen eine analytische (zerlegende) Wirkung aus. Diesen Vorgang nennt man **Elektrolyse**. Die elektrochemische Zersetzung geht nach dem **elektrolytischen Gesetz** vor sich: „Die zersetzte Menge der Verbindung (des Elektrolyten) ist proportional der Menge hindurchgegangener Elektrizität. Die gleiche Elektrizitätsmenge scheidet aus verschiedenen Verbindungen die betreffenden Elemente im Verhältnis der chemischen Aequivalentgewichte aus.“

Bei der elektrolytischen Zersetzung des Wassers geht der Wasserstoff an den negativen Pol, der Sauerstoff zum positiven Pol. Hiernach teilt man die Elemente in 2 Reihen:

- I. die **elektropositiven Elemente** oder die der Wasserstoffreihe,
- II. die **elektronegativen Elemente** oder die der Sauerstoffreihe.

I. Elektropositive Elemente (H).

I.	II.			III.	IV.
H	Be	Cu	Fe	Al	Rh
Li	Mg	Zn	Mn	Ga	Ru
Na	Ca	Cd	Ni	Y	Pd
K	Sr	Hg	Co	In	Ir
Rb	Ba	Pb		Ce	Pt
Ag				La	Os
Cs				Di	
Tl				Er	
				Au	

(Ueber galvanische Elemente und Ströme vergl. Physik.)

II. Elektronegative Elemente (O).

I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Fl	O	B	C	V	Cr
Cl	S	N	Si	Nb	Mo
Br	Se	P	Ti	Ta	W
J	T	As	Zr		U
		Sb	Sn		
		Bi	Th		

Im vorhergehenden war allgemein die Rede von den chemischen Verbindungen. Dieselben zerfallen in

1. Säuren
2. Salze $\left\{ \begin{array}{l} \text{saure} \\ \text{neutrale oder normale} \\ \text{basische.} \end{array} \right.$
3. Basen (Hydroxyde).

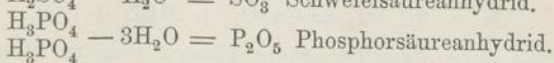
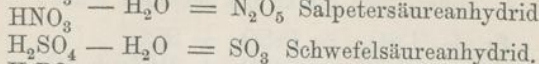
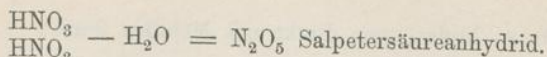
Säuren und Basen sind insofern Gegensätze, als sie sich neutralisieren, indem sie Salze bilden.

Säuren: a. Sauerstofffreie oder **Halogensäuren.**

Es sind dies die Verbindungen des Wasserstoffs mit Cl, Br, J und Fl zu $\text{HCl} = \text{Chlorwasserstoffsäure}$, HBr , HJ und HFl .

b. Sauerstoffhaltige oder **Oxysäuren.**

Es sind Verbindungen des Wasserstoffs mit Sauerstoff und einem elektronegativen Element, z. B. HClO_3 , Chlor-säure, HNO_3 Salpetersäure, H_2SO_4 Schwefelsäure, H_3PO_4 , Phosphorsäure. (Nur wenige elektropositive Elemente sind im Stand, Säure zu bilden, z. B. HMnO_4 , Uebermangan-säure) Je nachdem 1 Molekül der Säure 1, 2, 3 oder 4 Atome Wasserstoff hat, unterscheidet man mono-, di-, tri- und tetrahydrische Säuren. Die Säuren haben sauren Geschmack und röten Lakmuspapier. Tritt aus Säuren Wasserstoff in Gestalt von Wasser aus, so entstehen die **Säureanhydride**.



Basen (Hydroxyde) sind Verbindungen des Wasserstoffs mit Sauerstoff und einem elektropositiven Element:

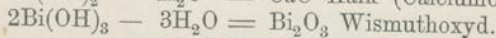
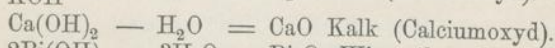
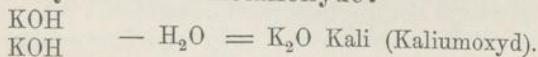
KOH Kaliumhydroxyd (Aetzkali).

Ca(OH)₂ Calciumhydroxyd.

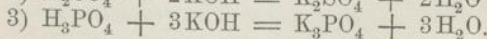
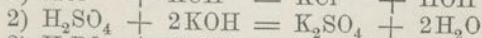
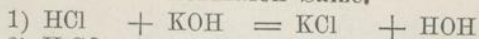
Bi(OH)₃ Wismuthhydroxyd.

Man kennt, wie bei den Säuren, mono- di und trihydrische (polyhydrische) Basen. Sie haben laugenartigen Geschmack und bläuen Lakmuspapier. Durch Abscheidung des Wasserstoffs in Gestalt von Wasser entstehen die

Basisanhydride oder **Metalloxyde**:

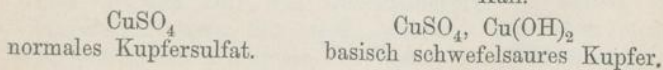
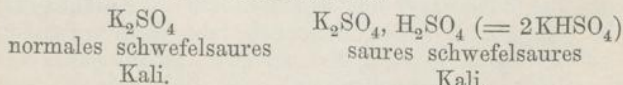


Wirken Säure und Basis aufeinander ein, so entstehen Salze; geschieht dies in äquivalenten Mengen, so entstehen die **neutralen** oder **normalen Salze**.

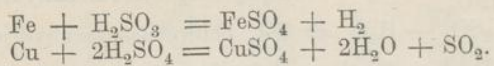


KCl, aus einem Metall und einem Halogen gebildet, nennt man **Haloidsalz**.

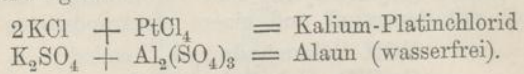
Saure und basische Salze entstehen, je nachdem Säure oder Basis in molekularen Verhältnissen im Überschuss vorhanden ist. Man kann sie betrachten als normale Salze, mit welchen sich Säure oder Basis in molekularen Verhältnissen verbunden hat.



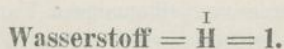
Säuren bilden auch direkt mit Metallen Salze:



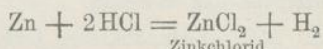
Zwei Salze derselben Säure können sich zu **Doppelsalzen** vereinigen:



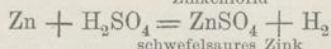
Anorganische Chemie.



Vorkommen: frei in sehr geringer Menge in vulkanischen Gasen, in den Darmblasen verschiedener Thiere; in großer Menge im Leuchtgas. Dargestellt durch Einwirkung von Chlorwasserstoffsäure oder Schwefelsäure auf Zink:

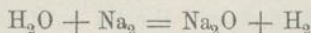


Zinkchlorid



schwefelsaures Zink

oder durch Zersetzung des Wassers mittelst Kalium oder Natrium:

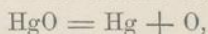


oder durch Elektrolyse des Wassers.

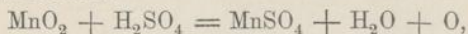
Der Wasserstoff ist ein farb-, geruch- und geschmackloses Gas, verbrennt mit kaum leuchtender Flamme unter großer Temperaturerhöhung zu Wasser. (Unter Verbrennung im engeren Sinne versteht man die Vereinigung eines Körpers mit Sauerstoff unter gleichzeitiger Licht- und Wärmeentwicklung; unter Verbrennung im weiteren Sinne überhaupt die Vereinigung der Körper mit Sauerstoff [**Oxydation.**]) Ein Gemenge von Wasserstoff mit atmosphärischer Luft oder Sauerstoff heißt Knallgas, da es entzündet, heftig explodirt. 1 Liter H wiegt 0.0896 gr (bei 0° und 760 mm Quecksilberdruck). Große Verwandtschaft zum Sauerstoff; entzieht fast allen Metalloxyden in der Glühhitze den Sauerstoff (**Reduktion**).

Sauerstoff = $\overset{\text{II}}{\text{O}} = 16.$

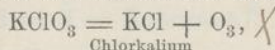
23 % der atmosphärischen Luft bestehen aus O; ebenso $\frac{8}{9}$ des Wassers. Fast alle Mineralien enthalten mehr oder weniger O. Dargestellt aus Quecksilberoxyd (HgO) und den Oxyden der edlen Metalle durch Erhitzen:



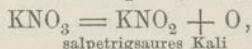
oder durch Erhitzen von Mangansuperoxyd (Braunstein) mit Schwefelsäure:



oder durch Erhitzen von chlorsaurem Kali, KClO_3 :



oder durch Erhitzen von Salpeter, KNO_3 :



oder durch Elektrolyse des Wassers.

Farb-, geruch- und geschmackloses Gas, brennt nicht, aber unterhält die Verbrennung.

In reinem Sauerstoffgas verbrennen die Körper unter bedeutend höherer Temperatur- und Lichtentwicklung als an der Luft, deren Stickstoffgehalt die Verbrennungserscheinungen abschwächt. Hierbei entstehen Oxyde.

Kohle verbrennt zu Kohlensäure (CO_2)

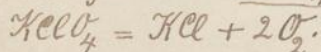
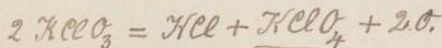
Schwefel „ „ schwefliger Säure (SO_2)

Eisen „ „ Eisenoxyd (Fe_2O_3).

Von den Bestandteilen der Luft ist der O das einzige zur Athmung dienende Gas; er führt das venöse Blut in der Lunge in arterielles über.

Das **Ozon** ist modifizirter, verdichteter Sauerstoff, O_3 . Entsteht beim Durchfahren des Blitzes durch die Luft (fälschlich Schwefelgeruch), beim Verdunsten grosser Wassermassen (Gradirwerke), bei der Oxydation von Phosphor in Gegenwart von Wasser. Das Ozon oder der active Sauerstoff zeigt starken, eigentümlichen Geruch, oxydirt äusserst energisch, bleicht Pflanzenfarben und zerstört Miasmen (Fäulnisproducte).

X Die Reaktion verläuft in 2 Phasen



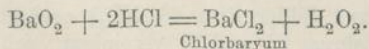
Wasser, H₂O.

2 Vol. H und 1 Vol. O vereinigen sich zu 2 Vol. H₂O. Das Gemisch beider Gase vereinigt sich durch brennende Körper oder den elektrischen Funken unter Explosion (Knallgas).

Wasser wird durch den elektrischen Strom zersetzt, es bilden sich fast genau 2 Raumteile H auf 1 Raumteil O (vergl. Physik). Das Wasser beschreibt in der Natur einen steten Kreislauf; in die Erde eindringend bildet es Quellen, die sich zu Bächen, Flüssen, Seen vereinigen. Durch Verdunstung gelangt es in höhere Regionen, bildet die Wolken, die als Regen wieder zur Erde gehen. Das natürlich vorkommende Wasser ist nie chemisch rein; es enthält gelöste mineralische (auch organische) Substanzen, wie Natron, Magnesia und Kalk, gebunden an Kohlen-, Schwefel- und Chlorwasserstoffsäure. Regenwasser ist fast rein.

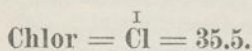
Mineralwasser (Salzwasser, Bitterwasser, alkalische Wasser, Säuerlinge etc.) sind solche, die Mineralsalze, d. s. natürlich vorkommende anorganische Salze gelöst enthalten. Mineralwasser mit heilkräftiger Wirkung sind Heilwasser; sie enthalten ausser oben erwähnten Stoffen noch Eisen (Stahlwasser), Lithion, Jod, Brom, Schwefelwasserstoff. Thermen sind Quellwasser aus größeren Tiefen von höherer Temperatur (Thermalwasser). Das Wasser enthält stets etwas Luft und Kohlensäure gelöst, die beim Kochen und Auspumpen entweichen. Chemisch reines Wasser erhält man durch Destillation, wobei die den Kesselstein bildenden Mineralsalze zurückbleiben. Frisch destillirtes Wasser besitzt faden Geschmack, riecht eigentümlich und reagirt neutral. Der Siedepunkt ist abhängig vom Luftdruck. (Vergl. Physik.)

Wasserstoffsuperoxyd (Wasserstoffdioxyd) H₂O₂.
Wirkt Baryumdioxyd, BaO₂, auf kalte, verdünnte Chlorwasserstoffsäure, HCl, ein, so entsteht H₂O₂:



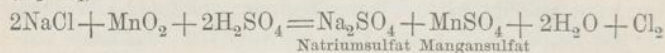
Wirkt stark oxydirend, bleicht, zersetzt sich leicht in H₂O und O, macht aus Jodkalium (KJ) Jod frei. Gleichzeitig

zeigt es reducirende Wirkung, indem es z. B. Silberoxyd in Silber verwandelt.



In der Natur in Form von Chlormetallen (Chloriden), hauptsächlich als Steinsalz = Chlornatrium (NaCl). Im Meerwasser sind zahlreiche Chloride enthalten.

Dargestellt 1. aus Kochsalz (NaCl) durch Digeriren mit Mangansuperoxyd (MnO₂) und Schwefelsäure (H₂SO₄):



2. aus MnO₂ und Chlorwasserstoffsäure (HCl):



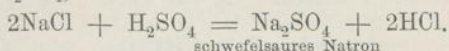
Gelblich grünes, giftiges Gas, von durchdringendem Geruch und Geschmack, greift die Geruchsorgane stark an und reizt zu Thränen. Löslich in kaltem Wasser, weshalb es über warmem Wasser aufgefangen wird, oder, da es schwerer als Luft ist, direkt in die betreffenden Gefäße eingeleitet wird. Die wässrige Lösung des Chlors, das Chlorwasser, besitzt grünliche Farbe und dieselben Eigenschaften wie das Gas, zersetzt sich im Licht unter Bildung von Salzsäure und Oxyssäuren des Chlors, weshalb es in dunklen Flaschen aufbewahrt wird. Gegen oxydable (mit O sich leicht vereinigende) Körper verhält sich Cl wie O; es entstehen unter Licht- und Wärmeentwicklung Chlormetalle. In Folge seiner großen Verwandtschaft zum H zersetzt das Cl viele wasserstoffhaltige, organische Substanzen, worauf seine zerstörende Wirkung auf organische Farbstoffe und Miasmen, d. h. seine bleichende und desinfizirende Kraft beruht.

Als Bleich- und Desinfektionsmittel in Form von Chlorkalk (vergl. S. 21) angewandt. Cl wird in seinen Verbindungen durch Silbernitrat (AgNO₃) nachgewiesen.

Gleiche Volume Cl und H vereinigen sich im Sonnenlicht durch brennende Körper oder den elektrischen Funken unter Explosion zu

Chlorwasserstoff (HCl). Freier Chlorwasserstoff findet sich in geringen Mengen in vulkanischen Gasen und im Magensaft der Säugethiere.

Dargestellt aus Kochsalz (NaCl) und Schwefelsäure (H₂SO₄):



Farbloses, stechend riechendes, sauer schmeckendes Gas. Der elektrische Strom zersetzt HCl in Cl und H.

1 Vol. Wasser löst bei 0° circa 500 Vol. HCl.

Die Lösung enthält 45 % HCl und hat das spez. Gew. 1.2. Die Lösung des HCl in H₂O ist als Chlorwasserstoffsäure oder **Salzsäure** bekannt. Sie entsteht als Nebenprodukt bei der Sodafabrikation und ist Lösungsmittel für viele Metalle und Metallverbindungen. In reinem Zustand als Arzneimittel häufig angewandt.

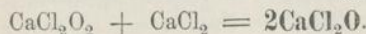
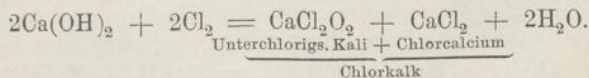
Sauerstoff und Cl verbinden sich nur sehr schwer miteinander; die entstehenden Chloroxyde sind äußerst unbeständig und zersetzen sich unter Explosionserscheinungen. Man kennt 3 Oxyde:

- Cl₂O, das Unterchlorigsäureanhydrid *ist flüchtig*
- Cl₂O₃, „ Chlorigsäureanhydrid *ist flüchtig*
- ClO₂, „ Chlordioxyd *ist flüchtig*

Wasserstoff, Sauerstoff und Chlor bilden die Chlorsäuren, deren wir 4 kennen:

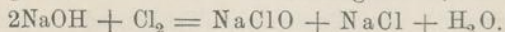
- HClO, Unterchlorige Säure (Cl₂O + H₂O) *ist flüchtig*
- HClO₂, Chlorige Säure (Cl₂O₃ + H₂O) *ist flüchtig*
- HClO₃, Chlorsäure, *ist flüchtig*
- HClO₄, Ueberchlorsäure, *ist flüchtig*

Die hauptsächlichste Verbindung der unterchlorigen Säure ist der **Chlorkalk**. Er entsteht, wenn Chlor in Kalkmilch (vergl. Calcium) eingeleitet wird:



+ Kaliumperchlorat *ist flüchtig*

Wird in eine kalte, verdünnte Lösung von Alkali Chlor eingeleitet, so entsteht eine Flüssigkeit von bleichender Wirkung. Hat man z. B. Aetznatron angewandt, so entsteht:



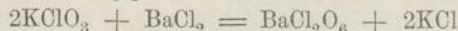
Eine solche Flüssigkeit ist das Eau de Javelle.

Chlorsäure, HClO_3 .

Leitet man Chlor in die konzentrierte warme Lösung starker Basen (die Hydroxyde von Kalium, Natrium, Baryum, Calcium), so entstehen chlorsaure Salze:



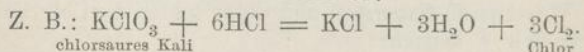
Das schwerer lösliche KClO_3 scheidet sich beim Abdampfen und Erkalten zuerst aus und wird so von dem leichter löslichen und deshalb schwerer krystallisirbaren Chlorkalium getrennt. Führt man KClO_3 durch Chlorbaryum in $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$ über:



und zersetzt die Lösung mit Schwefelsäure, so scheidet sich schwefelsaurer Baryt aus und HClO_3 wird frei:

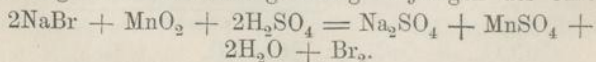


Die Oxy Säuren des Chlors und ihre Salze entwickeln mit Chlorwasserstoffsäure versetzt Cl :



$\overset{\text{I}}{\text{Brom}} = \text{Br} = 80.$

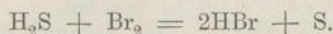
Die Bromverbindungen finden sich in der Natur neben den Chlorverbindungen in kleinen Mengen. Bromnatrium findet sich im Meerwasser und in manchen Salzsoolen, in dem Mineralwasser von Kreuznach, Kissingen, Homburg u. a., in vielen Seethieren und Seepflanzen. Gewonnen aus der Mutterlauge des Meerwassers. Die Mutterlauge der Stafsfurter Abraumsalze zeigt ebenfalls einen großen Bromnatriumgehalt. Darstellung analog derjenigen des Chlors:



Schwere rotbraune Flüssigkeit, von außerordentlich starkem erstickendem, zu Thränen reizendem Geruch; giftig. Die Lösung in H_2O ist rot. Bromwasser in der Medizin vielfach angewandt. Nachgewiesen in seinen Verbindungen durch $AgNO_3$.

Bromwasserstoff (HBr) entsteht wie Chlorwasserstoff direkt aus den Bestandteilen oder durch Zersetzung von Bromphosphor (PBr_3) mittelst Wasser:

$PBr_3 + 3H_2O = 3HBr + H_3PO_3$ (vergl. Phosphor),
oder durch Zersetzung des Schwefelwasserstoffs (H_2S) durch Br :

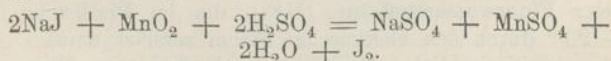


Farbloses, dem Chlorwasserstoff sehr ähnliches Gas, in Wasser zu Bromwasserstoffsäure löslich.

Von den Oxyssäuren des Br ist die Bromsäure ($HBrO_3$) die bekannteste.

Jod = $\overset{I}{J}$ = 127.

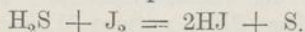
Kommt wie Cl und Br vor. Jodnatrium (NaJ) besonders in den Seepflanzen, im Seetang, Badeschwamm, im flüssigen Fett des Kabliau, im Leberthran. Jod vielfach aus Tang gewonnen; die Tangkohle wird mit Wasser ausgelaugt, die Lösung eingedampft und aus ihrer Mutterlauge das J dargestellt:



Bläulich schwarze, metallglänzende Blättchen von charakteristischem Geruch, bei 107° schmelzbar. Jodgas zeigt eine prachtvoll violette Farbe. In Wasser wenig löslich, dagegen leicht in einer Lösung von Jodkalium mit brauner Farbe; in Alkohol mit braunroter Farbe (Jodtinctur), in Schwefelkohlenstoff und Chloroform rotviolett. Die geringsten Mengen freien Jods lassen sich mittelst Stärkekleister (Auflösung von Stärke in siedendem Wasser) durch eintretende Blaufärbung nachweisen. Umgekehrt wird Stärke durch Jod nach-

gewiesen. Die Jodverbindungen werden durch AgNO_3 nachgewiesen.

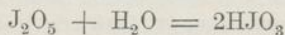
Jodwasserstoff (HJ) entsteht nicht durch direkte Vereinigung von J und H, sondern durch Erhitzen von Jodphosphor und Wasser, analog dem HBr. Eine Jodwasserstoffsäurelösung wird erhalten durch Einleitung von H_2S in Wasser, das Jod suspendirt enthält:



Farbloses Gas, ähnlich dem Brom und dem Chlorwasserstoff.

Von den Oxyden des Jodes ist das Pentoxyd oder Jodsäureanhydrid (J_2O_5) bekannt.

Von den Oxysäuren sind bekannt die Jodsäure (HJO_3):



und die Ueberjodsäure (HJO_4).

Die Jodsäure und ihre Salze bilden sich analog wie die Chlorsäure und ihre Salze. Brom- und Jodsäure, sowie ihre Salze, entwickeln mit HCl Br, resp. J.

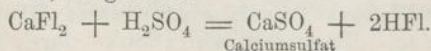
Fluor = $\overset{\text{I}}{\text{F}} = 19$.

Im Flussspath ($\text{CaCl}_2 = \text{Fluorcalcium}$) und im Kryolith (6NaFl , $\text{Al}_2\text{Fl}_6 = \text{Natrium} - \text{Aluminiumfluorid}$). Wenig in dem Schmelz der Zähne und in den Knochen.

1886 zuerst dargestellt von Moissan aus reiner, wasserfreier Fluorwasserstoffsäure (HFl), die im Platinrohr bei -23° durch den elektrischen Strom zersetzt wurde. An dem positiven Pol entwickelte sich farbloses Fluorgas. Silicium verbrennt darin zu Fluorsilicium. Alkohol, Petroleum u. a. entzünden sich damit berührt sofort. Wasser wird unter Bildung von HFl und Ozon zersetzt.

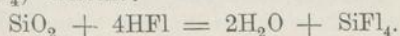
Das Fl ist das einzige Element, von dem keine Sauerstoffverbindungen bekannt sind.

Fluorwasserstoff (HFl) aus Flussspath und Schwefelsäure, die in einem Platin- oder Bleigefäß erhitzt werden, dargestellt:



Die Dämpfe werden in Wasser geleitet, wodurch eine Lösung von Fluorwasserstoffsäure oder **Fluor-säure** entsteht.

Die Fluoräuredämpfe zerstören organische Stoffe, rufen — auf die Haut gebracht — schwer heilende Eiterungen hervor. Die HF greift Glas und Porzellan an, indem sie Kieselsäure (SiO_2) herauslöst, wobei flüchtiges Siliciumfluorid (SiF_4) entsteht:



Deshalb in Blei- oder Guttaperchaflaschen aufbewahrt.

Die Halogene.

	Fluor = Fl	Chlor = Cl	Brom = Br	Jod = J
At. Gewicht:	19	35.5	80	127
1 Molekül:	$\text{Fl}_2 = 38$	$\text{Cl}_2 = 71$	$\text{Br}_2 = 160$	$\text{J}_2 = 254$
Aggregatzustand:	farbloses Gas	gelbgrünes Gas	flüssig	fest
Verbindung mit H:	HF	HCl	HBr	HJ
Oxyde:	—	Cl_2O	—	—
	—	Cl_2O_3	—	—
	—	ClO_2	—	—
	—	—	—	J_2O_5
Oxysäuren:	—	HClO	HBrO	—
	—	HClO ₂	—	—
	—	HClO ₃	HBrO ₃	HJO ₃
	—	HClO ₄	HBrO ₄	HJO ₄

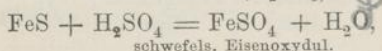
Schwefel = $\overset{\text{II}}{\text{S}} = 32.$

Gediegen in Sicilien; als H_2S , Schwefelwasserstoff in Schwefelquellen; gebunden an Metalle als Kiese, Glanze und Blenden (Eisenkies, Bleiglanz,

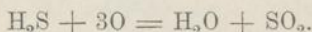
Zinkblende); in schwefelsauren Salzen, wie Gips (CaSO_4), Schwerspath (BaSO_4), Bittersalz (MgSO_4). Fest, gelb, spröde, leitet die Elektrizität nicht, schmilzt bei $113-115^\circ$ dünnflüssig, zwischen $200-250^\circ$ dickflüssig, wird dann wieder dünnflüssig und siedet bei 450° . Abgekühlt erstarrt er bei 111° . Verbrennt mit bläulicher Flamme zu SO_2 , schwefeliger Säure. Löslich in Schwefelkohlenstoff, Chloroform, flüssigen Kohlenwasserstoffen. S ist ein Beispiel 3facher Allotropie, er kommt rhombisch, monoklin und amorph vor. Verwendet zur Fabrikation des alten Schiesspulvers und der Schwefelsäure.

Schwefelwasserstoff (H_2S) kommt an manchen Orten mit Wasserdämpfen aus der Erde; in den heissen Quellwassern von Aachen, Baden u. a. Entsteht bei Fäulnis und Destillation schwefelhaltiger organischer Substanzen, z. B. der Eiweißstoffe.

Dargestellt aus Schwefeleisen (FeS) mittelst Salzsäure oder Schwefelsäure (H_2SO_4):



farbloses, nach faulen Eiern riechendes, giftiges Gas, verbrennt mit bläulicher Flamme zu Wasser und schwefeliger Säure:

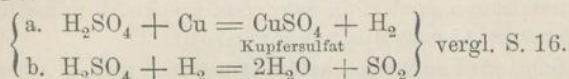


1 Vol. H_2O absorbiert bei 0° 4.37 Vol. H_2S . Eine Lösung des H_2S in H_2O führt den Namen Schwefelwasserstoffwasser; es reagiert schwach sauer und zersetzt sich bei längerem Stehen unter Abscheidung von S. Der H_2S ist das wichtigste Reagens, wegen seines charakteristischen Verhaltens gegen Metallsalzlösungen. Aus saurer Lösung werden z. B. durch H_2S gefällt: Arsen, Antimon, Zinn, — aus saurer oder alkalischer Lösung: Silber, Quecksilber, Kupfer, Blei, Cadmium, Wismuth, — aus alkalischer Lösung: Zink, Mangan, Eisen, Nickel, Kobalt.

Durch Einleiten von H_2S in Lösungen von Kali — oder Natronhydrat (KOH , resp. NaOH) entstehen KSH , resp. NaSH , Kaliumsulfhydrat und Natriumsulfhydrat; es sind dies

Basen, deren O durch S ersetzt ist, also Sulfobasen. Durch Einleiten in Ammoniak, NH_4OH , entsteht Ammoniumhydrosulfür, Schwefelammon, wichtiges Reagens, löst die Schwefelverbindungen des Arsens, Antimons und Zinns, wobei Sulfosalze entstehen.

Schweflige Säure (SO_2). Entsteht beim Verbrennen des Schwefels oder beim Rösten der Schwefelmetalle. Dargestellt durch Erhitzen von Kupfer mit Schwefelsäure:

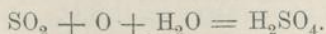


Farbloses, eigentümlich stechend riechendes Gas, in dem brennende Körper erlöschend; 1 Vol. H_2O löst bei 0° 70 Vol. SO_2 . Eine solche wässrige Lösung bildet mit einer Basis, **schwefligsaure Salze, Sulfite**, z. B. K_2SO_3 , schwefligsaures Kali oder Kaliumsulfit. Die dieser Formel entsprechende schweflige Säure H_2SO_3 ist jedoch frei nicht bekannt, sondern nur in wässriger Lösung; sie ist 2 basisch, bildet saure und neutrale Salze.

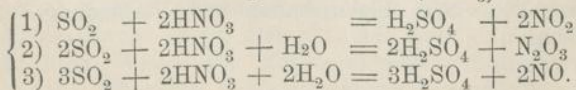
SO_2 bleicht organische Stoffe bei Gegenwart von Wasser; ist ein starkes Reduktionsmittel, entfärbt Chamäleonlösung (vergl. Mangan).

Schwefelsäure (H_2SO_4).

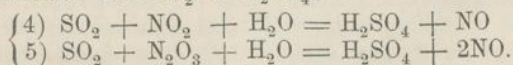
Die schweflige Säure geht durch Oxydation in H_2SO_4 über:



H_2SO_4 in den Fabriken aus SO_2 dargestellt, die durch Rösten der Schwefelmetalle erhalten wird. Die Oxydation geschieht durch Salpetersäure (HNO_3):



Die hierbei entstehenden Stickstoffoxyde verwandeln einen weiteren Teil SO_2 in H_2SO_4 :



H_2SO_4 ist eine farblose, ölige, starksaure und ätzende Flüssigkeit vom spez. Gew. 1.84, siedet bei 338° unter Entwicklung weißer Dämpfe, die SO_3 , das Anhydrid sind, (sie dissociirt also bei dieser Temperatur in SO_3 und H_2O). Zieht begierig Wasser an, erwärmt sich stark beim Verdünnen mit Wasser unter Volumverminderung, wobei Hydrate der H_2SO_4 entstehen, z. B. $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Verdunstet nicht, läßt sich auf dem Wasserbade nicht abdampfen. Eine Lösung von SO_3 , Schwefeltrioxyd oder Schwefelsäureanhydrid in Schwefelsäure heißt rauchende Schwefelsäure oder Vitrioloel.

SO_3 wird erhalten, indem man SO_2 und O über erhitzten Platinschwamm leitet. Weiße, seidenglänzende Krystalle. Die Schwefelsäure wird frei und in ihren Verbindungen durch Chlorbaryum (BaCl_2) nachgewiesen, wodurch unlöslicher schwefelsaurer Baryt (BaSO_4) entsteht. H_2SO_4 angewandt zur Sodafabrikation, zur Darstellung chemischer und pharmazeutischer Präparate.

Außerdem sind Säuren des S bekannt, die in 1 Mol. mehr als 1 Atom S enthalten, die Polythionsäuren (meist in in ihren Salzen bekannt).

1. Kocht man schwefligsaures Natron mit S, so entsteht unterschwefligsaures Natron ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).
2. Unterschwefelsäure oder Dithionsäure = $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_6$.
3. Trithionsäure = $\text{H}_2\text{S}_3\text{O}_6$.
4. Tetrathionsäure = $\text{H}_2\text{S}_4\text{O}_6$.
5. Pentathionsäure = $\text{H}_2\text{S}_5\text{O}_6$.

Chlor verbindet sich direkt mit S. Man kennt S_2Cl_2 , S_2Cl_4 , S_2Cl_8 u. a. Selen (Se) und Tellur (Te) sind dem Schwefel in ihren Eigenschaften und Verbindungen sehr ähnlich:

Schwefelgruppe:	Schwefel = S	Selen = Se	Tellur = Te
Atomgewicht:	32	79	207
1 Molekül:	S ₂ = 64	Se ₂ = 158	Te = 414
Aussehen:	gelb	rötlichschwarz	silberweiß
Verbind. mit H:	H ₂ S	H ₂ Se	H ₂ Te
Verbind. mit O:	SO ₂	SeO ₂	TeO ₂
	[H ₂ SO ₃] schweflige Säure	H ₂ SeO ₃ selenige Säure	H ₂ TeO ₃ tellurige Säure
	SO ₃	[SeO ₃]	TeO ₃
	H ₂ SO ₄ Schwefelsäure	H ₂ SeO ₄ Selensäure	H ₂ TeO ₄ Tellursäure

III
Stickstoff = N = 14.

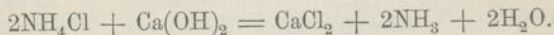
77 Gewichtsprocente der Luft bestehen aus Stickstoff. Die Luft ist ein Gemenge von N und O mit geringen Mengen Kohlensäure, Ammoniak und Wasserdampf, von Verbrennung, Athmung, Fäulnis und Verdunstung her-rührend. Die Kohlensäurebildung geht auf Kosten des Sauerstoffgehaltes der Luft vor sich; jemehr Kohlensäure und organische Bestandteile die Luft enthält, desto schlechter ist sie. Die Pflanzen nehmen die Kohlensäure auf und scheiden Sauerstoff wieder ab. N außerdem reichlich im Thier- und Pflanzenreich.

Wird der Luft der Sauerstoff durch Phosphor oder glühendes Kupfer entzogen, so bleibt Stickstoff zurück. Zu diesem Zweck sperrt man eine mit Luft gefüllte Glas-glocke durch Wasser ab. Ein in dieselbe gebrachtes und entzündetes Stückchen Phosphor brennt so lange, bis aller Sauerstoff zu seiner Oxydation verbraucht ist. Das Wasser steigt in der Glocke um das Volum des verbrauchten O in die Höhe; oder man leitet Luft über glühendes Kupfer, wobei sich Kupferoxyd (CuO) bildet und N allein über-

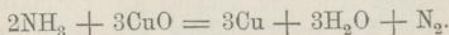
geht: $N + O + Cu = CuO + N$. In größeren Mengen wird N aus salpetrigsaurem Ammon (NH_4NO_3) dargestellt. Farb-, geruch-, geschmackloses, nicht brennbares, weder Verbrennung noch Athmung unterhaltendes Gas (brennende Körper erlöschen, lebende Wesen ersticken darin). Zeigt nur geringe Verwandtschaft zu anderen Körpern (ist äußerst indifferent).

Ammoniak (NH_3). Entsteht bei der Fäulnis und trockenen Destillation stickstoffhaltiger organischer Körper. Salpetersaures Ammon ist wichtiger Bestandteil des Guano. Im Großen aus dem Ammoniakwasser der Gasfabriken durch Behandlung mit gelöschtem Kalk gewonnen.

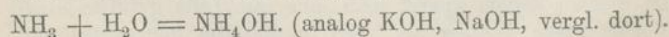
Im Kleinen wird es durch Erhitzen eines Gemenges von Chlorammon (Salmiak) mit gelöschtem Kalk (Calciumhydroxyd) dargestellt:



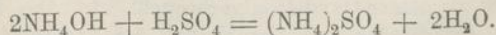
Farbloses Gas von stark stechendem, zu Thränen reizendem Geruch, in wässriger Lösung laugenartig ätzendem Geschmack; brennt nicht und unterhält die Verbrennung nicht. Mit saueren Dämpfen bildet es dichte Nebel. Leitet man NH_3 über glühendes CuO , so wird N frei:



1 Vol. H_2O löst bei 0° 1150 Vol. NH_3 . Die wässrige Lösung führt den Namen **Salmiakgeist** und zeigt dieselben Eigenschaften wie das Gas. Dient medizinischen und technischen Zwecken in den verschiedensten Formen. Reagirt alkalisch und neutralisirt Säuren, weshalb man annimmt, dafs sich durch die Lösung in Wasser eine Basis, das Ammoniumhydroxyd gebildet hat:

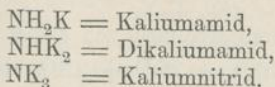


Mit Säuren bildet NH_4OH Salze, z. B.



Die Atomgruppe NH_4 , **das Ammonium**, verhält sich also wie ein einwerthiges Element, z. B. K oder Na.

Der H des Ammoniak kann successive durch Metall vertreten werden: z. B.



Cl und J gehen mit Stickstoff sehr gefährliche, explosive Verbindungen ein:

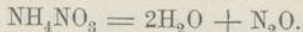
Chlorstickstoff = NCl_3 , schwere ölige Flüssigkeit und
Jodstickstoff = NJ_3 , braunschwarze Masse.

Mit O bildet N 5 Verbindungen:

N_2O Stickstoffoxydul (Lachgas); HNO untersalpetrige
 $\text{N}_2\text{O}_2(\text{NO})$ Stickoxyd. [Säure.
 N_2O_3 Salpetrigsäure-Anhydrid; HNO_2 salpetrige Säure.
 $\text{N}_2\text{O}_4(\text{NO}_2)$ Stickstoffdioxyd.
 N_2O_5 Salpetersäure-Anhydrid; HNO_3 Salpetersäure.

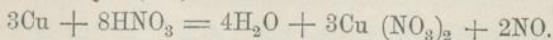
Stickstoffoxydul (N_2O).

Entsteht beim Erhitzen von salpetersaurem Ammon:



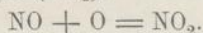
Farbloses, eigentümlich süßlich riechendes und schmeckendes Gas; unterhält die Verbrennung ähnlich wie Sauerstoff. Eingeathmet wirkt es betäubend, weshalb es zur Narkose bei Zahnoperationen oft benutzt wird. Läßt man es rasch mit CS_2 , Schwefelkohlenstoff, verdunsten, so erhält man eine Temperatur von -140° , wodurch es gelang, H, O und N mit entsprechendem Druck zu verflüssigen. In den Handel wird es flüssig in starken, eisernen Röhren gebracht.

Stickoxyd (NO).

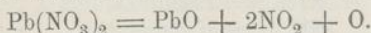


Farbloses Gas, bildet mit Luft und Sauerstoff rote Dämpfe, da es hierbei oxydirt wird und in NO_2 übergeht.

Von Eisenoxydulsalzen unter Braunfärbung absorbiert, durch Erhitzen wieder daraus ausgetrieben. Schwach brennende Körper erlöschen darin.

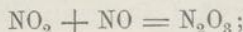
Stickstoffdioxyd (NO₂).

Dargestellt durch Erhitzen von salpetersaurem Blei:

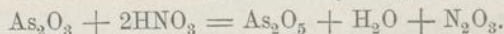


Rotbraunes Gas, das sich zu einer roten Flüssigkeit condensiren läßt.

Salpetrige Säure (Anhydrid) (N₂O₃), entsteht, wenn NO durch erwärmtes flüssiges NO₂ geleitet und das Dampfgemenge durch erhitzte Röhren in abgekühlte Vorlagen geführt wird:

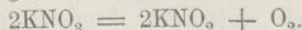


oder durch Einwirkung von arseniger Säure (As₂O₃) oder Stärkemehl auf conc. Salpetersäure (HNO₃):



Das Anhydrid ist bei -10° eine tiefblaue Flüssigkeit, die sich wieder in NO₂ und NO zersetzt. Das Gas N₂O₃ ist gelb, von stechendem Geruch; seine Lösung in Wasser enthält das unbekanntes Hydrat HNO₂, dessen Salze bekannt sind und salpetrigsaure Salze oder Nitrite heißen, z. B. KNO₂ (Kaliumnitrit).

Die salpetersauren Salze, die **Nitrate**, gehen bei längerem Schmelzen unter O-Abgabe in die salpetrigsauren Salze oder **Nitrite** über:

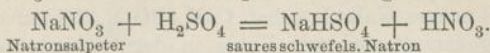


Nitrite in geringer Menge im Speichel.

Salpetersäureanhydrid (N₂O₅) krystallisiert in der Kälte und zersetzt sich leicht unter Explosion; wird aus HNO₃ mit P₂O₅ (Phosphorsäureanhydrid) erhalten.

Salpetersäure (HNO₃) bildet sich beim Durchschlagen des elektrischen Funkens durch ein Gemenge von N und O, so z. B. des Blitzes durch die Luft; bei der Verwesung organischer Körper bei Gegenwart von Luft und Wasser. Gewöhnlich ist noch Ammoniak, Kali, Natron oder Kalk zugegen — es entstehen dann die betreffenden salpetersauren Salze, **Salpeter**.

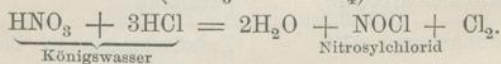
HNO_3 wird aus Salpeter dargestellt:



Farblose, stechend riechende, stark saure Flüssigkeit, die organische Stoffe energisch zerstört. Das kräftigste Oxydationsmittel; führt unter O-Abgabe S in H_2SO_4 , P in H_3PO_4 (vergl. S. 36) über. Lösungsmittel für viele Metalle; es entsteht hierbei nicht, wie anzunehmen ist, freier H. Der H wirkt im status nascens reducierend auf HNO_3 , so daß alle Stickstoffoxyde, ja sogar N und NH_3 entstehen können. HNO_3 entfärbt Indigo, löst Silber, aber Gold nicht, daher Scheidewasser genannt. Wird nachgewiesen durch Diphenylamin. HNO_3 ist eine einbasische Säure und bildet Salze von der Formel:

1. $\overset{\text{I}}{\text{RNO}_3}$; z. B. KNO_3
2. $\overset{\text{II}}{\text{R}(\text{NO}_3)_2}$; z. B. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
3. $\overset{\text{III}}{\text{R}_2(\text{NO}_3)_6}$; z. B. $\text{Fe}_2(\text{NO}_3)_6$.

Ein Gemisch von HNO_3 und HCl ist das Königswasser. Wird dasselbe erhitzt, so entwickelt sich Cl , welches sonst unlösliche Metalle (Gold (Au) oder Platin (Pt)) in lösliche Chloride (AuCl_3 und PtCl_4) überführt:

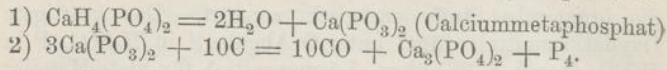


III u. V Phosphor = P = 31.

Kommt nicht frei vor, dagegen verbreitet in phosphorsauren Salzen, besonders phosphorsaurem Kalk, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Der Boden enthält phosphorsaure Salze, die Pflanzen nehmen sie daraus auf und lassen sie in den thierischen Organismus gelangen. Phosphorsaurer Kalk bildet neben kohlen-saurem Kalk (CaCO_3) die anorganische Masse der Knochen. Phosphorsaure Salze in Fleisch, Blut, Milch und Harn.

P aus Knochen dargestellt. Durch Brennen derselben wird Knorpel und Fett entfernt (Knochenasche),

worauf mit H_2SO_4 behandelt wird, wobei sich schwefelsaurer Kalk und saures Kalkphosphat, $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$, bildet. Dieses wird eingedampft und mit Kohle in der Weißglut erhitzt, wobei P überdestilliert, der unter Wasser aufgefangen wird:

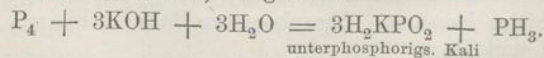


Farbloser, wachsartiger Körper, färbt sich bald gelblich, eigentümlicher Geruch, stößt an der Luft weiße Nebel aus, wobei sich phosphorige Säure (P_2O_3) bildet, leuchtet im Dunkeln (phosphorescirt). Schmilzt bei 44° und siedet bei 290° . Durch Sublimation in luftleeren Gefäßen erhält man ihn in regulären Krystallen. Auf $240\text{--}250^\circ$ erhitzt geht er in eine andere allotropische Modifikation, den roten Phosphor über.

Phosphor	
gewöhnlicher	roter
gelblich weiß	rot
krystallisirt	amorph
giftig	nicht giftig
eigentümlicher Geruch	geruchlos
Entzündungstemp. 61°	Entzündungstemp. 260°
löslich in Schwefelkohlenstoff.	unlöslich in Schwefelkohlenstoff.

Phosphorwasserstoffe.

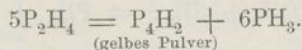
1) PH_3 , gasförmiger, 2) P_2H_4 flüßiger und 3) P_4H_2 , fester Phosphorwasserstoff. Der dem NH_3 analoge gasförmige Ph. W. wird durch Kochen von P mit Kalilauge (KOH) dargestellt:



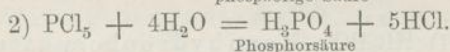
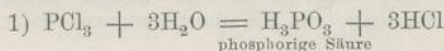
Entzündet sich an der Luft von selbst, da er geringe Mengen des selbstentzündlichen P_2H_4 enthält, und verbrennt

zu H_2O und P_2O_5 . Farbloses, giftiges, nach Knoblauch riechendes Gas.

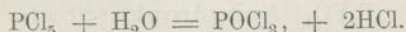
Bringt man Phosphorkalk in Wasser, so entsteht P_2H_4 . Derselbe zerfällt leicht in PH_3 , gasförmigen, und P_4H_2 , festen Ph. W.:



P verbindet sich direkt mit Cl zu PCl_3 , Phosphor-trichlorid und PCl_5 , Phosphorpentachlorid unter Feuerscheinung. PCl_3 , farblose, an der Luft stark rauchende Flüssigkeit. Bei einem Ueberschuß von Cl entsteht PCl_5 , ein krystallinischer, gelblicher Körper. Zersetzung der Chloride durch H_2O :



Bei ungenügendem Wasserzusatz entsteht, $POCl_3$, Phosphorychlorid:



PBr_3 , Bromphosphor; PJ_3 , Jodphosphor.

Säuren des Phosphors:

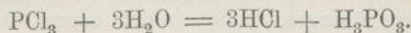
H_3PO_2 , unterphosphorige Säure;

H_3PO_3 , phosphorige Säure; P_2O_3 , Phosphortrioxyd
 H_3PO_4 , Phosphorsäure; P_2O_5 , Phosphorpentoxyd

} Anhydride

P_2O_3 , das Anhydrid der phosphorigen Säure, entsteht, wenn P langsam an trockener Luft sich oxydirt.

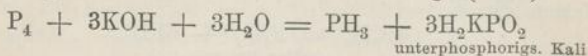
$P_2O_3 + 3H_2O = 2H_3PO_3$, **Phosphorige Säure**; rein erhalten aus Phosphor-trichlorid durch H_2O :



Die Lösung gibt unter der Luftpumpe weiße Krystalle. Zersetzt sich beim Erhitzen in PH_3 und H_3PO_4 ; wirkt stark reducierend. H_3PO_3 ist zweibasisch, bildet 2 Reihen

von Salzen: $\overset{\text{I}}{\text{HR}_2\text{PO}_3}$ und $\overset{\text{II}}{\text{HRPO}_3}$, phosphorigsaure Salze oder Phosphite.

Die unterphosphorige Säure (H_3PO_2) entsteht neben PH_3 beim Kochen des P mit Kalilauge (KOH):



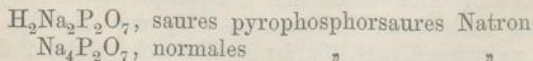
Phosphorsäure (H_3PO_4) wird erhalten durch allmähliches Eintragen von P in heisse Salpetersäure. Gewöhnlich eine glasartige Masse. H_3PO_4 ist eine 3basische Säure; als solche bildet sie 3 Reihen normale Salze: $\overset{\text{I}}{\text{R}_3\text{PO}_4}$; $\overset{\text{II}}{\text{R}_2(\text{PO}_4)_2}$ und $\overset{\text{III}}{\text{RPO}_4}$. Außerdem bildet sie noch saure Salze, wenn ihr H nicht sämtlich durch Metall vertreten ist; man teilt die phosphorsauren Salze demnach ein in:

- 1) $\overset{\text{I}}{\text{HR}_2\text{PO}_4}$, Monohydrophosphate
- 2) $\overset{\text{I}}{\text{H}_2\text{RPO}_4}$, Dihydrophosphate
- 3) $\overset{\text{I}}{\text{R}_3\text{PO}_4}$, Anhydrophosphate.

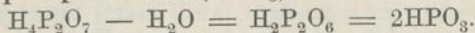
$\overset{\text{I}}{\text{R}}$ bedeutet ein einwerthiges Metall (K, Na u. s. w.), $\overset{\text{II}}{\text{R}}$ bedeutet ein zweiwerthiges Metall (Ca, Pb u. s. w.) und kann durch 2 einwerthige ersetzt werden, — $\overset{\text{III}}{\text{R}}$ bedeutet ein 3werthiges Metall (Al) und kann durch 3 einwerthige ersetzt werden.

Sämmtliche Salze der Phosphorsäure (H_3PO_4), auch Orthophosphorsäure genannt, geben mit salpetersaurem Silber einen charakteristischen gelben Niederschlag von normalem phosphorsaurem Silber (Ag_3PO_4).

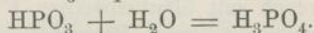
Wird H_3PO_4 längere Zeit auf 213° erhitzt, so geht sie in **Pyrophosphorsäure ($\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$)** über: $2\text{H}_3\text{PO}_4 - \text{H}_2\text{O} = \text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$. Weiße glasartige oder krystallinische Masse, deren wässrige Lösung beim Erhitzen in Orthophosphorsäure übergeht. Sie bildet saure und normale Salze, z. B.:



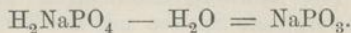
Die Salze geben mit AgNO_3 einen weissen Niederschlag von $\text{Ag}_4\text{P}_2\text{O}_7$. Beim Erhitzen auf 400° geht die Pyrophosphorsäure unter nochmaliger H_2O -Abgabe in **Metaphosphorsäure** (HPO_3) über:



Durchsichtige, glasartige, an feuchter Luft zerfliessende Masse. Die im Handel vorkommende glasige Phosphorsäure (Acid. phosphoric. glaciale) ist natronhaltige Metaphosphorsäure. Die wässrige Lösung von HPO_3 geht beim Erhitzen direkt in H_3PO_4 über:

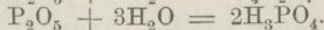
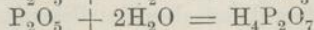
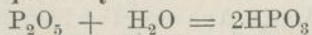


Durch Glühen des Natriummonophosphats entsteht metaphosphorsaures Natron:

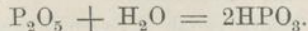


Die Salze geben mit AgNO_3 einen weissen Niederschlag: AgPO_3 . Die Metaphosphorsäure unterscheidet sich von H_3PO_4 und $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7$ dadurch, dass sie Eiweisslösung gerinnen macht (Eiweiss koagulirt).

Das Anhydrid der Phosphorsäuren ist P_2O_5 , das **Phosphorpentoxyd**:

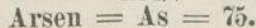


P_2O_5 entsteht beim Verbrennen des P an trockner Luft als weisse, flockige Masse. Ist äusserst hykroskopisch (starkes Wasserentziehungsmittel). Löst sich in kaltem H_2O zu HPO_3 :



Die Schwefelverbindungen des P (P_4S , P_2S , P_2S_3 , P_2S_5) entstehen durch direktes Zusammenschmelzen beider Elemente; durch Wasser werden sie zersetzt unter Bildung von H_2S und Phosphorsäuren.

III u. V



In der Natur gediegen als Scherbenkobalt; dann als Arsenkies (FeAsS), Realgar (AsS), Auripigment

(As_3S_3), Speiskobalt (CoAs_2), Arsenikblüthe (As_2O_3) u. a. Aus den Erzen gewöhnlich durch Sublimation gewonnen (Fliegenstein). As ist spröde, stahlgrau, glänzend, im Rhomboëdern krystallisirend. Verflüchtigt sich beim Erhitzen ohne zu schmelzen (sublimirt) unter Entwicklung eines knoblauchartigen Geruchs. Verbrennt an der Luft mit bläulichweißer Flamme zu As_2O_3 , Arsenitrioxyd. Löslich in HNO_3 .

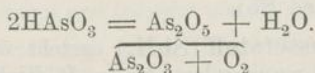
Dem PH_3 analog kennt man AsH_3 , **Arsenwasserstoff**, farbloses, nach Knoblauch riechendes, äußerst giftiges Gas, verbrennt mit bläulichweißer Flamme zu H_2O und As_2O_3 . Dargestellt durch Behandeln einer Legirung von As und Zink mit verdünnter H_2SO_4 . Werden Arsenverbindungen (die Schwefelverbindungen ausgenommen), ebenso mit As vergiftete Speisen mit nascirendem H (z. B. Zink und H_2SO_4) behandelt, so entsteht ebenfalls AsH_3 . Der entzündete AsH_3 gibt auf Porzellan oder Glas metallisch glänzende Arsenflecke (Arsenspiegel), die sich in unterchlorigsaurem Natron zum Unterschied von Antimon leicht lösen (Nachweis des As im Marsh'schen Apparat).

Arsen verbindet sich direkt mit den Halogenen zu Tri-Verbindungen: AsCl_3 , Arsenrichlorid, AsBr_3 , AsJ_3 . AsFl_3 , Arsenitrifluorid, ist ebenfalls bekannt.

Arsenige Säure (As_2O_3), Arsenitrioxyd, findet sich in der Natur als Arsenikblüthe. Gewonnen durch Rösten arsenhaltiger Mineralien; die As_2O_3 -Dämpfe werden hierbei in Kanälen oder Kammern (Giftgängen und Giftkammern) condensirt (Giftmehl).

Die arsenige Säure (auch Arsenik genannt) ist eine äußerst giftige, farblose, glasige, amorphe Masse, die nach längerer Zeit in eine milchweiße, porzellanartige, krystalinische Modifikation übergeht. In einer Glasröhre sublimirt, bilden sich glänzende Oktaëder. As_2O_3 löslich in HCl , Kalilauge, Natronlauge und Ammoniak, wird mit C geglüht zu As reducirt. Das Hydrat, H_3AsO_3 , ist nicht frei, sondern nur in Salzform bekannt (Arsenite), z. B.: Na_3AsO_3 , arsenigsaures Natron oder Natronarsenit; 3 basische Säure.

Arsensäure, H_3AsO_4 (Orthoarsensäure), entsteht durch Oxydation von As_2O_3 mittelst HNO_3 . Aus der wässrigen Lösung von H_3AsO_4 erhält man Krystalle von der Zusammensetzung $2H_3AsO_4 + H_2O$. Wie beim Phosphor kennt man ferner die Pyroarsensäure ($H_4As_2O_7$) und die Metaarsensäure ($HAsO_3$), die beim Erhitzen in As_2O_5 , **Arsenpentoxyd** und H_2O , resp. As_2O_3 und O zerfällt:

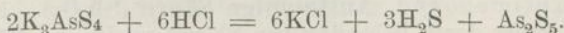


Arsenmonosulfid, einfach Schwefelarsen, AsS oder As_2S_2 . In der Natur als Realgar in gelbroten Krystallen. Benutzt als Farbe und in der Feuerwerkerei zur Herstellung des Weisfeuers.

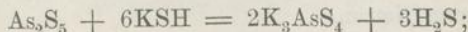
Arsentrisulfid (As_2S_3) entsteht durch Einleiten von H_2S in saure Lösungen von arseniger Säure als gelber Niederschlag:



As_2S_3 ist in conc. HCl nicht löslich, dagegen löst es sich in Alkalien und Schwefelalkalien unter Bildung von **Sulfarseniten** oder sulfoarsenigsauren Salzen, z. B. K_3AsS_3 . Die freie Säure H_3AsS_3 ist nicht bekannt. **Arsenpentasulfid (As_2S_5)** ist ein ebenfalls gelber Körper, wird nicht durch H_2S aus den Lösungen der Arsensäure gefällt, sondern durch Zersetzung von K_3AsS_4 , Kaliumsulfarseniat, mittelst HCl :



As_2S_5 löst sich ebenfalls in Alkalien und Schwefelalkalien:

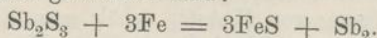


es entstehen die **Sulfarseniate** oder sulfoarsensauren Salze.

III u. V Antimon = Sb = 120.

In geringer Menge in der Natur gediegen; am häufigsten jedoch als Antimonglanz oder Grauspiefels-

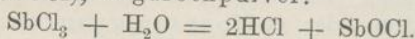
glanzerz (Sb_2S_3), aus dem es durch Zusammenschmelzen mit Eisenpulver gewonnen wird:



Bläulichweiß, glänzend, isomorph dem As, in Rhomboëdern krystallisierend, sehr spröde, schmelzbar bei 430°. Kommt als Regulus Antimonii in den Handel und wird zu Legierungen gebraucht (Letternmetall: Blei und Sb, Britanniametall: Zinn und Sb).

Antimonwasserstoff (SbH_3) entsteht wie AsH_3 durch Einwirkung von nascirendem H (z. B. Zink und H_2SO_4) auf Antimonlösungen. Farbloses, giftiges, brennbares Gas, gibt — vergl. As — den Antimonspiegel, der sich jedoch in unterchlorigsaurem Natron nicht löst.

Antimontrichlorid (SbCl_3) bildet sich durch Einwirkung von Cl auf überschüssiges Sb oder durch Lösung von Antimontrioxyd oder Antimontrisulfid in HCl. Farblose, krystallinisch-blättrige Masse (Butyrum antimonii), die an der Luft zerfließt und sich in salzsäurehaltigem Wasser klar löst (Liquor stibii chlorati). SbCl_3 wird durch viel Wasser zersetzt unter Bildung von **Antimonoxchlorid** (SbOCl), Algarothpulver:



Antimonpentachlorid (SbCl_5) entsteht bei der Einwirkung von überschüssigem Cl auf Sb oder SbCl_3 . Gelbe, starkkrauchende Flüssigkeit.

Sb verbrennt an der Luft erhitzt zu weißen Nebeln von Antimonoxyd, **Antimonige Säure** (Sb_2O_3). Entsteht ferner durch Behandeln von Sb mit verdünnter HNO_3 oder Erwärmen des Oxychlorids mit einer Lösung von kohlenensaurem Natron.

Sb_2O_3 vermag mit Säuren Salze zu bilden, z. B. $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$, Antimonsulfat. Aus einer heißen Lösung von Sb_2O_3 in Natronlauge krystallisiert $\text{NaSbO}_2 + 3\text{aq}$ in Oktaëdern aus; das entsprechende Hydrat HSbO_2 ist noch wenig bekannt.

Sb_2O_3 verhält sich also einestheils wie eine Base, einestheils wie eine Säure. Außer den Antimon-

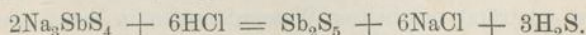
salzen, wie $\text{Sb}_2(\text{SO}_4)_3$, Antimonsulfat, sind Antimonylsalze bekannt, wo die einwerthige Gruppe **SbO** = **Antimonyl** 1 Atom H ersetzt, z. B. $(\text{SbO})\text{SO}_4$, Antimonylsulfat.

H_3SbO_4 , die Orthoantimonsäure ist noch wenig bekannt; dagegen kennt man die Pyroantimonsäure ($\text{H}_4\text{Sb}_2\text{O}_7$), die aus SbCl_5 durch Fällen mit H_2O als weißes Pulver entsteht. Die einbasische Metaantimonsäure (HSbO_3) ist bekannt und entsteht aus Sb mittelst conc. HNO_3 .

Die Antimonsäuren geben beim Glühen H_2O ab und gehen über in **Antimonpentoxyd** (Sb_2O_5), das Antimonsäure-Anhydrid, eine gelbe Masse, die bei stärkerem Glühen in weißes Sb_2O_4 ($\text{Sb}_2\text{O}_3 + \text{Sb}_2\text{O}_5 = 2\text{Sb}_2\text{O}_4$) antimonsaures Antimonoxyd übergeht.

Antimontrisulfid (Sb_2S_3), in der Natur als Grauspiefsglanzerz, entsteht durch Einleiten von H_2S in saure Lösungen von antimoniger Säure als orangeroter Niederschlag, der sich zum Unterschied von As_2S_3 in conc. HCl löst. Löslich in Schwefelalkalien zu **Sulfantimoniten**.

Antimonpentasulfid (Sb_2S_5), Goldschwefel (Stibium sulfuratum aurantiacum), orangefarbenes Pulver, das zum Unterschied von As_2S_5 durch Einleiten von H_2S in Antimonsäurelösungen erhalten werden kann. Löslich in Schwefelalkalien zu **Sulfantimoniaten**, aus welchen es durch Säure wieder ausfällt:

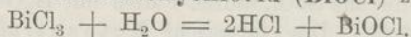


III u. V
Wismuth = Bi = 207,5.

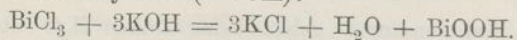
In der Natur meist gediegen; wird aus dem Gesteine durch Ausschmelzen gewonnen; ferner in Verbindung mit S als Wismuthglanz (Bi_2S_3). Rötlich weißes, stark glänzendes, sprödes, in Rhomboëdern krystallisirendes, dem Arsen und Antimon isomorphes, bei 265° schmelzendes Metall, löslich in HNO_3 und Königswasser. Die Legirungen des Bi mit Blei und Zinn zeichnen sich durch Leicht-

schmelzbarkeit aus (Rose'sches Metall und Wood'sches Metall, das noch Cadmium enthält).

Wismuthchlorid (BiCl_3) entsteht durch Erhitzen des Bi im Cl-Strom; weiche, weiße, schmelzbare Masse. Die klare, salzsaure Lösung wird durch H_2O unter Bildung von weißem **Wismuthoxychlorid** (BiOCl) zersetzt:



Wismuthhydrat (BiOOH):



Weißes Pulver, das durch Erhitzen in gelbes **Wismuthoxyd** (Bi_2O_3) übergeht:



Bi_2O_3 entsteht ferner durch Glühen von kohlenstoffsaurem oder salpetersaurem Wismuthoxyd.

Durch Einleiten von Cl in Kalilauge, die $\text{Bi}(\text{OH})_3$, **Wismuthhydroxyd** suspendirt enthält, entsteht ein roter Körper, Wismuthsäure (HBiO_3), der durch Glühen in das Anhydrid Bi_2O_3 übergeht. Das wichtigste Wismuthsalz ist das salpetersaure Wismuth $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$, welches durch H_2O in basisch salpetersaures Wismuth, Magisterium Bismuthi, $\text{Bi}(\text{NO}_3)(\text{OH})_2$ zersetzt wird.

III Bor = B = 11.

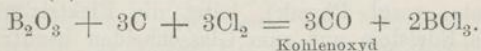
In der Natur als Borsäure $\text{B}(\text{OH})_3$ und in borsäuren Salzen, wie Borax, Borocalcit u. a. Die Borsäure entströmt mit heißen Wasserdämpfen in den Fumarolen Tocanas der Erde und wird durch Abdunsten des Wassers hierbei gewonnen. Das B wird aus B_2O_3 , Bortrioxyd, durch Zusammenschmelzen mit Natrium oder Kalium gewonnen:



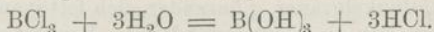
B kommt in 2 allotropischen Modifikationen vor: amorph und krystallisirt. Das amorphe Bor ist ein grünlich braunes Pulver, welches erhitzt zu B_2O_3 verbrennt. Das krystallisirte Bor zeigt farblose bis dunkelbraune Krystalle von starkem Glanz und großer Härte, ist unschmelzbar und

unverbrennbar, unlöslich in Säuren, geht durch Schmelzen mit Aetznatron in borsaures Natron über. Borwasserstoff, wahrscheinlich BH_3 , unangenehm riechendes, mit grüner Flamme brennendes Gas.

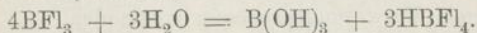
Chlorbor (BCl_3) dargestellt durch Glühen von B im Cl-Strom oder durch Erhitzen eines Gemisches von B_2O_3 und Kohle (C) im Cl-Strom:



Wird durch H_2O unter Bildung von Borsäure zersetzt:



Fluorbor (BF_3), farbloses, in Wasser lösliches Gas; entsteht durch Erhitzen von Borsäureanhydrid mit Fluorcalcium und H_2SO_4 . Die mit H_2O stark verdünnte Lösung zersetzt sich unter Bildung von Borsäure und Borfluorwasserstoff (HBF_4):



Borstickstoff (BN) bildet sich direkt aus den Elementen bei hoher Temperatur; weißes Pulver.

Borsäure, $\text{B(OH)}_3 = \text{H}_3\text{BO}_3$, wird rein dargestellt durch Zersetzen einer heißgesättigten Lösung von Borax mittelst HCl. Beim Erkalten krystallisiert H_3BO_3 aus. Farblose, fettig sich anfühlende, glänzende, schuppige, in Wasser und Alkohol lösliche Krystalle. Die Alkohollösung brennt mit grüner Flamme. Die Lösung in H_2O färbt Curcumapapier braun.

Beim Erhitzen auf 100° geht H_3BO_3 unter H_2O -Abgabe in Metaborsäure (HBO_2), beim Erhitzen auf 160° in Pyroborsäure ($\text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$) — $4\text{H}_3\text{BO}_3 - 5\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{B}_4\text{O}_7$ — und bei noch weiterem Erhitzen in **Borsäureanhydrid** (B_2O_3) über. B_2O_3 ist eine glasartige, hygroskopische Masse, die feuerbeständig ist und in der Glühhitze die Salze starker Säuren zersetzt.

$$\text{Kohlenstoff} = \overset{\text{IV}}{\text{C}} = 12.$$

In der Natur als solcher in 3 allotropischen Modifikationen:

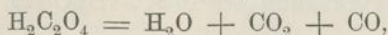
1. Krystallisirt im regulären System als **Diamant**, meist farblos, stark glänzend und lichtbrechend. Besitzt von allen Körpern die größte Härte (Härteskala: vergl. Physik), leitet die Elektrizität nicht. Als Edelstein und zum Glasschneiden benutzt;
2. krystallisirt im hexagonalen System als **Graphit**, dunkelgrauer, glänzender, sich fettig anführender Körper, der die Elektrizität leitet. Benutzt zur Fabrication von Bleistiften, Schmelzriegeln, Schmieren, Ofenschwärzen u. dergl.;
3. amorph, mehr oder weniger verunreinigt, als **Anthracit, Steinkohle, Braunkohle, Torf**, — aus Pflanzenteilen (Cellulose) in Folge eines langsamen Verwesungsprocesses entstanden.

C ist Hauptbestandteil aller organischen Wesen. In Form von Coaks, Holzkohle und Thierkohle wird er durch Erhitzen der betreffenden Substanzen unter Luftabschluß (**trockene Destillation**) erhalten.

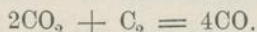
Der amorphe C ist ein schwarzer, undurchsichtiger Körper, der wie Diamant und Graphit unschmelzbar und in allen Lösungsmitteln unlöslich ist. Er besitzt die Eigenschaft getrocknete Gase zu absorbiren, ist ein vorzügliches Reduktionsmittel, indem er glühend den Metalloxyden O entzieht. Holzkohle leitet die Elektrizität schlecht, Coaks gut. Knochenkohle wird zum Reinigen und Entfärben mancher Flüssigkeiten (z. B. zum Filtriren in der Zuckerfabrikation) angewandt, sowie zum Filtriren von Wasser, das faulende, übelriechende, organische Stoffe enthält. C verbrennt bei genügendem Luftzutritt zu Kohlensäure (CO_2). Die Verbindungen des C mit H und ihre Abkömmlinge (Derivate) sind so zahlreich, daß sie in einem besonderen Teil, der **organischen Chemie**, behandelt werden.

Kohlenoxyd (CO) entsteht, wenn C bei ungenügendem Luftzutritt verbrennt; so tritt es z. B. in Oefen auf, die

mit glühenden Kohlen angefüllt sind, aber durch eine verschlossene Klappe keine Luftzufuhr mehr erhalten. Dargestellt durch Erhitzen von Oxalsäure:

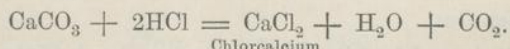


oder durch Ueberleiten des Kohlenstoffdioxydes übergelühende Kohlen:



Farb-, geschmack-, geruchloses, mit bläulicher Flamme brennendes, höchst giftiges Gas, das eingeathmet den Blutkörperchen O entzieht. Im Blute mittelst der Spektralanalyse (spectroscopisch) nachgewiesen.

Kohlenstoffdioxyd (CO₂), kurz **Kohlensäure** genannt, ist das Verbrennungsprodukt aller kohlenstoffhaltigen Substanzen; entsteht beim Athmungs-, Gährungs- und Verwesungsprozesse. Entströmt an manchen Orten in grösserer Menge der Erde, findet sich gelöst in Fluß- und hauptsächlich Mineralwassern (Selters), in fester Form gebunden in den **kohlensauren Salzen**, den **Carbonaten**, hauptsächlich im Kalkspath (CaCO₃), aus dem CO₂ durch stärkere Säuren ausgetrieben und dargestellt wird:



Farbloses, säuerlich riechendes und schmeckendes Gas, schwerer als Luft, unterhält weder Athmung noch Verbrennung. Bei 0° und einem Druck von 36° Atmosphären geht CO₂ in flüssige Kohlensäure, die bei — 78° siedet, über. Wird der auf der flüssigen Kohlensäure lastende Druck aufgehoben, so gefriert ein Teil derselben zu einer weissen, schneeigen Masse. 1 Vol. H₂O absorbiert bei gewöhnlicher Temp. 1 Vol. CO₂; bei einem Druck von mehreren Atmosphären nimmt H₂O (nach dem Henry Dalton'schen Gesetz, vergl. S. 13) die entsprechende Menge CO₂ mehr auf, die bei nachlassendem Druck wieder entweicht (Sodawasser).

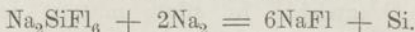
Da die Kohlensäure primäre (saure) und secundäre (neutrale) Salze bildet, so muß man annehmen, daß das in H₂O gelöste CO₂ die Formel H₂CO₃ besitzt:

NaHCO_3 , saures kohlen. Natron, Natron bicarbonicum,
 Na_2CO_3 , neutrales kohlen. Natron, Soda.

Schwefelkohlenstoff (CS_2), vergl. org. Chemie.

IV
Silicium = Si = 28.

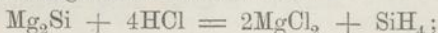
Stets in Verbindung mit O als Kieselsäure (Quarz) natürlich vorkommend. Dargestellt durch Schmelzen von Kieselfluornatrium mit Natrium oder Aluminium:



Amorphes, glanzloses, braunes Pulver. Durch Schmelzen mit Aluminium entstehen schwarze, metallglänzende Octaëder, äußerst hart, dem Diamant ähnlich.

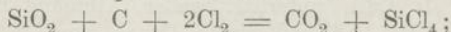
Si ist in Säuren unlöslich, dagegen unter Bildung von kiesel-sauren Salzen löslich in Alkalien. Amorphes Si verbrennt zu SiO_2 , Kieselsäure, krystallisiertes Si bleibt unverändert.

Siliciumwasserstoff (SiH_4), erhalten durch Zersetzung von Siliciummagnesium mittelst HCl:

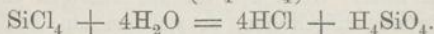


farbloses Gas.

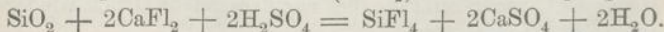
Siliciumchlorid (SiCl_4), erhalten durch Glühen eines Gemisches von SiO_2 und C im Cl-Strom:



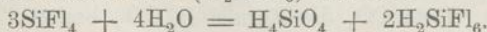
rauchende Flüssigkeit, die durch H_2O unter Bildung von Orthokieselsäure (H_4SiO_4) zersetzt wird:



Siliciumfluorid (SiF_4) entsteht beim Lösen von SiO_2 in HF als farbloses, stechend riechendes Gas. Es wird gewöhnlich dargestellt durch Erhitzen eines Gemisches von SiO_2 und Fluorcalcium (CaF_2) mit conc. H_2SO_4 :

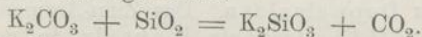


SiF_4 wird durch H_2O unter Bildung von **Kieselfluorwasserstoff (H_2SiF_6)** zersetzt:



H_2SiF_6 bildet mit Basen Salze, so mit Baryum unlösliches Kieselfluorbaryum ($BaSiF_6$).

Orthokieselsäure (H_4SiO_4) scheidet sich, wenn eine Lösung von kieselsaurem Alkali (Alkalisilikat) mit einer Säure behandelt wird, gallertartig ab. Durch Trocknen und Glühen geht sie in **Kieselsäureanhydrid** (SiO_2), ein weißes Pulver, über. Die einmal gegläute Kieselsäure ist in HCl nicht mehr löslich, nur in HF. Durch Schmelzen (Aufschließen) mit kohlensaurem Kali oder Natron wird sie in lösliches kieselsaures Kali oder Natron übergeführt:



Wird H_4SiO_4 nur gelinde erhitzt, so entsteht Metakieselsäure (H_2SiO_3), deren Salze als **Silicate** bekannt sind.

Kieselsäureanhydrid, Siliciumdioxid (SiO_2) kommt krystallisiert vor als Quarz, Bergkrystall, Amethyst, Topas, Achat, Chalcedon, Feuerstein, amorph als Opal, dann in Form kieselsaurer Salze (Silicate) wie Feldspath, Glimmer. Amorphes SiO_2 wird durch Kochen mit Alkalien gelöst, krystallisiert nicht.

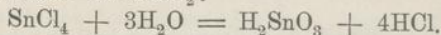
IV Zinn = $\overset{IV}{Sn}$ = 118.

Kommt in der Natur meist mit O verbunden als Zinnstein (SnO_2) vor. Die Zinnerze werden geröstet und mit C bei nicht zu hoher Temperatur reducirt. Silberweißes, stark glänzendes, bei 200° sprödes und bei 228° schmelzendes Metall vom spez. Gew. 7,29, von krystallinischer Structur, sehr dehnbar, läßt sich zu dünnen Blättern auswalzen (Stanniol). Beim Biegen von Zinnstangen hört man ein knirschendes Geräusch, das Zinngeschrei. Sn ist an Luft und in Wasser unveränderlich, weshalb es zum Ueberziehen von leichtoxydirbaren Metallen, wie Eisen, Kupfer, benutzt wird. Bei höherer Temperatur verbrennt es mit weißer Flamme zu Oxyd. Es wird von H_2SO_4 zu $SnSO_4$, Zinnsulfat, von HCl zu $SnCl_2$, Zinnchlorür gelöst. Durch HNO_3 wird es zu Zinnoxid (SnO_2) oxydirt, welches in HNO_3 unlöslich ist und sich weiß und

pulverförmig abscheidet. Legierungen des Zinns mit Cu: Bronze und Kanonenmetall, mit Cu und Pb: Glockenspeise.

Zinnchlorür (SnCl_2): $\text{Sn} + 2\text{HCl} = \text{SnCl}_2 + \text{H}_2$. Krystallisiert aus der salzsauren Lösung mit $2\text{H}_2\text{O}$. Zieht begierig O an, daher vielfach als Reduktionsmittel angewandt. Sn löst sich in wenig H_2O klar, in vielem H_2O hingegen trüb, da es zersetzt wird.

Zinnchlorid (SnCl_4) entsteht durch Einwirkung von Cl auf SnCl_2 ; flüchtige, an der Luft rauchende Flüssigkeit. SnCl_4 vereinigt sich mit den Chloriden der Alkalien zu Doppelsalzen. Das Zinn-Ammoniumchlorid, $\text{SnCl}_4 + 2\text{NH}_4\text{Cl}$, fand als Pinksalz in der Kattundruckerei Anwendung. SnCl_4 zersetzt sich beim Kochen mit viel Wasser wie SnCl_2 :



Zinnoxidul (SnO). Durch Fällen einer SnCl_2 -Lösung durch Alkalien entsteht weißes $\text{Sn}(\text{OH})_2 =$ Zinnoxidulhydrat, das beim Erhitzen unter Luftabschluß in dunkelbraunes SnO übergeht. Die Salze des SnO heißen **Stannosalze**.

Zinnsäure-Anhydrid (SnO_2). Beim Fällen einer Lösung von SnCl_4 mit Ammoniak erhält man eine weiße, gelatinöse Masse, die getrocknet $\text{H}_2\text{SnO}_3 =$ **gewöhnliche Zinnsäure** ist. Sie ist in Säuren und Alkalien löslich, in letzteren unter Bildung von zinnsauren Salzen, **Stannaten**, wie Na_2SnO_3 . Mit Säuren gelöst bilden sich hingegen die Zinnoxidsalze oder **Stannisalze**, in denen Sn also Basis ist.

Durch Oxydation des Sn mittelst HNO_3 entsteht eine andere, aber nicht näher bekannte Modifikation der Zinnsäure, die **Metazinnsäure**, die in HNO_3 unlöslich ist.

Durch Glühen der Zinnsäure entsteht endlich **SnO_2 , Zinndioxyd**, weißes unschmelzbares, in Säuren unlösliches Pulver.

Zinnsulfür (SnS) entsteht durch direktes Zusammenschmelzen der Elemente oder durch Fällen von SnCl_2 -Lösung mittelst H_2S als dunkelbrauner Niederschlag.

Zinnsulfid (SnS_2) entsteht durch Fällen einer SnCl_4 -Lösung mittelst H_2S als gelber Niederschlag, der sich in Schwefelalkalien unter Bildung von **Sulfostannaten** (z. B. Na_2SnS_3) löst.

IV
Titan = Ti.

Kommt vor als TiO_2 im Rutil, Anatas und Brookit, ferner im Titaneisenerz (titansaures Eisenoxydul = FeTiO_3). Titansäure(-Anhydrid) = TiO_2 ; Titansesquioxyd = Ti_2O_3 .

IV IV
Zirkonium = Zr und Thorium = Th.

Die hauptsächlichsten Verbindungen sind die Zirkonsäure (ZrO_2), die mit SiO_2 in isomorpher Mischung den Zirkon (Hyazinth) bildet und die Thorsäure (ThO_2), im Thorit vorkommend.

V V
Tantal = Ta und Niob = Nb

bilden die Tantalsäure (Ta_2O_5) und die Niobsäure (Nb_2O_5).

V
Vanadin = V.

Kommt vor im Vanadinbleierz. Von seinen Oxyden sind bekannt Vanadinoxid (VO), Vanadinsesquioxyd (V_2O_3 , schwarz), Vandindioxyd (VO_2 , blau) und Vanadinsäureanhydrid (V_2O_5 , gelbrot). Die Vanadinsäure (HVO_3) bildet weisse, gelbe und rote Salze. Chloride: VCl_2 , VCl_3 , VCl_4 , VCl_5 .

VI
Chrom = Cr.

Das Chrom ist in seinen Verbindungen ein dem Eisen sehr ähnliches Element und wird daher dort besprochen.

VI
Molybdän = Mo.

Kommt vor im Molybdänglanz (MoS_2) und Gelbbleierz (PbMoO_4). Oxyde des Mo: MoO (schwarz), Mo_2O_3 (schwarz), MoO_2 (braunschwarz) und MoO_3 (gelblichweiss). Letzteres ist das Anhydrid der Molybdänsäure (H_2MoO_4), deren wichtigstes Salz das molybdänsäure Ammon ist, welches in salpetersaurer Lösung mit Phosphorsäure einen gelben Niederschlag von phosphormolybdänsaurem Ammon giebt (Bestimmung der Phosphorsäure).

Chloride: MoCl_2 , MoCl_3 , MoCl_4 , MoCl_5 .
Sulfide: MoS_2 und MoS_3 .

VI
Wolfram = W

findet sich im Scheelit oder Tungstein (CaWO_4) und im Wolframerz (FeWO_4 und MnWO_4).

Oxyde: Wolframdioxyd (WO_3) und Wolframsäure-Anhydrid (WO_3), bläugelbes Pulver, dessen Hydrat die Wolframsäure (H_2WO_4) ist.

Chloride: WCl_2 , WCl_4 , WCl_5 und WCl_6 .

Sulfide: WS_2 und WS_3 .

W wird als Zusatz zum Stahl benutzt, um eine größere Härte zu erzielen.

Uran = $\overset{\text{VI}}{\text{U}}$.

Im Uranpecherz ($\text{U}_3\text{O}_8 = \text{UO}_2 + 2\text{UO}_3$) vorkommend.

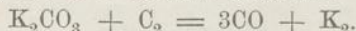
Oxyde: Dioxyd (UO_2) und Trioxyd (UO_3). Letzteres bildet mit Säuren gelbe Salze, z. B. $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$.

Chloride: UCl_3 , UCl_4 , UCl_5 .

Uransalze werden in der Glas- und Porzellanfabrikation zur Gelb- und Grünfärbung gebraucht.

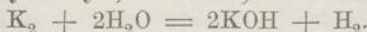
Kalium = $\overset{\text{I}}{\text{K}} = 39$.

In der Natur sehr verbreitet als Chlorkalium im Meerwasser und in der Nähe von Steinsalzlagern (Stassfurt); im Feldspath und anderen Silicaten (Kalisilicaten), durch deren Verwitterung es in die Ackerkrume gelangt, um von hier in Pflanzen und Thiere zu gelangen. Dargestellt durch Glühen von kohlen saurem Kali (K_2CO_3) mit C in eisernen Retorten:



Das überdestillirende K wird, um es vor Oxydation zu schützen, unter Steinöl aufgefangen. — Glänzend silberweißes, wachswaches Metall, bei 0° spröde, bei 62,5° schmelzbar. Ueberzieht sich an der Luft rasch mit einer weißen Oxydationsschicht. Zersetzt Wasser. Brennt mit violetter Flamme; sein Gas ist grün.

Kaliumhydroxyd, Aetzkali, KOH:



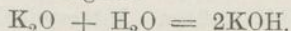
Ferner dargestellt durch Kochen von K_2CO_3 mit Calciumhydroxyd (gelöschem Kalk) $\text{Ca}(\text{OH})_2$:



CaCO_3 , der kohlen saure Kalk, bleibt am Boden, die überstehende, KOH enthaltende Flüssigkeit wird in Silberschalen zur Trockne verdampft, der Rückstand geschmolzen

und in Formen gegossen. Weißer, zerfiesslicher, leicht schmelzbarer Körper, löslich in Wasser und Alkohol. Die Lösung in Wasser ist stark ätzend, bläut Lakmuspapier (d. h. reagirt alkalisch) und führt den Namen **Kalilauge**.

Kaliumoxyd (K_2O), nur schwer zu erhalten, da es mit H_2O in KOH übergeht:

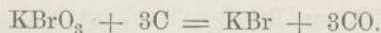


Chlorkalium (KCl), Hauptbestandteil der sogenannten Abraumsalze von Stassfurt. Aus dem Karnallit (Chlorkalium-Chlormagnesium) und der Mutterlauge des Meerwassers gewonnen. Farblose, leicht lösliche Würfel.

Bromkalium, Kalium bromatum, **KBr**, im Meerwasser. Dargestellt durch Lösen von Br in KOH :



Das hierbei gebildete bromsaure Kali ($KBrO_3$) geht durch Glühen mit C ebenfalls in KBr über:



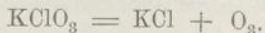
Weisse, würfelförmige, leicht lösliche Krystalle.

Jodkalium, Kalium jodatum, **KJ**, analog dargestellt. Weisse, würfelförmige, leicht lösliche Krystalle.

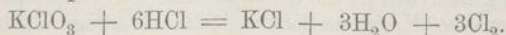
Fluorkalium (KF).

Cyankalium (KCN), vergl. Register.

Chlorsaures Kali, Kaliumchlorat, Kalium chloricum, **KClO₃**. Darstellung vergl. Chlorsäure S. 22. Krystallisiert in farblosen, glänzenden Blättchen von unangenehm kühlendem Geschmack; wirkt in größeren Mengen giftig; gibt beim Erhitzen O ab:



Bewirkt mit oxydablen Körpern, z. B. Schwefel zusammengebracht, Explosionen. Mit HCl entwickelt es Cl :



Salpetersaures Kali, Kaliumnitrat, Kalisalpeter, **KNO₃**. Das bei der Fäulnis stickstoffhaltiger, organischer Körper entstehende Ammoniak geht bei Gegenwart von Basen durch O-Aufnahme in salpetersaures Salz, Salpeter,

über. Hierauf beruht die Darstellung des Salpeters in den Salpeterplantagen. Jetzt meist dargestellt aus dem in Chile vorkommenden Natronsalpeter durch Umsetzung mit KCl. Krystallisirt in großen, leicht in heißem Wasser löslichen Prismen von kühlendem Geschmack. Beim Erhitzen schmilzt er unter O-Abgabe und geht in KNO_2 , salpetrigsaures Kali, Kaliumnitrit, über. Mit oxydablen Körpern erhitzt, gibt er seinen Sauerstoff plötzlich ab. (Schießpulver: KNO_3 , S und C.)

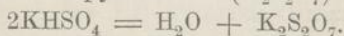
Kohlensaures Kali, Kaliumcarbonat, Kalium carbonicum, K_2CO_3 , im Handel als Pottasche vorkommend, dargestellt wie das kohlensaure Natron nach dem Leblanc'schen Verfahren (vergl. dort). Weißes, an der Luft zerfließliches, in Wasser leicht lösliches Salz. Leitet man in seine concentrirte Lösung CO_2 -Gas ein, so entsteht:

Doppeltkohlensaures Kali (KHCO_3), welches sich in Krystallen ausscheidet, die beim Erhitzen wieder in K_2CO_3 und CO_2 zerfallen.

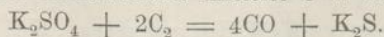
Kieselsaures Kali (K_2SiO_3), auch Kaliwasserglas genannt, ist eine amorphe, durchsichtige, in Wasser lösliche Masse. Die Lösung wird benutzt als Ueberzug für leicht brennbare oder verwitterungsfähige Gegenstände.

Schwefelsaures Kali, Kaliumsulfat, Kalium sulfuricum, K_2SO_4 , ziemlich schwer lösliches, weißes Salz.

Saures Kaliumsulfat (KHSO_4) entsteht als Nebenprodukt bei der Darstellung der HNO_3 (vergl. S. 33) und dient zum Aufschluß unlöslicher Metalloxyde. Geht beim Erhitzen in Kaliumpyrosulfat ($\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_7$) über:



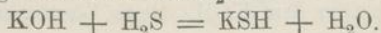
Kaliumsulfid, Schwefelkalium (K_2S), entsteht durch Reduktion des Kaliumsulfats mittelst C in der Glühhitze:



Seine Lösung in Wasser krystallisirt mit $5\text{H}_2\text{O}$. Durch Kochen mit Schwefel geht es in die Polysulfide K_2S_3 , K_2S_4 und K_2S_5 über, von welchen K_2S_5 das wichtigste ist. Durch

Zusammenschmelzen von K_2CO_3 mit S entsteht eine lederbraune Masse, die aus einem Gemisch der Polysulfide mit K_2SO_4 besteht und unter dem Namen Schwefelleber (*Hepar sulfuris*) in der Medizin Anwendung findet.

Kaliumsulfhydrat (KSH) entsteht durch Sättigung einer Lösung von KOH mit H_2S :



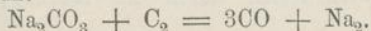
Die Kaliverbindungen werden daran erkannt, daß sie eine nicht leuchtende Flamme **violett** färben, mit Platinchlorid einen gelben und in conc. Lösung mit Weinsäure einen weißen Niederschlag geben.

Cäsium = Cs; Rubidium = Rb.

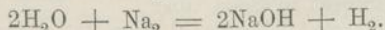
Entdeckt mit Hilfe der Spektralanalyse.

Natrium = $\overset{I}{Na} = 23.$

Findet sich in der Natur hauptsächlich im Steinsalz, Kochsalz und den Natriumsilikaten. Darstellung wie die des K:



Gleicht in seinen Eigenschaften dem K. Silberweißes, wachswichtiges Metall, schmilzt bei 95,6 °, geht bei Rotglut in Dampf über, brennt mit gelber Flamme, zersetzt H_2O :



Die Verbindungen des Natriums sind in ihren Eigenschaften denen des Kaliums sehr ähnlich und werden analog dargestellt.

Chlornatrium, Kochsalz, NaCl, findet sich fast überall in der Natur; in mächtigen Lagern in Galizien (Willizca), bei Stalsfurt, Inowrazlaw u. a. Orten; im Meerwasser (circa 3 ‰), in Soolquellen, woraus es durch Concentration in den Gradirwerken gewonnen wird. Kristallisiert in farblosen Würfeln, die sich zu treppenförmigen Pyramiden aneinander lagern; schmeckt salzig und ist in kaltem und heißem Wasser fast in demselben Verhältnis löslich. Beim Erhitzen dekrepitirt es, d. h. eingeschlossenes

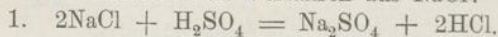
Wasser dehnt sich aus und sprengt die Krystalle auseinander. Schmilzt in der Glühhitze und verflüchtigt sich zum Teil hierbei.

Bromnatrium (NaBr) und Jodnatrium (NaJ), vergl. die entsprechenden Kalisalze.

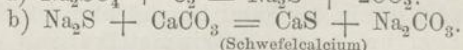
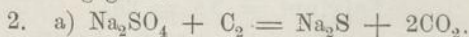
Natriumhydroxyd (NaOH) gleicht in Darstellung und Eigenschaften dem KOH. Seine Lösung in Wasser ist die **Natronlauge**.

Salpetersaures Natron (NaNO₃) findet sich in Chile in großen Lagern (Chilesalpeter). In seinen Eigenschaften dem KNO₃ gleich; ist jedoch stark hygroskopisch.

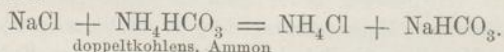
Kohlensaures Natron, Soda, Na₂CO₃, dargestellt nach dem Leblanc'schen Verfahren aus NaCl:



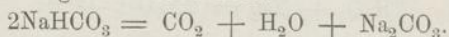
Das Natriumsulfat wird sodann mit Kohle und kohlen-saurem Kalk geglüht:



Na₂CO₃ wird ferner durch den Ammoniakprozess gewonnen:



Das entstandene doppeltkohlensaure Natron geht bei schwacher Rotglut in Soda über:



Die Soda krystallisirt mit 10H₂O, die geglühte wasser-freie Soda führt den Namen calcinirte Soda.

Durch Einleiten von CO₂ in concentrirte Sodalösung entsteht!

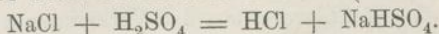
Doppeltkohlensaures Natron, Natrium bicarbonicum, NaHCO₃; findet sich fast in allen Mineralwassern, dient mit Weinsäure zur Bereitung der Brausepulver.

Schwefelsaures Natron, Glaubersalz, Na₂SO₄:



Das Glaubersalz krystallisirt mit 10H₂O, hat salzig-bitteren Geschmack; Abführmittel.

Saures schwefelsaures Natron (NaHSO_4):

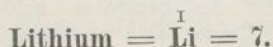


Unterschwefligsaures Natron, Natrium hypsulfit, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, vergl. S. 28. Krystallisiert mit $5\text{H}_2\text{O}$ und wird durch Säuren unter Schwefelabscheidung zersetzt.

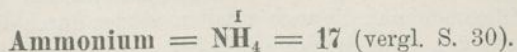
Phosphorsaures Natron (Na_2HPO_4) krystallisiert in großen wasserhellen Krystallen mit $12\text{H}_2\text{O}$; geht beim Glühen in pyrophosphorsaures Natron ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$) über.

Metaphosphorsaures Natron (HPO_3) findet in der Gestalt eines Doppelsalzes, des Ammonium-Natronphosphates, kurz Phosphorsalz genannt, Anwendung in der Löthrohranalyse, indem es mit Metalloxyden geschmolzen charakteristische Farben gibt, so mit Kupfer eine grüne, mit Kobalt eine blaue, mit Mangan eine violette Schmelze.

Borsaures Natron, **Borax**, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, krystallisiert mit $10\text{H}_2\text{O}$, gibt beim Erhitzen unter Aufblähen sein Wasser ab und schmilzt; die Schmelze gibt wie das Phosphorsalz mit Metalloxyden charakteristische Farben. Die Natriumverbindungen färben farblos brennende Flammen **gelb**.



Li nur in geringen Mengen, aber ziemlich verbreitet vorkommend, so in manchen Pflanzenaschen (Tabak, Runkelrübe). Das leichteste Metall (spec. Gew. = 0,6), dem Natrium sehr ähnlich. Das in der Medicin gebrauchte kohlen saure Lithion, Lithium carbonicum (Li_2CO_3), sowie das phosphorsaure Lithion unterscheiden sich von den analogen Salzen des K und Na, daß sie in Wasser sehr schwer löslich sind. Die Lithionverbindung färben die Flamme rot.



Der Atomkomplex (NH_4) verhält sich wie ein einwertiges Element und bildet Verbindungen, die in ihren Eigenschaften und Reaktionen denen des Kaliums und Natriums analog sind.

Chlorammonium, Salmiak, NH_4Cl . Früher aus Aegypten eingeführt, wo es aus den Verbrennungsprodukten des Kamelmistes gewonnen wurde. Jetzt viel aus dem Ammoniakwasser der Leuchtgasfabriken durch Sättigen mit HCl gewonnen. Weiße Masse von faserig kristallinischem Aussehen oder lockeres Pulver. Dient als Arzneimittel und zur Darstellung des Ammoniaks (vergl. S. 30).

Ammoniumhydroxyd (NH_4OH) kommt nicht isolirt vor, die Lösung des NH_3 in H_2O ist als solches zu betrachten (vergl. S. 30).

Salpetersaures Ammon, Ammoniumnitrat, NH_4NO_3 , entsteht durch Neutralisation von Ammoniaklösung mit HNO_3 in großen spießförmigen Krystallen. Dient zur Darstellung des Stickoxyduls (vergl. S. 31).

Kohlensaures Ammon, (NH_4) $_2\text{CO}_3$. Das käufliche kohlensaure Ammon (Hirschhornsalz) ist ein Gemenge von saurem kohlensaurem Ammon (NH_4) HCO_3 mit carbaminsaurem Ammon (vergl. Reg.) (NH_4)(NH_2) CO_2 und wird durch Sublimation von NH_4Cl oder (NH_4) $_2\text{SO}_4$ mit kohlensaurem Kalk (CaCO_3) gewonnen. Durch Aufnahme von NH_3 geht das Hirschhornsalz in neutrales kohlensaures Ammon (NH_4) $_2\text{CO}_3$ über. Beide Salze verlieren an der Luft NH_3 und gehen in saures kohlensaures Ammon (NH_4) HCO_3) über.

Schwefelsaures Ammon, (NH_4) $_2\text{SO}_4$, in farblosen Säulen kristallisirendes Salz.

Ammoniumhydrosulfür (NH_4SH) entsteht durch Einleiten von H_2S in Ammoniaklösung. Die farblose Lösung, die durch Luftzutritt nach und nach gelb wird, ist ein wichtiges Reagens zur Erkennung der Metalle. Die Gelbfärbung rührt von sich bildenden Polysulfiden her (gelbes Schwefelammonium), die auch erhalten werden durch direktes Eintragen von S in farbloses NH_4SH .

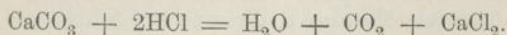
Die Ammoniumverbindungen sind in der Hitze flüchtig und entwickeln mit Alkalien gekocht Ammoniak.

II
Calcium = Ca = 40.

In der Natur sehr verbreitet als Kohlensäurer, Schwefelsäurer, Phosphorsäurer und Kieselsäurer Kalk. Dargestellt durch Erhitzen von Chlorcalcium mit Zink und Natrium und durch Elektrolyse des Chlorcalciums. Messinggelbes, dehnbares, mit intensivem Licht verbrennendes Metall.

Calciumoxyd (CaO) erhalten durch Glühen von Kohlensäurem Kalk in den Kalköfen (gebrannter Kalk). Weiße bis grauweiße Masse, die mit Wasser übergossen unter starker Wärmeentwicklung sich aufbläht und in ein weißes, lockeres Pulver, das **Calciumhydroxyd Ca(OH)₂** oder gelöschten Kalk zerfällt. Durch mehr Zusatz von H₂O entsteht eine dicke milchige Masse, Kalkmilch, deren wasserhelles Filtrat, das Kalkwasser, eine Lösung des Hydroxydes in 800 Teilen Wasser ist. Das Kalkwasser trübt sich beim Einleiten von CO₂ unter Bildung von Kohlensäurem Kalk. Der gelöschte Kalk bildet mit Wasser und Sand den Mörtel; an der Luft nimmt Ca(OH)₂ begierig CO₂ auf, worauf das Festwerden des Mörtels beruht.

Chlorcalcium (CaCl₂) durch Lösen von Kohlensäurem Kalk in HCl erhalten:



Krystallisiert aus der wässrigen Lösung mit 6H₂O; weiße Masse, die an der Luft begierig Wasser anzieht und zerfließt. Mit Eis oder Schnee vermischt gibt das Chlorcalcium eine starke Kältemischung (— 48°).

Fluorcalcium (CaF₂) als Flussspath regulär krystallisiert, befördert als Zuschlag bei Schmelzprozessen den Fluß. Dient zur Darstellung der Flußsäure (vergl. S. 24).

Chlorkalk entsteht beim Ueberleiten von Cl über Ca(OH)₂ und ist wahrscheinlich ein Gemisch von unterchlorigsaurem Kalk Ca(ClO)₂ und CaCl₂ (vergl. S. 21). Riecht schwach nach Cl und entwickelt mit Säuren Cl. Desinfektionsmittel.

Salpetersaurer Kalk, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, Mauersalpeter, findet sich als Auswitterung an den feuchten Mauern von Viehställen, Aborten u. s. w.

Schwefelsaurer Kalk (CaSO_4) kommt in der Natur vor wasserfrei als Anhydrit, mit $2\text{H}_2\text{O}$ als Gips. Der Gips verliert durch Brennen sein Wasser; mit Wasser angerührt nimmt er dasselbe wieder auf und erhärtet, worauf seine ausgedehnte Verwendung beruht. CaSO_4 ist in 400 Teilen H_2O löslich und findet sich in fast allen natürlichen Wässern.

Phosphorsaurer Kalk, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, findet sich in der Natur als Apatit; als Phosphorit in großen Massen in Spanien; der Hauptbestandteil der Knochenasche ist phosphorsaurer Kalk. Durch Zersetzung des natürlichen phosphorsauren Kalks mit H_2SO_4 entstehen die als Düngemittel gebrauchten Superphosphate.

Kieselsaurer Kalk, CaSiO_3 , bildet mit kieselsaurem Alkali das **Glas**. Natronglas ist leicht schmelzbar, Kaliglas (Crown Glas) schwer. Durch Metalloxyde wird das Glas gefärbt, so durch Eisen grün, Mangan violett, Kobalt blau, Uran gelbgrün.

Kohlensaurer Kalk (CaCO_3) in der Natur krystallinischkörnig als Marmor, dimorph krystallisiert als Kalkspath und Aragonit, amorph als Kalkstein und Kreide, bildet den Hauptbestandteil der Korallen, Muscheln, Eierschalen. Künstlich durch Fällen einer Lösung von CaCl_2 mit Na_2CO_3 erhalten. Unlöslich in reinem Wasser, löslich in kohlensäurehaltigem Wasser.

Schwefelcalcium (CaS) entsteht durch Glühen von CaSO_4 mit C. Gelbliche oder graue Masse.

$\overset{\text{II}}{\text{Strontium}} = \text{Sr} = 88.$

In der Natur als **kohlensaurer Strontian**, Strontianit und **schwefelsaurer Strontian**, Cölestin. Sr dargestellt durch Elektrolyse des Chlorstrontiums. Gelbliches, dem Ca

in seinen Eigenschaften und Verbindungen sehr ähnliches Metall.

Strontiumoxyd, Strontian, (SrO) entsteht durch Glühen des salpetersauren Strontians, $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ als weißes Pulver. Mit Wasser geht es in **Strontiumhydroxyd (Sr(OH)₂)** über, welches mit $8\text{H}_2\text{O}$ krystallisirt und in der Zuckerindustrie zur Entzuckerung der Melasse Anwendung findet (vergl. Zucker).

Chlorstrontium (SrCl₂) krystallisirt mit $6\text{H}_2\text{O}$. — Schwefelstrontium, SrS. Die löslichen Strontiansalze färben die Flamme intensiv **rot**.

II
Baryum = Ba = 137.

In der Natur als **kohlensaurer Baryt, Witherit** und **schwefelsaurer Baryt, Schwerspath**. Dargestellt wie das Sr. In seinen Eigenschaften und Verbindungen dem Sr und Ca sehr ähnlich.

Baryumoxyd, Baryt, BaO, erhalten wie SrO. Geht durch Wasser über in **Baryumhydroxyd, Ba(OH)₂**, welches mit $8\text{H}_2\text{O}$ krystallisirt und stark alkalisch reagirt. Geglüht verliert es sein Krystallwasser, aber nicht sein Hydratwasser. Seine Lösung in Wasser, das Barytwasser, dient zum Nachweis von CO_2 .

Barymsuperoxyd (BaO₂) entsteht durch gelindes Erhitzen von BaO in Sauerstoff und dient zur Darstellung von Wasserstoffsuperoxyd (vergl. S. 19).

Chlorbaryum (BaCl₂) krystallisirt mit $2\text{H}_2\text{O}$ und dient zum Nachweis von Schwefelsäure, mit der es unlösliches Baryumsulfat (BaSO_4) bildet.

Die löslichen Baryumsalze färben die Flamme gelbgrün.

Schwefelbaryum (BaS) erhalten durch Glühen des schwefelsauren Baryts mit C, ist fest und wird durch H_2O auf zweierlei Weise zersetzt:

1. $2\text{BaS} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Ba}(\text{SH})_2$
Baryumsulfhydrat
2. $\text{BaS} + \text{H}_2\text{O} = \text{BaSOH}_2$
Baryumhydroxysulfür.

Aehnlich verhalten sich CaS und SrS.

Die Metalle Ca, Sr, Ba bilden Hydroxyde von der Formel R(OH)_2 , welche in Wasser mehr oder minder löslich sind und alkalisch reagiren. Zum Unterschied von den Alkalien bilden ihre löslichen Salze mit kohlensaurem Natron Niederschläge (RCO_3). Außerdem bilden sie mit Phosphorsäure, Arsensäure und Oxalsäure in Wasser unlösliche, dagegen in HCl lösliche Salze. SrSO_4 und BaSO_4 sind auch in Säuren unlöslich. Kalk, Strontian und Baryt bilden die Gruppe der **alkalischen Erden**.

Magnesium = $\text{Mg} = 24$.

In der Natur als kohlensaure Magnesia, Magnesit, als eine isomorphe Mischung von kohlensaurer Magnesia mit kohlensaurem Kalk, **Dolomit**, als Silicat, Speckstein, als Chlormagnesium im Meerwasser und Steinsalzlager. Dargestellt durch Glühen von Chlormagnesium mit Na oder durch Elektrolyse des Chlormagnesiums. Silberweißes, glänzendes, dehnbares Metall, verbrennt an der Luft mit glänzend weißem Licht zu Magnesia (Magnesiumlicht). Leicht löslich in Säuren.

Magnesiumoxyd, Magnesia, MgO . Weißes, lockeres, unschmelzbares, in Säuren lösliches Pulver, durch Glühen des kohlensauren Magnesia erhalten (Magnesia usta).

Magnesiumhydroxyd, Mg(OH)_2 , wird aus Magnesiumsalzlösungen durch Alkali gefällt; unlöslich in Wasser, dagegen löslich bei Gegenwart von Ammonsalzen.

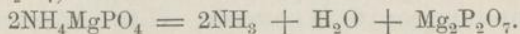
Chlormagnesium (MgCl_2) im Meerwasser und in vielen Salzsoolen. Bildet manche Doppelsalze, so MgCl_2 , KCl, $6\text{H}_2\text{O}$, den Carnallit.

Kohlensaure Magnesia, MgCO_3 (vergl. oben). Fällt man Magnesiumlösungen mit kohlensaurem Kali oder Natron, so entsteht ein nach dem Trocknen weißes, sehr leichtes und lockeres Pulver, welches neben Magnesiumcarbonat noch Magnesiumhydroxyd enthält (Magnesia alba).

Schwefelsaure Magnesia, Bittersalz, MgSO_4 , findet sich in den Bitterwässern (bitterer Geschmack) und kry-

stallisiert mit $7\text{H}_2\text{O}$ isomorph mit Zink- und Nickelsulfat. Die Doppelsalze von Magnesiumsulfat krystallisiren hingegen mit $6\text{H}_2\text{O}$.

Phosphorsaure Magnesia, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$, in Pflanzen- und Knochenasche; ferner im Harn, bei dessen Fäulnis durch Ammoniakbildung schwerlösliche phosphorsaure Ammoniak-Magnesia (NH_4MgPO_4) entsteht. Dasselbe weisse, krystallinische Salz entsteht durch Fällung einer Magnesia-lösung mit phosphorsaurem Ammon oder phosphorsaurem Natron bei Gegenwart von NH_4Cl (Erkennung des Mg). Beim Glühen geht es in pyrophosphorsaure Magnesia ($\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$) über:



Beryllium = Be = 9.

Findet sich im Beryll (Smaragd) u. a. Dargestellt wie das Aluminium (vergl. dort). Dunkelgraues Pulver, leichter schmelzbar als Silber. Berylliumoxyd (BeO); Berylliumhydroxyd, $\text{Be}(\text{OH})_2$, durch Alkali aus den Salzen gefällt, geht beim Glühen in BeO über. Chlorberyllium (BeCl_2) schmelzbar und flüchtig. Die löslichen Berylliumsalze schmecken süßlich zusammenziehend.

Cermetalle.

Cer = Ce = 138, bildet mit O das Ceresesquioxyd (Ce_2O_3) und das Cerdioxyd (CeO_2). Ersteres bildet rötliche, letzteres orangefarbene Salze, welche mit HCl Chlor entwickeln.

Lanthan = La = 139, dem Cer sehr ähnlich, bildet Lanthanesquioxyd (La_2O_3). Weisse Salze. Didym = Di = 144, bildet weisses Didymesquioxyd (Di_2O_3), welches rötliche bis violette Salze bildet. Die Sulfate von Ce, La und Di geben mit K_2SO_4 Niederschläge.

Yttriummetalle.

Yttrium, Erbium, Terbium u. a. in Nordamerika, Skandinavien und am Ural vorkommenden Mineralien, z. B. im Gadolinit.

III Aluminium = Al = 27.

Als Thonerde, Al_2O_3 (Smirgel, Rubin, Saphir, Korund) als Thonerdesilicat (Thon), und in vielen

anderen Verbindungen vorkommend, z. B. in den Doppelsilikaten (Feldspath), die bei ihrer Verwitterung in Kaolin und Thon übergehen, welche zur Porzellan- und Thonwarenfabrikation dienen. Dargestellt durch Schmelzen von Chloraluminium mit Na unter einer Decke von NaCl oder durch Elektrolyse. Silberweißes, stark glänzendes, dehnbare und leichtes Metall. Oxydirt sich sehr langsam an der Luft, schmilzt in der Glühhitze, verbrennt in dünnen Blättchen mit intensivem Licht und löst sich leicht in Salzsäure und in Kalilauge. Al tritt in seinen Verbindungen immer als sechswerthiges Doppelatom = Al_2 auf.

Aluminiumoxyd, Thonerde, Al_2O_3 . (Vorkommen vergl. oben.) Der Smirgel wird wegen seiner großen Härte als Schleif- und Polirmittel gebraucht. Fällt man eine Aluminiumlösung mit Ammoniak oder kohlensaurem Natron, so entsteht ein weißer, oft schleimiger Niederschlag von

Aluminiumhydroxyd, $Al_2(OH)_6$. Derselbe ist in Säuren und Aetzkali löslich und geht beim Glühen in Al_2O_3 über, welches nur im Knallgasgebläse schmilzt.

Das $Al_2(OH)_6$ verhält sich Alkalien gegenüber wie eine Säure; es löst sich darin unter Bildung von Aluminaten ($Al_2(OK)_6$ = Kaliumaluminat).

Chloraluminium (Al_2Cl_6), erhalten durch Glühen eines Gemenges von Al_2O_3 und C im Cl-Strom. Weißes, in Blättchen sublimirende, an der Luft zerfließliche Masse.

Fluoraluminium (Al_2F_6), im Kryolith und Topas vorkommend.

Schwefelsaure Thonerde, $Al_2(SO_4)_3$, entsteht durch Erhitzen von Thon mit Schwefelsäure und krystallisirt mit $18H_2O$. Leicht löslich, die Lösung schmeckt widerlich süß. Bildet mit schwefelsaurem Kali ein Doppelsalz mit $24H_2O$, den

Alaun, $Al_2(SO_4)_3, K_2SO_4, 24H_2O$, der in großen Octaëdern krystallisirt. Schmilzt in seinem Krystallwasser unter Bildung einer weißen, porösen Masse, gebrannter Alaun (Alumen ustum).

Im Alaun kann das Kalium ersetzt werden durch Natrium und Ammonium, ebenso das Aluminium durch Fe_2 , Cr_2 und Mn_2 (Eisen-, Chrom- und Manganalaune). Alle Alaune krystallisiren regulär mit $24\text{H}_2\text{O}$.

Kieselsaure Thonerde (Al_2SiO_5) als Cyanit und Andalusit, dann als Hauptbestandteil von Feldspath, Glimmer, Turmalin, Granat u. a. vorkommend. Durch Verwitterung des Feldspaths bildet sich der Thon, der in reinster Form als Kaolin vorkommt.

Ultramarin, Thonerde-Natronsilikat = $\text{Na}_3\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8$, das noch Na, S und O enthält, entsteht durch Glühen von Kaolin mit schwefelsaurem Natron und Kohle und bildet eine prachtvolle blaue Farbe. Früher aus dem Lasurstein (lapis lazuli) erhalten.

Indium = In. Indiumoxyd (In_2O_3).
Gallium = Ga. Galliumoxyd (Ga_2O_3).

II. IV. VI.

Eisen = Fe = 56.

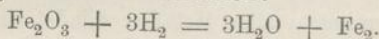
Das verbreitetste aller Metalle. Findet sich gediegen in den **Meteoriten**; mit Sauerstoff verbunden als **Eisenglanz oder Roteisenstein** (Fe_2O_3), **Brauneisenstein**, $\text{Fe}_2(\text{OH})_6 + \text{Fe}_2\text{O}_3$, **Magneteisenstein** (Fe_3O_4), **Spath-eisenstein** (FeCO_3); mit Schwefel verbunden als **Eisenkies** (Schwefelkies = FeS_2) u. s. w. Das metallische Eisen wird aus seinen Sauerstoffverbindungen in den Hochöfen gewonnen. Die Erze werden mit Quarz und Kalk gemischt, dann abwechselnd mit Lagen von Kohle in Schachtöfen (Hochöfen) aufeinander geschichtet und geschmolzen. Das entstehende glühende Kohlenoxyd verursacht die Reduktion des Eisens zu **Roheisen**, während sich Kalk und Quarz zu einer flüssigen **Hochofenschlacke** verbinden, die auf dem geschmolzenen Eisen schwimmt und den Luftzutritt (Oxydation) verhindert. Das Roheisen enthält bis $5 \frac{0}{100}$ C, geringe Mengen von Si und P. Außerdem enthält das Roheisen meist weniger oder mehr Mangan (Ferromangan).

Das Roheisen wird durch Umschmelzen mit Holzkohle und mit Hilfe eines Luftgebläses in **Schmiedeeisen** mit 0,2 bis 0,6 % C übergeführt. (Frisch- und Puddlingsproceß). Während das Roheisen spröde und grobkörnig ist, ist das Schmiedeeisen schweißbar und hat einen zackigen, sehnigen Bruch.

Der **Stahl** liegt mit seinem C-Gehalt zwischen Roheisen und Schmiedeeisen (0,4—2 % C). Er wird aus Roheisen gewonnen, dem man einen Teil seines C entzieht, indem man Luft durch flüssiges Roheisen strömen läßt, — oder aus Schmiedeeisen, dem man wieder C zuführt, indem man es mit Kohlenpulver glüht. Das erstere geschieht in birnförmigen Retorten, deren Wände mit einer Masse aus Kalk und Magnesia gefüttert sind; hierdurch wird der P, der das Fe spröde macht, in Säureform absorbiert. Die entstehende Masse, die **Thomasschlacke**, ist ein Kalkphosphat und wird als Düngemittel benutzt.

Der Stahl ist feinkörnig, läßt sich schmieden und durch Glühen und schnelles Abkühlen härten.

Chemisch reines Eisen wird erhalten durch Reduktion von Eisenoxyd mittelst Wasserstoff:



Es bildet ein graues Pulver, das an feuchter Luft Sauerstoff, Wasser und Kohlensäure aufnimmt (es rostet). Verbrennt in der Weißglühhitze zu Eisenoxydoxydul (Fe_3O_4) (Hammerschlag) und zersetzt glühend das Wasser. Löslich in Salzsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure. Das Eisen bildet 2 Reihen von Verbindungen: Oxydul- und Oxydverbindungen.

Eisenoxydul (FeO), entsteht beim Glühen von Eisenoxyd (Fe_2O_3) in einem Gemenge von CO und CO_2 . Schwarzes Pulver. Aus Eisenoxydulsalzen fällen Alkalien weißes Eisenhydroxydul, $\text{Fe}(\text{OH})_2$, welches schnell O anzieht und in braunes Eisenoxydhydrat, $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$, übergeht.

Eisenoxyd (Fe_2O_3), krystallisiert schwarz, amorph rotbraun, in Säuren schwer löslich. Aus Auflösungen von Eisenoxydsalzen fällen Alkalien rotbraunes Eisenoxydhydrat, $\text{Fe}_2(\text{OH})_6$, welches beim Glühen in Fe_2O_3 über-

geht (Quantitative Bestimmung des Fe). Fe_2O_3 wird im Großen durch Eindampfen der Mutterlaugen von Eisenvitriol und Glühen des Rückstandes dargestellt (Englischrot oder Caput mortuum).

Eisenoxydoxydul, $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} = \text{Fe}_3\text{O}_4$. In der Natur als Magneteisenstein von schwarzer Farbe.

Glüht man Eisenfeile mit HNO_3 (Salpeter), so erhält man beim Auslaugen mit H_2O eine rote Lösung von eisensaurem Kali (K_2FeO_4). Das Eisensäure-Anhydrid (FeO_3) ist frei nicht bekannt.

Eisenchlorür, Ferrochlorid, FeCl_2 , entsteht durch Lösen von Fe in HCl mit $4\text{H}_2\text{O}$ krystallisirt; grün.

Eisenchlorid, Ferrichlorid, Fe_2Cl_6 , entsteht beim Erhitzen von Fe im Cl-Strom als flüchtige, braune, metallglänzende Blättchen, oder durch Lösen von Fe in Königswasser. Eine Lösung von Fe_2Cl_6 in H_2O krystallisirt mit $12\text{H}_2\text{O}$.

Schwefelsaures Eisenoxydul, Ferrosulfat, FeSO_4 , entsteht durch Lösen von Fe in verdünnter H_2SO_4 . Krystallisirt blaugrün mit $7\text{H}_2\text{O}$ (**Eisenvitriol**). Leicht löslich, verliert in der Hitze das Krystallwasser und wird weiß. Oxydirt sich an der Luft und geht in braungelbes, basisches Oxydsulfat über. Bildet mit Ammoniumsulfat ein Doppelsalz (**Mohr'sches Salz**), welches mit $6\text{H}_2\text{O}$ krystallisirt. **Schwefelsaures Eisenoxyd**, Ferrisulfat, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, ist weiß und krystallisirt mit $9\text{H}_2\text{O}$.

Kohlensaures Eisenoxydul (FeCO_3) und phosphorsaures Eisenoxydul, $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$, $8\text{H}_2\text{O}$ sind häufig angewandte Arzneimittel.

Ferrocyankalium und Ferricyankalium, vergl. Register.

Schwefeleisen, Ferrosulfid, Eisensulfuret, FeS , entsteht durch Erhitzen von Eisenfeile mit S. FeS löst sich zum Unterschied von den anderen Schwefelungsstufen des Fe vollständig in HCl unter Entwicklung von H_2S auf. (Darstellung des H_2S .)

Weitere Schwefelungsstufen sind Fe_2S_3 , Eisensesquisulfuret, Ferrisulfid; FeS_2 , Doppelschwefeleisen, Eisen-

bisulfuret, dimorph vorkommend als **Schwefelkies** und **Markasit**; Fe_3S_9 , Magnetkies.

II. IV. VI.

Kobalt = Co = 60 (59).

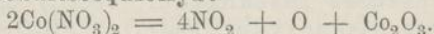
Findet sich im **Speiskobalt** (CoAs_2) und **Glanzkobalt** (CoAsS). Die Kobalterze enthalten stets Nickel, umgekehrt enthalten die Nickelerze stets Co. Co wird dargestellt durch Reduktion seiner Sauerstoffverbindungen (mittelst H oder C). Graues, hartes aber dehnbares Metall, das erst in sehr starker Hitze schmilzt. Löst sich nur in Salpetersäure mit Leichtigkeit zu salpetersaurem Kobalt, $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ (rote, zerfließliche Krystalle). Man kennt wie beim Fe Oxydul- und Oxydverbindungen des Co; die letzteren sind nicht oder nur wenig beständig.

Kobaltoxydul (CoO), ein graugrünes Pulver, entsteht durch Glühen des Kobalhydroxyduls $\text{Co}(\text{OH})_2$ unter Luftabschluss, welches letztere als rötlicher Niederschlag aus Kobaltlösungen durch Alkalien gefällt wird.

Dieser Niederschlag nimmt an der Luft O auf und geht in dunkelbraunes Kobaltsequioxydhydrat, $\text{Co}_2(\text{OH})_6$, über. Wird das Kobalhydroxydul bei Luftzutritt geglüht, so entsteht schwarzes Kobaltoxydoxydul (Co_3O_4).

Das **Kobaltsequioxydhydrat**, $\text{Co}_2(\text{OH})_6$, entsteht als schwarzer Niederschlag beim Fällen von Kobaltlösungen mittelst Alkali bei Gegenwart von Cl oder Br. Durch gelindes Erhitzen des salpetersauren Kobalts entsteht

das **Kobaltsequioxyd**:



Die Sesquioxydverbindungen des Co entwickeln mit HCl Cl und gehen in **Kobaltchlorür** (CoCl_2) über. Dies wird dargestellt durch Verbrennen von Co im Chlorstrom. Rote Krystalle mit $6\text{H}_2\text{O}$. Durch Erhitzen verlieren dieselben das Wasser und werden blau. Die Kobaltoxydulverbindungen sind überhaupt in wasserhaltigem Zustande **rot**, in wasserfreiem hingegen **blau**.

Schwefelsaures Kobalt, Kobaltsulfat, CoSO_4 , krystallisirt rot mit $7\text{H}_2\text{O}$, isomorph dem Eisen- und Nickelsulfat. ($\text{FeSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{NiSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$.) Die Kobalt-

salze sind in einem Ueberschuß von Ammoniak mit rotbrauner Farbe löslich. — Sie werden vielfach angewandt in der Glasindustrie, um Glasflüsse blau zu färben.

Schwefelkobalt (CoS) durch Fällen der neutralen oder alkalischen Kobaltsalze mit Schwefelalkali als schwarzer Niederschlag erhalten. In verdünnten Säuren unlöslich. Die Kobaltsalze geben zum Unterschied von den Nickelsalzen mit salpetrigsaurem Kali in essigsaurer Lösung einen **gelben** Niederschlag von **salpetrigsaurem Kobaltsesquioxid-Kali**, $\text{Co}_2(\text{NO}_2)_6 \cdot 6\text{KNO}_2$ (Trennung des Co von Ni).

Der Eisensäure analog ist die Kobaltsäure (CoO_3).

II. IV.

Nickel = Ni = 59 (58).

Findet sich hauptsächlich im **Nickelglanz** (NiAsS) und im **Kupfernickel** (NiAs).

Von Vorkommen, Darstellung und Eigenschaften gilt dasselbe wie beim Co.

Leicht löslich in Salpetersäure mit **grüner** Farbe. Da das Nickel ein äußerst widerstandsfähiges Metall ist, wird es angewandt zum Vernickeln, zur Herstellung von **Münzen** (1 Teil Ni auf 3 Teile Cu) und Instrumenten.

Neusilber ist eine Legirung von Ni, Cu und Zn. Vom Nickel sind ebenfalls Oxydulverbindungen und Oxyde bekannt. Die Salze der Letzteren sind wie die des Co_2O_3 unbeständig.

Nickeloxydul (NiO), grüngraues Pulver, entsteht durch Erhitzen des Nickelhydroxyduls, $\text{Ni}(\text{OH})_2$ (unter Luftabschlufs), welches durch Alkalien aus Nickelsalzlösungen als hellgrüner Niederschlag ausfällt. Bei Gegenwart von Cl oder Br fällt durch Alkalien schwarzes **Nickelsesquioxidhydrat**, $\text{Ni}_2(\text{OH})_6$, welches beim Erhitzen in H_2O , O und NiO zerfällt. **Nickelsesquioxid** (Ni_2O_3) wird durch gelindes Glühen des kohlen sauren Nickels in Luft oder Sauerstoff erhalten. Beide lösen sich in HCl unter Cl-Entwicklung.

Nickelchlorür (NiCl_2). Grüne Krystalle mit $6\text{H}_2\text{O}$.

Schwefelsaures Nickeloxydul, Nickelsulfat (NiSO_4) krystallisirt grün mit $7\text{H}_2\text{O}$ (vergl. Co und Fe). Die Nickelsalze sind in einem Ueberschufs von Ammoniak mit **blauer** Farbe (ähnlich wie Kupfer) löslich.

Schwefelnickel (NiS), schwarzer Niederschlag, vergleiche Co.

II. IV. VI.

Mangan = Mn = 55.

Kommt fast nur in oxydirter Form vor als Braunit (Mn_2O_3), Hausmannit (Mn_3O_4), **Braunstein (Pyrolusit)**, MnO_2 , Manganspath (MnCO_3). Aus seinen Oxydverbindungen durch Reduktion mittelst Kohle in starker Glühhitze erhalten. Sehr hartes und sprödes, graues Metall.

Manganoxydul (MnO) entsteht aus den höheren Manganoxiden durch Glühen im H-Strom. Grünliches Pulver. Durch Fällen der Manganoxydulsalze mittelst Alkalien entsteht Manganhydroxydul, $\text{Mn}(\text{OH})_2$, ein weißer Niederschlag, der durch den Luftsauerstoff höher oxydirt wird; er wird hierbei braun. Manganoxydul bildet mit Säuren die **Manganosalze**, die eine blafsrote Farbe besitzen (MnCl_2 ; $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). MnCO_3 fällt aus den Oxydulsalzen durch kohlen saure Alkalien weiß, wird jedoch durch Oxydation allmählig braun.

Manganoxyd (Mn_2O_3), schwarzes Pulver, durch vorsichtiges Erhitzen des Hydroxydes erhalten. Bildet mit Säuren Manganisalze, die jedoch sehr unbeständig sind, sie zerfallen z. B. in der Wärme, indem sie in Manganosalze übergehen:

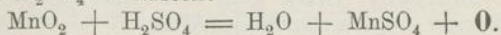


Manganoxydoxydul (Mn_3O_4) entsteht durch Glühen aller Mangansauerstoffverbindungen und vieler Manganosalze bei Luftzutritt.

- 1) $3\text{MnO} + \text{O} = \text{Mn}_3\text{O}_4$;
- 2) $3\text{Mn}_2\text{O}_3 = 2\text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{O}$;
- 3) $3\text{MnO}_2 = \text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{O}_2$;
- 4) $3\text{MnCO}_3 + \text{O} = \text{Mn}_3\text{O}_4 + 3\text{CO}_2$ etc.

Mangandioxyd (MnO_2), Mangansuperoxyd, ist natürlich vorkommend das wichtigste Manganerz, der Braunstein. Krystallisiert grau oder schwarz; meist in glänzenden strahligen Massen. Entwickelt mit HCl Chlor:

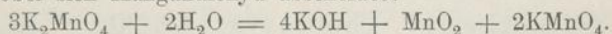
$\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} = 2\text{H}_2\text{O} + \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2$ (vergl. S. 20),
— mit H_2SO_4 Sauerstoff:



Das Hydrat des Mangandioxyds zeigt bereits schwach saure Eigenschaften, indem es sich mit CaO und BaO zu Manganonit verbindet, z. B.: CaMnO_3 .

Mangansäuren.

Schmilzt man Manganoxyde mit kohlen-saurem Kali und Salpeter, so entsteht eine schwarzgrüne Schmelze, die sich in Wasser intensiv grün löst. Die Lösung liefert dunkelgrüne Krystalle von Kaliummanganat oder **mangansaurem Kali** (K_2MnO_4) (isomorph K_2SO_4). Die Lösung von K_2MnO_4 zersetzt sich schon beim Stehen oder durch Zusatz von HNO_3 und verwandelt sich in eine intensiv rotviolette Lösung von **Kaliumpermanganat** (KMnO_4), wobei sich Mangandioxyd abscheidet:



Das Kaliumpermanganat oder übermangansaure Kali wird direkt dargestellt durch schwaches Glühen von MnO_2 mit KOH und KClO_3 . Fast schwarze, violettschimmernde Krystalle; starkes Antisepticum.

Mangansulfür, Schwefelmangan (MnS) wird aus neutralen Manganlösungen durch Schwefelammon als fleischfarbiger oder grüner Niederschlag gefällt.

Die Manganverbindungen geben mit Soda und Salpeter eine grüne Schmelze, wodurch sie erkannt und nachgewiesen werden.

II. IV. VI.

Chrom = Cr = 52.

Findet sich im **Chrom-eisenstein**, einer Verbindung von FeO , MgO , Cr_2O_3 , Al_2O_3 und Fe_2O_3 . Cr wird dargestellt durch Erhitzen von Chromchlorid mit Na oder Zn. Graues, krystallinisches, schwer schmelzbares Pulver; ver-

brennt beim Erhitzen zu Chromoxyd, löst sich in Schwefel- und Salzsäure. Die Verbindungen des Cr zeigen prachtvolle, charakteristische Farben; daher sein Name. Das Chrom bildet drei Reihen von Verbindungen: Oxydulverbindungen, Oxydverbindungen und Säuren.

Chromoxydul (CrO), geht wie seine Salze schnell in Oxyd, resp. Oxydverbindungen über.

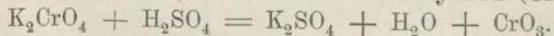
Chromoxyd (Cr₂O₃), grünes, in Säuren und Alkalien unlösliches Pulver; entsteht durch Glühen des Chromhydroxydes, Cr₂(OH)₆, welches durch Alkalien aus Chromoxydsalzen graugrün ausfällt. Cr₂O₃ vermag in Rhomboëdern zu krystallisiren und ist dann isomorph der Thonerde und dem Eisenoxyd.

Cr₂(OH)₆ löst sich in HCl mit grüner Farbe zu **Chromchlorid (Cr₂Cl₆)**. Dies entsteht ferner (analog Al₂Cl₆) aus Cr₂O₃ durch Glühen mit C im Cl-Strom. Rote, blättrige Krystallmasse, die in Wasser unter Zusatz von Chromchlorür (CrCl₃), mit grüner Farbe sich löst. Durch Lösung von Cr₂(OH)₆ in den betreffenden Säuren entstehen Cr₂(NO₃)₆, Cr₂(PO₄)₂, Cr₂(SO₄)₃, deren Lösungen theils violett, theils grün sind.

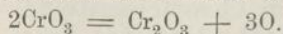
Schwefelsaures Chromoxyd, Cr₂(SO₄)₃, blaue Krystalle mit 18H₂O; bildet mit K₂SO₄ den **Chromalaun**, Cr₂(SO₄)₃, K₂SO₄, 24H₂O (vergl. S. 63). Dunkelviolette Octaëder.

Wird Chromoxyd oder eines seiner Salze mit Salpeter geschmolzen, so entstehet chromsaures Salz, das sich in Wasser **gelb** löst (Nachweis des Cr).

Wird chromsaures Kali (K₂CrO₄) durch conc. H₂SO₄ zersetzt, so entsteht das **Chromsäureanhydrid (CrO₃)**:



CrO₃ wird kurz Chromsäure genannt, da H₂CrO₄ nicht frei bekannt ist. Rotbraune, an der Luft zerfließliche Krystallnadeln. CrO₃ zerfällt in der Hitze in Cr₂O₃ und O:

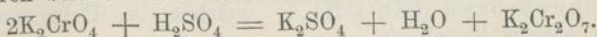


CrO₃ ist ein starkes Oxydationsmittel; oxydirt z. B.: C zu CO₂.

Chromsaures Kali, Kaliumchromat, **K₂CrO₄**,

bildet gelbe Krystalle; wird im Großen durch Schmelzen von Chromeisenstein mit kohlen-saurem Kali und Kalk und Auslaugen der Schmelze mit Wasser dargestellt. Isomorph dem schwefelsauren Kali.

Doppeltchromsaures Kali, Kaliumbichromat, $K_2Cr_2O_7$, bildet rote Krystalle und entsteht aus K_2CrO_4 durch behandeln mit einer Säure:



Chlorchromsäure, Chromylechlorid, CrO_2Cl_2 , dunkelrote Flüssigkeit, entsteht durch Destillation von chromsaurem Kali mit NaCl und rauchender H_2SO_4 .

Fe, Mn, Ni, Co und Cr stimmen insofern mit dem Aluminium überein, als sie sämtlich Verbindungen mit einem 6werthigen Doppelatom bilden, z. B.: $\overset{VI}{R}_2O_3$.

Thallium = Tl.

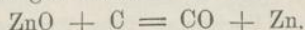
In manchen Schwefelkiesen, sowie in Salzsöolen, wie z. B. Nauheim. Weißes, sehr weiches, beim Glühen flüchtiges Metall; färbt blaue Flammen grün.

Thalliumoxyd (Tl_2O), braun. Seine Salze, wie schwefelsaures Thalliumoxyd (Tl_2SO_4) oder salpetersaures Thalliumoxyd ($TlNO_3$) sind denen des Kaliums isomorph. Thalliumchlorid (TCl), schwer löslich, bildet mit Platinchlorid Doppelsalze. Außerdem sind zu erwähnen das Thalliumtrichlorid ($TlCl_3$) und das Thalliumsesquioxyd (Tl_2O_3).

Zink = $\overset{II}{Zn}$ = 65.

Kommt in der Natur vor als kohlen-saures Zink (**edler Galmei**), als kieselsaures Zink (**Kieselgalmei**) und als Schwefelzink (**Zinkblende**).

Die Zinkerze werden geröstet und mit Kohle in Muffeln oder Röhren geglüht, wobei Zink überdestillirt, welches in Vorlagen aufgefangen wird:

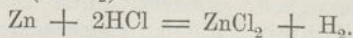


Zn ist ein bläulich-weißes Metall, zeigt grob krystal-linischen Bruch, ist ziemlich spröde, bei 100—150° geschmeidig, bei 200° wieder spröde, schmilzt bei 412° und

siedet bei 1000°. Verbrennt mit bläulich-weißer Flamme zu Zinkoxyd. Von Säuren und Alkalien wird Zn unter Wasserstoffentwicklung gelöst.

Zinkoxyd (ZnO) entsteht durch Verbrennen des Zinks oder durch Glühen des kohlensauren Zinks. Weißes, in der Hitze gelbes Pulver; findet als Zinkweiß viel Verwendung. Aus Zinksalzlösungen fallen Alkalien weißes Zinkhydroxyd ($\text{Zn}(\text{OH})_2$), welches im Ueberschuss des Alkalis löslich ist.

Chlorzink (ZnCl_2):



Zerfließliche Masse, in der Medizin als Desinfektions- und Aetzmittel angewandt.

Kohlensaures Zink (ZnCO_3) entsteht beim Fällen von Zinksalzlösungen mittelst kohlensauren Natrons als weißer Niederschlag.

Schwefelsaures Zink ($\text{ZnSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$), Zinkvitriol, Zincum sulfuricum.



Farblose, leicht lösliche, dem Bittersalz ($\text{MgSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$) isomorphe Krystalle.

Schwefelzink (ZnS) in der Natur als Zinkblende. ZnS fällt als weißer Niederschlag aus neutralen oder essigsauren Zinksalzlösungen durch Schwefelwasserstoff (quantitative Bestimmung des Zn). ZnS ist in verdünnten Mineralsäuren löslich; dagegen unlöslich in Essigsäure.

Messing besteht aus 30% Zn und 70% Kupfer.

II.
Cadmium = Cd = 112.

Kommt als Begleiter des Zn in dessen Erzen (Galmei und Zinkblende) vor; ferner als Schwefelcadmium (Greenokit). Weißes, weiches, bei 860° siedendes Metall; flüchtiger als Zn. Verbrennt beim Erhitzen an der Luft, zu braunem Oxyd (CdO) und löst sich leicht in Säuren.

Durch Alkalien wird aus Cadmiumsalzen weißes Cadmiumhydroxyd ($\text{Cd}(\text{OH})_2$) gefällt, welches durch

Glühen in CdO übergeht. Im Ueberschuß des Alkalis zum Unterschied von $Zn(OH)_2$ und ZnO unlöslich. Cadmiumchlorid ($CdCl_2$); schwefelsaures Cadmium ($CdSO_4$); kohlensaures Cadmium ($CdCO_3$).

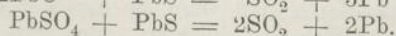
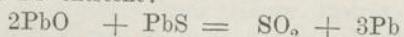
Schwefelwasserstoff fällt aus Cadmiumsalzlösungen gelbes **Schwefelcadmium (CdS)**, welches zum Unterschied von ZnS in verdünnten Mineralsäuren unlöslich ist.

II. IV.

Blei = Pb = 207.

Blei findet sich in der Natur hauptsächlich als Schwefblei (**Bleiglanz**), dann als kohlensaures Blei (Weißbleierz), als schwefelsaures Blei (Bleivitriol), als phosphorsaures Blei (Pyromorphit), als arsensaures Blei (Mimetesit) und als chromsaures Blei (Rothbleierz).

Der Bleiglanz (PbS) wird zur Gewinnung des Pb geröstet und schließlic die Röstmasse in starker Hitze zum Schmelzen gebracht, wobei Pb abfließt. Beim Rösten des PbS entstehen Bleioxyd (PbO) und schwefelsaures Blei ($PbSO_4$); beide wirken auf unzersetztes PbS ein, wobei metallisches Pb entsteht:

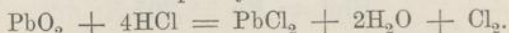


Der Bleiglanz ist meist silberhaltig; dann wird er verarbeitet, wie dies später beim Silber beschrieben ist.

Das Pb ist ein blaugraues, glänzendes, sehr weiches und schweres Metall, schmilzt schon bei 330° und ist in starker Hitze flüchtig; bedeckt sich an der Luft mit einer weißen Schicht von kohlensaurem Blei. Weiches Wasser (d. h. solches, dem Chloride, Carbonate und Sulfate fehlen) löst bei Luftzutritt Blei unter Bildung von Bleihydroxyd auf. Pb verbrennt bei höherer Temperatur zuerst zu schwarzem Bleisuboxyd (Pb_2O) und dann zu

Bleioxyd (PbO), von gelber Farbe. Dieses entsteht ferner durch Erhitzen von kohlensaurem oder salpetersaurem Blei. PbO ist schmelzbar und geht hierbei in eine rötlichgelbe, krystallinische Masse, die **Bleiglätte**, über. PbO zieht an der Luft Wasser und CO_2 an und

wird hierbei weiß. Versetzt man Bleisalzlösungen mit Alkali, so entsteht weißes Bleihydroxyd ($\text{Pb}(\text{OH})_2$), das sich im Ueberschuss des Fällungsmittels löst. Wird PbO längere Zeit bei Luftzutritt erhitzt, so entsteht ein intensiv rotes Pulver, die **Mennige**, Pb_3O_4 ($= 2\text{PbO} + \text{PbO}_2$). Wird die Mennige mit verdünnter Salpetersäure übergossen, so löst sich PbO heraus, während **Bleisuperoxyd** (PbO_2), ein brauner Körper, zurückbleibt. PbO_2 entwickelt wie alle Superoxyde mit HCl Chlor:



Beim Erhitzen gibt es $\text{PbO} + \text{O}$. Wenig bekannt ist das Bleisquioxid (Pb_2O_3).

Chlorblei (PbCl_2), weißes, in feinen Nadeln krystallisirendes Pulver; fällt aus Bleiaufösungen durch HCl ; in H_2O schwer löslich. Bromblei (PbBr_2). Jodblei (PbJ_2), ein gelber in der Medizin angewandter Körper.

Kohlensaures Blei (PbCO_3), in der Natur als Weißbleierz. Das im Großen dargestellte **Bleiweiß** ist ein basisch kohlensaures Blei ($2\text{PbCO}_3, \text{Pb}(\text{OH})_2$). Fabrikmäfsig wird es aus essigsäurem Blei dargestellt, welches durch CO_2 zerlegt wird. Das Bleiweiß ist eine weiße, giftige Anstrichfarbe und wird in der Medizin zur Herstellung von Salben und Pflastern gebraucht.

Salpetersaures Blei ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$). Weiße in Wasser schwer lösliche Krystalle. Zersetzt sich beim Erhitzen; vergl. S. 32.

Schwefelsaures Blei (PbSO_4) wird aus Bleisalzlösungen durch H_2SO_4 als weißer, in Säuren unlöslicher Körper abgeschieden (quant. Bestimmung des Pb).

Schwefelblei (PbS) in der Natur regulär als **Bleiglanz**. H_2S fällt aus Bleisalzlösungen amorphes, schwarzes PbS .

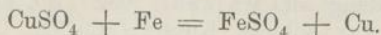
I. u. II.
Kupfer = Cu = 63,4.

Das Kupfer kommt in der Natur gediegen vor; ferner als Oxydul (Rotkupfererz), als basisch kohlensaures Kupfer (Malachit), als Schwefelkupfer (Kupferglanz).

Kupferkies ist ein Gemenge von Schwefelkupfer mit Schwefeleisen.

Die Kupfererze werden geröstet, mit Schlacken und Flussspath verschmolzen, wobei der Kupferstein entsteht, der durch wiederholtes Rösten, Umschmelzen und Reduktion in Rohkupfer übergeführt wird, welches durch Schmelzen in Flammöfen (Raffiniren d. i. Oxydation und Verschlackung der noch beigemengten fremden Metalle) gereinigt wird.

Der Cu zeigt eine charakteristisch rote Farbe, krystallisiert regulär, ist dehnbar und leitet Wärme und Elektrizität gut. Cu löst sich leicht in HNO_3 , weniger leicht in H_2SO_4 , gar nicht in HCl . Aus Kupferlösungen fällt Fe metallisches Cu:



An der Luft geglüht geht Cu zuerst in Kupferoxydul (Cu_2O) und dann in Oxyd (CuO) über. An feuchter Luft überzieht es sich mit einer Schicht von basisch kohlen-saurem Kupfer (Grünspahn).

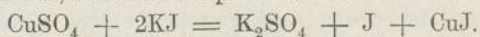
Kupferoxydul (Cu_2O) kommt in der Natur regulär als Rotkupfererz vor. Beim Kochen einer Kupferoxydsalzlösung mit Natronlauge und Traubenzucker fällt es als hellrotes in Säuren und Ammoniak lösliches Pulver. (Cu_2O entsteht beim Nachweis des Zuckers mittelst Fehling'scher Lösung, d. i. eine Lösung von Kupfersulfat in Weinsäure und Kalilauge). Das Kupferhydroxydul (CuOH) ist gelb und entsteht bei Behandlung von Kupferchlorür mit KOH .

Kupferoxyd (CuO) entsteht durch längeres Glühen von Cu an der Luft, sowie durch Glühen von Kupferhydroxyd, salpetersaurem und kohlen-saurem Kupferoxyd. Schwarzes, leicht zu reducirendes Pulver. KOH fällt aus Oxydsalzlösungen blaues **Kupferhydroxyd ($\text{Cu}(\text{OH})_2$)**; letzteres fällt auch durch Ammoniak, löst sich aber im Ueberschuß desselben mit prachtvoll blauer Farbe (Nachweis des Cu).

(Kupfersuboxydul (Cu_4O) und Kupfersesquioxyd (Cu_2O_3) sind nicht bestimmt erkannt.)

Kupferchlorür (Cu_2Cl_2) entsteht durch Glühen oder Reduktion des Kupferchlorids (CuCl_2). Weißes, an der Luft durch Oxydation sich grün färbendes Pulver. Die Lösung des Cu_2Cl_2 in Ammoniak vermag Kohlenoxydgas (CO) zu absorbieren (quant. Best. des CO).

Kupferjodür (Cu_2J_2), weißgraues, in Säuren unlösliches Pulver; fällt aus Kupfersalzen mittelst KJ :

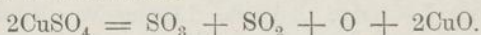


Kupferchlorid (CuCl_2) krystallisirt mit $2\text{H}_2\text{O}$ grün; entsteht beim Lösen von CuO in HCl .

Kohlensaures Kupfer ist nur in basischer Form bekannt. Kohlensaures Alkali fällt aus Kupferoxydsalzlösungen graues CuCO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$. In der Natur kommt diese Verbindung als Malachit vor. Ein andres blaues Mineral aus bas. kohlens. Kupfer (2CuCO_3 , $\text{Cu}(\text{OH})_2$) ist Kupferlasur.

Salpetersaures Kupfer ($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$) ist ein blaues, zerfließliches Salz.

Schwefelsaures Kupfer, Kupfervitriol (CuSO_4) krystallisirt mit $5\text{H}_2\text{O}$ in blauen, triklinen Krystallen. Im Großen durch Rösten von Kupferglanz (CuS) dargestellt. Verliert bei Erhitzen sein Krystallwasser und wird weiß. Beim Glühen gibt es SO_3 , SO_2 und O ab und geht in CuO über:



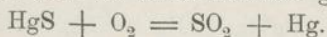
Arsenigsaures Kupfer ($\text{Cu}_3(\text{AsO}_3)_2$) entsteht durch Füllen einer CuSO_4 -Lösung mittelst As_2O_3 als grüner Niederschlag. Das **Schweinfurter Grün** ist ein Gemisch von arsenigsaurem und essigsaurem Kupfer. Beide sehr giftig.

Kupfersulfür (Cu_2S) in der Natur als **Kupferglanz**. Entsteht beim Erhitzen von Cu mit S als grauschwarzer Körper.

Kupfersulfid (CuS) entsteht beim Einleiten von H_2S in Kupferlösungen als schwarzer Niederschlag, der beim Erhitzen (im H -Strom) in Cu_2S übergeht: $2\text{CuS} = \text{S} + \text{Cu}_2\text{S}$. Legirungen des Cu vergl. S. 48 und 67.

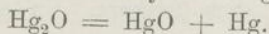
I. u. II.
Quecksilber = Hg = 200.

Hg findet sich in der Natur gediegen; hauptsächlich aber kommt es vor in Verbindung mit Schwefel als **Zinnober**, aus dem es durch Erhitzen gewonnen wird:



Die hierbei entweichenden Quecksilberdämpfe werden in besonderen Räumen condensirt. Das Hg ist das einzige bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Metall. Silberglänzende, bei 39° gefrierende und bei 360° siedende Flüssigkeit vom spez. Gew. 13.596. Verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur; seine Dämpfe wirken eingeathmet giftig. Bei gewöhnlicher Temperatur bleibt es unverändert, bei höherer Temperatur, schon unterhalb seines Siedepunktes geht es in ein krystallisirtes rotes Oxyd über. Hg ist löslich in HNO_3 und beim Erhitzen auch in H_2SO_4 , — dagegen unlöslich in HCl . Direkt verbindet es sich mit Cl, Br, J und S. Ebenso verbindet es sich direkt mit den meisten Metallen zu **Amalgamen**, z. B. mit Sn zu Zinnamalgam, welches zum Belegen der Spiegel dient. Fein vertheiltes Hg wird von der thierischen Haut aufgenommen und übt kräftige physiologische Wirkungen aus (Quecksilbersalbe, graue Salbe).

Quecksilberoxydul (Hg_2O) entsteht beim Fällen von Quecksilberoxydulsalzen mittelst KOH als schwarzes Pulver, welches leicht in Oxyd und Hg zerfällt:

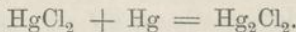


Quecksilberoxyd (HgO) entsteht durch vorsichtiges Erhitzen von salpetersaurem Quecksilberoxyd als schweres rotes Pulver (Hydrargyrum oxydatum rubrum) oder durch Fällen von Quecksilberoxydlösungen mittelst KOH (Hydrargyrum oxydatum via humida paratum). Das auf letztere Art (auf nassem Wege) erhaltene HgO ist bedeutend reaktionsfähiger, daher auch von stärkerer medizinischer Wirkung als das auf trockenem Wege erhaltene Präparat.

Die dem Hg_2O und HgO entsprechenden Hydrate HgOH und $\text{Hg}(\text{OH})_2$ sind nicht bekannt.

Die Oxydulsalze führen den Namen Mercurosalze, die Oxydsalze Mercurisalze.

Quecksilberchlorür (Hg_2Cl_2) (Hydrargyrum chloratum mite) entsteht durch Zusatz von HCl zu einer Mercurosalzlösung oder durch Sublimation von Quecksilberchlorid mit Hg :



Hg_2Cl_2 ist ein in Wasser und verdünnten Säuren unlösliches, weißes, krystallinisches Pulver, welches ohne zu schmelzen sublimirt; durch NH_3 geht es in Mercurammoniumchlorid ($\text{NH}_2\text{Hg}_2\text{Cl}$) über. In der Medizin führt Hg_2Cl_2 den Namen **Calomel**.

Quecksilberjodür (Hg_2J_2) fällt als grüner Niederschlag aus Mercurverbindungen durch KJ .

Quecksilberchlorid (HgCl_2) (Hydrargyrum bichloratum corrosivum) entsteht durch Auflösen von HgO in HCl oder durch Erhitzen von Quecksilbersulfat mit NaCl , wobei HgCl_2 sublimirt. Es führt daher meist den Namen **Sublimat**. HgCl_2 bildet lange, weiße Prismen, die schmelzen und bei 300° sieden. Löst sich in Alkohol leichter als in Wasser und ist eines der stärksten Gifte. Bildet mit NH_3 weißes Mercuriammoniumchlorid (NH_2HgCl) (Hydrargyrum praecipitatum album).

Quecksilberjodid (HgJ_2) (Hydrargyrum bijodatum) fällt aus Mercurisalzlösungen durch KJ als scharlachrotes Pulver nieder; durch Erhitzen sublimirt es, wobei es in eine gelbe Modifikation übergeht. Unlöslich in H_2O , löslich in Alkohol.

Salpetersaures Quecksilberoxydul (HgNO_3), Mercuronitrat, entsteht beim Lösen von Hg in HNO_3 , wenn Hg im Ueberschuss vorhanden ist. Weiß, tafelförmige Krystalle.

Salpetersaures Quecksilberoxyd ($\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$), Mercurinitrat. Beide Salze zersetzen sich mit H_2O unter Bildung von basischen Salzen.

Quecksilbersulfür (Hg_2S) fällt als schwarzer Niederschlag aus Mercurosalzlösungen.

Quecksilbersulfid (HgS) kommt in der Natur als **Zinnober** vor. Hg und S verbinden sich beim Erhitzen unter Feuererscheinung zu rotem HgS. Eine schwarze Modifikation des HgS entsteht durch Einleiten von H₂S in Mercurisalzlösungen. Diese schwarze Modifikation läßt sich durch Reiben in die rote überführen. HgS ist nur in Königswasser löslich.

I.
Silber = Ag = 108.

Ag kommt außer in gediegenem Zustande als Schwefelsilber (Silberglanz) vor; als solches ist es dann oft noch gebunden an Sb, As, Cu, Pb u. s. w. Bleiglanz ist fast immer silberhaltig. Ag wird zum größten Theil in Amerika durch das Amalgamationsverfahren gewonnen. Hierbei werden die mit Wasser fein gemahlene Erze mit NaCl gemengt, mit geröstetem Kupferkies (Magistral) versetzt und sodann mit Quecksilber gemischt. Das hierbei entstehende Silberamalgam hinterläßt beim Erhitzen Ag. Aus Bleiglanz erhält man das Ag durch wiederholtes Rösten und Schmelzen; hierdurch wird das Pb immer silberhaltiger (Werkblei). Zuletzt wird auf dem Treibherd (Gebläseofen) geschmolzen, wobei das Pb als Bleiglätte abfließt und Ag zurückbleibt. Außer diesen beiden kurz angedeuteten Prozessen gibt es noch zahlreiche andere Verfahren zur Silbergewinnung.

Ag krystallisirt regulär, ist weich, glänzend und sehr dehnbar. Es ist ein **edles Metall**, da es sich an der Luft nicht oxydirt. Löslich in HNO₃ und H₂SO₄, unlöslich in HCl. Verbindet sich direkt mit Cl, Br und J.

Silberoxyd (Ag₂O) entsteht beim Fällen von Silber-salzlösungen mittelst KOH oder NaOH als schwarzbrauner Niederschlag, der beim Glühen in Ag und O zerfällt. Silberhydroxyd (AgOH) ist nicht bekannt.

Chlorsilber (AgCl) kommt als Silberhornerz vor. Aus Silberlösungen fällt HCl einen weissen, käsigen, in Säuren unlöslichen Niederschlag von AgCl (Nachweis und quantitative Bestimmung des Ag). AgCl ist in Ammoniak löslich und wird durch H reducirt. Bromsilber (AgBr)

löst sich schwierig in Ammoniak. Gelbliche Farbe. Jod-silber (AgJ) löst sich nicht in Ammoniak. Gelb. Alle 3 Salze sind sehr lichtempfindlich; sie schwärzen sich dem Lichte ausgesetzt, indem sie sich zu Ag reduciren. Hierauf beruht die Anwendung des AgCl und AgJ in der Photographie.

Salpetersaures Silber (AgNO_3), **Höllenstein**. Farblose, leicht lösliche, schmelzbare Krystalle. Als Aetzmittel in der Medizin häufig angewandt (Höllensteinstift).

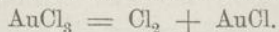
Schwefelsilber (Ag_2S) kommt in der Natur als Silberglanz vor. Durch H_2S fällt aus Silberlösung amorphes, schwarzes Ag_2S , welches nur in HNO_3 zu lösen ist.

Die Reichsilbermünzen bestehen aus 9 Theilen Ag und 1 Theil Cu .

I. III.
Gold = Au = 196.

Kommt fast nur gediegen vor, eingesprengt in Quarz (Quarzgänge) und im Sand. Die gepulverten und ausgewaschenen Erze werden mit H_2O und Hg verrieben und das erhaltene Goldamalgam erhitzt, wobei Au zurückbleibt. Aus dem Goldsande wird Au durch Abschlämmen der leichten Beimengungen gewonnen (Waschen des Goldes). Au ist immer silberhaltig. Au ist rot bis gelb, hat das spez. Gew. 19.3, ist äußerst dehnbar und sehr weich, weshalb es mit Ag oder Cu legirt wird. Au wird nur von Königswasser (vergl. S. 33) und anderen Cl entwickelnden Flüssigkeiten (z. B. $\text{KClO}_3 + 6\text{HCl}$) gelöst. Gold tritt 1- und 3-werthig auf und gleicht in diesem Verhalten dem Thallium (vergl. S. 71).

Goldchlorür (AuCl) entsteht durch vorsichtiges Erhitzen des Goldchlorids als weißes Pulver:



AuCl geht durch KOH in Goldoxydul (Au_2O) über.

Goldchlorid (AuCl_3) entsteht beim Lösen des Au in Königswasser; rotbraunes zerfließliches Salz. Die Lösung des AuCl_3 in H_2O wird leicht zu Au reducirt, so z. B.

durch Eisenvitriol, Oxalsäure u. a. AuCl_3 gibt mit KCl und NaCl leicht lösliche, krystallisirende Doppelsalze. Chlorgoldnatrium (Auro-Natrium chloratum), AuCl_3 , NaCl , $2\text{H}_2\text{O}$ wird in der Medizin angewandt. AuCl_3 gibt mit SnCl_2 einen purpurfarbenen Niederschlag.

Goldoxyd (Au_2O_3).

Goldsulfid (Au_2S_3) fällt aus Goldchloridlösung durch H_2S braun nieder.

II. IV.

Platin = Pt = 195.

Das Platin kommt in Blättchen- oder Körnerform mit Fe legirt (Platinerz) im Flusssande von Californien, Australien und am Ural vor; außerdem enthält es noch in geringerer Menge die **Platinmetalle: Palladium, Iridium, Osmium, Rhodium und Ruthenium**. Die Platinerze werden in Königswasser gelöst und mit NH_4Cl behandelt, wodurch gelbes Ammoniumplatinchlorid (**Platinsalmiak**) ausfällt, das durch Glühen in graues, poröses Platin (**Platinschwamm**) übergeht.

Das Platin ist ein grauweißes, sehr geschmeidiges, in der Weißgluth schweißbares und erst im Knallgasgebläse schmelzendes Metall. Pt oxydirt sich an der Luft nicht und wird von keiner Säure angegriffen. In Königswasser löst es sich zu Platinchlorid (PtCl_4). Pt wird angegriffen durch Cl, Br, S, P und As. Aus seinen Lösungen wird es durch reducirende Körper als schwarzes Pulver (**Platin-schwarz, Platinmohr**) abgeschieden. Platinschwamm und Platinmohr zeigen die Fähigkeit, Gase an ihrer Oberfläche zu verdichten und die Verbindung mancher Gase (durch die infolge der Verdichtung frei werdende Wärme) zu Stande zu bringen (vergl. S. 28 die Bildung von SO_3 und S. 84, 1).

Platinchlorid (PtCl_4) entsteht beim Lösen des Pt in Königswasser; rotbraune Krystalle. PtCl_4 geht bei Erhitzen auf $250-300^\circ$ in graugrünes, in Wasser unlösliches **Platinchlorür** (PtCl_2) über. — PtCl_4 bildet mit KCl und NH_4Cl **gelbe Doppelsalze** (PtCl_4 , 2KCl und PtCl_4 , $2\text{NH}_4\text{Cl}$), die in Wasser schwer, in Alkohol und Aether

nicht löslich sind. (Quantitative Bestimmung des Pt, des K und des NH_3 .) PtCl_4 , 2NaCl ist in Wasser leicht löslich.

Platinoxydul (PtO) und Platinoxyd (PtO_2).

H_2S fällt aus Platinlösungen dunkelbraunes **Platinsulfid** (PtS_2), welches in Schwefelalkalien unter Bildung von Sulfosalzen löslich ist. Platin dient zur Herstellung von Schalen, Tiegeln, Zangen, Retorten, Röhren etc.

II. IV.
Palladium = Pd = 106.

Ist von den Metallen der Platingruppe am leichtesten schmelzbar und absorbiert von allen Elementen die größte Menge H, weshalb dieser sogenannte Palladiumwasserstoff ein gutes Reduktionsmittel ist. Das Palladiumjodür (PdJ_2) ist wichtig, weil es durch KJ aus Palladiumlösung gefällt wird und zur Trennung des J von Cl und Br benutzt werden kann.

Organische Chemie.

(Fortsetzung von Kohlenstoff vergl. S. 44—46.)

Die gesättigten Kohlenwasserstoffe oder Grenzkohlenwasserstoffe ($C_n H_{2n+2}$).

Die Grenzkohlenwasserstoffe bilden sich, wie alle Kohlenwasserstoffe bei der trocknen Destillation von Holz, Steinkohle, Braunkohle, Torf u. s. w., und finden sich im Petroleum, in den Theerölen, dem Leuchtgas u. s. w. Die niedrigsten Glieder bis Butan sind Gase. Die mittleren sind farblose Flüssigkeiten, unlöslich in Wasser, mischbar mit Alkohol und Aether. Die höheren Glieder sind fest, in Alkohol und Aether löslich und heißen **Paraffine** im engeren Sinne. Die Grenzkohlenwasserstoffe bilden eine **homologe Reihe** (Differenz CH_2). Ihre Siedepunkte steigen mit Zunahme von CH_2 im Anfang um 30° , später um circa $25-13^\circ$.

Sie vermögen keine weiteren Affinitäten zu binden (daher Paraffine = parum affinis) und werden weder von Br noch von H_2SO_4 absorbiert zum Unterschiede von den ungesättigten Kohlenwasserstoffen. Mit Cl, Br und J bilden sie Substitutionsprodukte.

Asphalt ist rohes Petroleum, welches die flüchtigen Bestandteile verloren hat und dick geworden ist.

Petroleumäther ist der bei 50 und 60° , Benzin und Ligroin die bei $100-150^\circ$ siedenden Bestandteile des Petroleums.

Das Brennpetroleum (Kerosin) siedet bei $150-300^\circ$. Noch höher siedende Fraktionen des rohen Petroleums sind die Schmieröle und zuletzt die eigentlichen Paraffine.

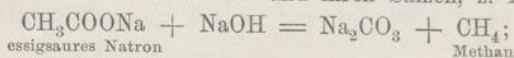
Vaseline sind zwischen 30 und 40° schmelzende Paraffine.

Die Grenzkohlenwasserstoffe werden aus dem Petroleum und dem Theeröl durch fraktionirte Destillation (Destillation bei verschiedenen Temperaturen) gewonnen.

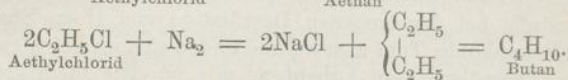
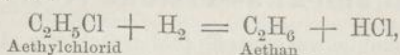
Sie werden ferner dargestellt:

1. Aus den Elementen. Schlägt der elektrische Funke fortgesetzt zwischen Kohlenspitzen durch eine Wasserstoff-Atmosphäre, so entsteht $\text{HC}\equiv\text{CH}$, **Acetylen**, welches sich mit H bei Gegenwart von Platinschwarz zu $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_3$, Aethan verbindet;

2. aus den Carbonsäuren und ihren Salzen, z. B.:



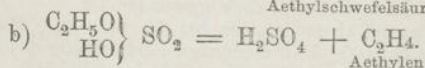
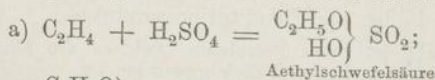
3. aus den Halogenkohlenwasserstoffen, den Alkylhaloiden, z. B.:



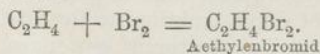
Die ungesättigten Kohlenwasserstoffe.

a. Olefine (C_nH_{2n}).

Sie entstehen neben den Grenzkohlenwasserstoffen bei der trocknen Destillation vieler Kohlenstoffverbindungen und sind daher im Leuchtgas und Theeröl enthalten. Indem Petroleum und Theeröle mit Schwefelsäure behandelt werden, lösen sich die ungesättigten Kohlenwasserstoffe auf und bilden Aetherschwefelsäuren, die bei starkem Erhitzen in Schwefelsäure und ungesättigte Kohlenwasserstoffe zerfallen z. B.:

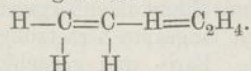


Die niedrigsten Glieder der Olefine sind Gase, die mittleren sind flüssige, die höheren feste Körper. Mit den Halogenen verbinden sie sich direkt zu öligen Flüssigkeiten, daher Olefine, z. B.:

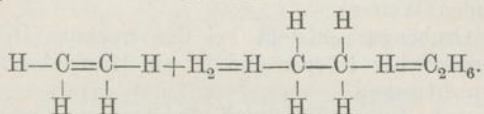


Durch nascirenden Wasserstoff gehen sie in gesättigte Kohlenwasserstoffe über.

In den Olefinen sind je 2C-Atome durch **doppelte Bindung** aneinander gekettet:



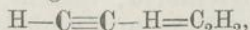
Durch Eintritt von Cl oder nascirendem H geht die doppelte Bindung wieder in die **einfache** über:



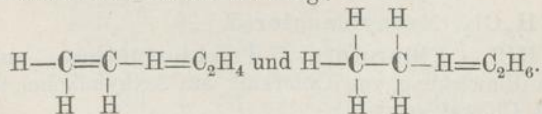
b. Acetylene ($\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$).

Entstehen aus vielen Kohlenwasserstoffen beim Durchleiten derselben durch glühende Röhren. Darstellung des Acetylen aus seinen Elementen (vergl. S. 84). Verhalten sich gegen Br, H_2SO_4 und nascirenden Wasserstoff wie die Olefine. Mit ammoniakalischen Silber- und Kupferoxydulsalzlösungen geben sie feste krystallinische Verbindungen.

In den Acetylenen sind die C-Atome durch **dreifache Bindung** aneinander gekettet:



durch Addition von Cl oder H entsteht wieder doppelte und schließlich einfache Bindung:

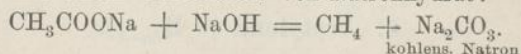


C₁-Reihe.CH₄, Methan, Grubengas, Sumpfgas.

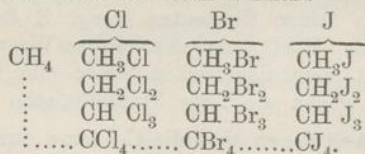
In Sümpfen und Steinkohlenbergwerken vorkommend, ist entstanden durch langsame Zersetzung organischer Stoffe unter Luftabschluss. Farb- und geruchloses Gas, brennbar mit schwach leuchtender Flamme, bildet mit Luft gemischt ein explosives Gemenge (in den Steinkohlenbergwerken die schlagenden Wetter).

Das Grubengas entsteht bei der trocknen Destillation vieler organischer Körper und ist ein Hauptbestandteil des Leuchtgases.

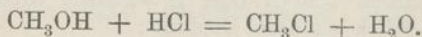
Es wird dargestellt durch Erhitzen von essigsauerm Natron mit einem Ueberschuß von Natronhydrat:



Der Wasserstoff des Methans kann successive durch Chlor, Brom oder Jod vertreten werden:

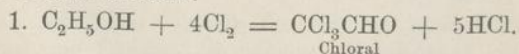


CH₃Cl, Methylchlorid, entsteht durch Einwirkung von Chlorwasserstoffsäure auf Methylalkohol in Gegenwart von ZnCl₂:

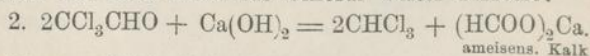


CH₂Cl₂, Methylenechlorid.

CHCl₃, Chloroform, Trichlormethan, entsteht durch Einwirkung von Chlorkalk auf Aethylalkohol, wobei zuerst Chloral entsteht:

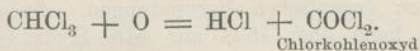


Durch den Kalk wird das Chloral weiter zersetzt:



Farblose, süßlich riechende und schmeckende, flüchtige

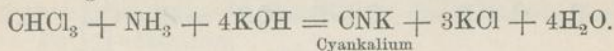
Flüssigkeit, spez. Gew. 1.489, siedet bei 60—62 °, brennt mit grünesäumter Flamme, löst sich wenig in Wasser, leicht in Alkohol, Aether, Fetten und ätherischen Oelen; angewandt als Anästheticum. Beim Stehen an feuchter Luft nimmt es Sauerstoff auf und zersetzt sich:



COCl_2 ist giftig; Chloroform darf sich, mit Silbernitratlösung geschüttelt, nicht trüben; ebenso darf es mit alkoholischer Kalilauge keine Fällung geben und Lakmus nicht röten. Durch Digeriren mit alkoholischer Kalilauge wird es zersetzt:



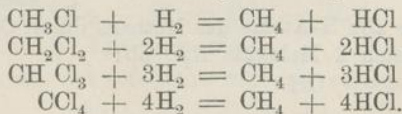
Durch Digeriren mit Ammoniak und Aetzkali entsteht:



CCl_4 , Kohlenstofftetrachlorid, Chlorkohlenstoff.
Farblose, angenehm riechende Flüssigkeit.

CHJ_3 , Jodoform, entsteht durch Einwirkung von Jod auf Alkohol bei Gegenwart von kohlen-saurem Natron. Kristallisiert in gelben Blättchen, besitzt einen safranähnlichen Geruch, wichtiges Antisepticum.

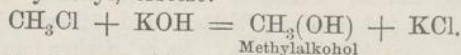
Die Halogensubstitutionsproducte werden durch nascirenden Wasserstoff (Natriumamalgam und Wasser) wieder in Grubengas übergeführt:



Die Chloride, Bromide und Jodide der Kohlenwasserstoffe tauschen das Halogen leicht gegen andere Atome oder Radikale aus und sind somit Ausgangspunkt zur Darstellung zahlreicher Verbindungen.

Wird Methylchlorid CH_3Cl mit Aetzkali oder Aetz-

natron digerirt, so wird das Halogen durch die Gruppe OH, das Hydroxyl, ersetzt:

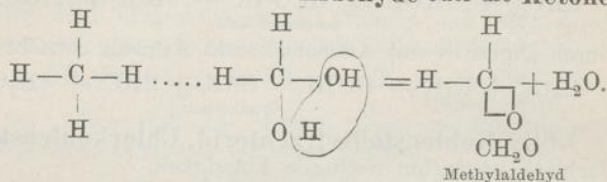


Die Hydroxyl-Substitutionsproducte sind die wichtigsten organischen Verbindungen. An ein Kohlenstoffatom kann aber stets nur ein Hydroxyl (OH) gebunden sein.

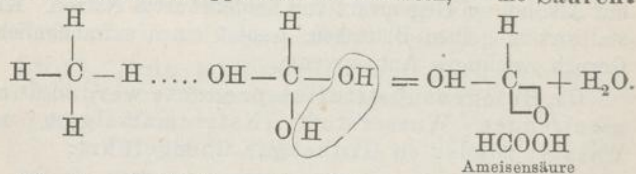
Ist ein H des Kohlenwasserstoffs durch OH ersetzt, so entsteht ein **Alkohol**:



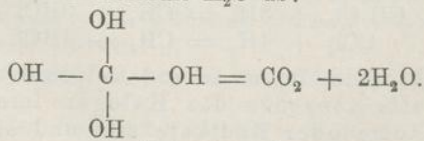
Werden 2H durch 2OH ersetzt, so tritt 1 Mol. H₂O aus, und es entstehen entweder die **Aldehyde** oder die **Ketone**:



Werden 3H durch 3OH ersetzt, so spaltet sich ebenfalls 1 Mol. H₂O ab und es entstehen Körper, die die charakteristische Gruppe COOH enthalten, — die **Säuren**:



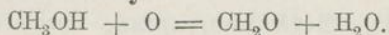
Werden alle H-Atome des Methans durch OH vertreten, so spalten sich 2 Moleküle H₂O ab:



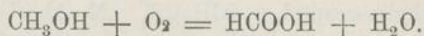
CH₃OH, Methylalkohol, Holzgeist. Neben Essigsäure in den Destillationsprodukten des Holzes, im Oel

der *Gaultheria procumbens* (*Gaultheria-* oder *Wintergrünöl*). Gewonnen aus dem rohen Holzessig, einem Destillationsprodukt des Holzes. Wasserhelle, leicht bewegliche Flüssigkeit, Alkoholgeruch, siedet bei 66° , brennt mit farbloser Flamme.

Durch Oxydation geht er über in CH_2O , den Methylaldehyd, **Formaldehyd**:



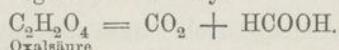
Schreitet die Oxydation weiter fort, so entsteht HCOOH , Ameisensäure:



Der Formaldehyd ist bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig. Mehrere Moleküle desselben vermögen sich zu einem neuen Molekül aneinander zu lagern; diese Eigenschaft der Verschmelzung mehrerer Moleküle zu einem Molekül nennt man **Polymerisation**.

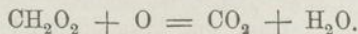
$\text{HCOOH} = \text{CH}_2\text{O}_2$, **Ameisensäure** (*Acidum formicium*).

In Ameisen, Fichtennadeln, Brennesseln. Dargestellt aus Oxalsäure bei Gegenwart von Glycerin:



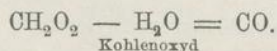
Farblose, stechend riechende, starksaure Flüssigkeit, auf der Haut Blasen ziehend. Spez. Gew. 1,22, siedet bei 99° . Krystallisirt bei 0° .

Die Ameisensäure zeigt ein großes Bestreben anderen Körpern Sauerstoff zu entziehen und in Kohlensäure überzugehen:



Sie reducirt z. B. Silberlösungen.

Durch conc. Schwefelsäure wird sie zersetzt:



$\text{CH}(\text{OH})_3$, *Orthoameisensäure*, nicht bekannt, dagegen kennt man den *Orthoameisensäuremethyläther*, $\text{CH}(\text{OCH}_3)_3$.

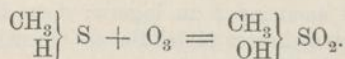
$\text{C}(\text{OH})_4$, *Orthokohlensäure*, nicht bekannt, dagegen bekannt der *Orthokohlensäuremethyläther* $\text{C}(\text{OCH}_3)_4$.

CO₂, Kohlensäure, (vergl. S. 45). In der hypothetischen Kohlensäure $\text{H}_2\text{CO}_3 = \text{CO} \begin{matrix} \text{OH} \\ \text{OH} \end{matrix}$ lassen sich beide OH durch Cl substituieren; es entsteht **COCl₂, Phosgen** oder Chlorkohlenoxyd.

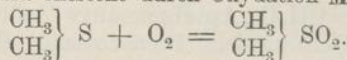
Schwefel- oder Thiosubstitutionsprodukte.

CH₃(SH), Methylmercaptan, farblose, widerlich riechende Flüssigkeit. Verbindet sich mit Metallen (namentlich Quecksilberoxyd) zu Mercaptiden z. B.: **CH₃SK**, Kaliummethylmercaptid. **(CH₃)₂S₂**, Methyldisulfid, **(CH₃)₂S**, Methylsulfid oder Schwefelmethyl.

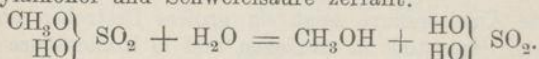
CH₃SH geht durch Oxydation über in **Methylsulfonsäure**:



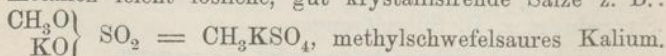
Aus Methylsulfid entsteht durch Oxydation **Methylsulfon**:



Mischt man Methylalkohol vorsichtig mit Schwefelsäure, so entsteht die **Methylschwefelsäure**, $\begin{matrix} \text{CH}_3\text{O} \\ | \\ \text{HO} \end{matrix} \text{SO}_2 = \text{CH}_3\text{HSO}_4$, die beim Erwärmen mit Wasser wieder in Methylalkohol und Schwefelsäure zerfällt:



Die Methylschwefelsäure ist einbasisch und bildet mit Metallen leicht lösliche, gut krystallisierende Salze z. B.:



$\begin{matrix} \text{CH}_3\text{O} \\ | \\ \text{CH}_3\text{O} \end{matrix} \text{SO}_2$, Schwefelsäuremethylester,*) Methylsulfat.

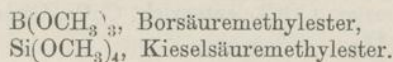
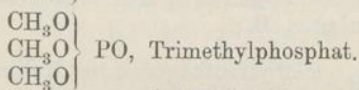
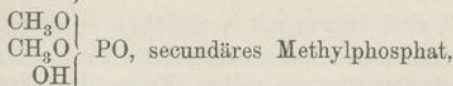
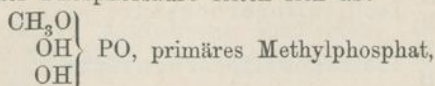
CH₃ONO₂, Salpetersäure-Methylester. Methylnitrat durch Destillation von Methylalkohol und Salpeter mit Schwefelsäure erhalten.

CH₃ONO, Salpetrigsäuremethylester, Methyl-

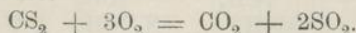
* Ester ist gleichbedeutend mit Aether.

nitrit, durch Einwirkung von salpetriger Säure auf Methylalkohol erhalten.

Von der Phosphorsäure leiten sich ab:



CH₂S. Methylsulfaldehyd. CS₂, Schwefelkohlenstoff, Carboneum sulfuratum, der Kohlensäure CO₂ entsprechend. Entsteht beim Ueberleiten von Schwefeldampf über glühende Kohlen. Farblose, stark lichtbrechende, unangenehm riechende Flüssigkeit. Spez. Gew. 1,27, siedet bei 46°, verbrennt mit blauer Flamme zu Kohlensäure und schwefliger Säure:

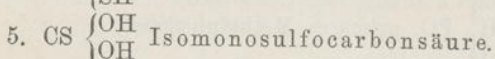
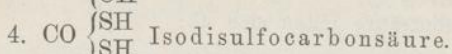
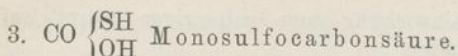


Löst Schwefel, Phosphor, Fette, Brom und Jod. Zwischen CS₂, Schwefelkohlenstoff und CO₂, Kohlensäure steht **COS, Kohlenoxysulfid.**

Zwischen dem Sulphydrat des Schwefelkohlenstoffs, CS $\left\{ \begin{array}{l} \text{SH} \\ \text{SH} \end{array} \right.$ und der ihm entsprechenden hypothetischen

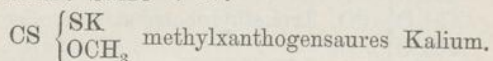
Kohlensäure, CO $\left\{ \begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{OH} \end{array} \right.$ stehen eine Reihe von Säuren, von denen hauptsächlich die Salze und Aether bekannt sind:

1. CS $\left\{ \begin{array}{l} \text{SH} \\ \text{SH} \end{array} \right.$ Trisulfocarbonsäure, Trithiokohlensäure, Sulfokohlensäure.
2. CS $\left\{ \begin{array}{l} \text{SH} \\ \text{OH} \end{array} \right.$ Disulfocarbonsäure, Dithiokohlensäure.



(2 und 3 sind isomer mit 4 und 5).

Die Alkalisalze der Disulfocarbonsäure führen wegen ihrer charakteristischen gelben Farbe den Namen **xanthogensaure Salze** z. B.:

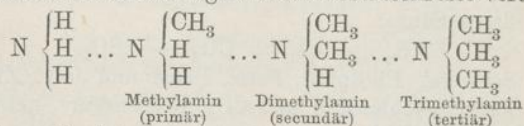


Dem Phosgen COCl_2 entspricht CSCl_2 Chlorschwefelkohlenstoff.

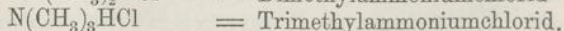
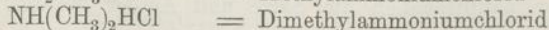
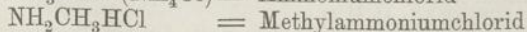
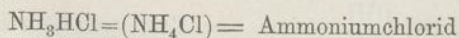
Nitrosubstitutionsproducte.

I. Amine oder Aminbasen.

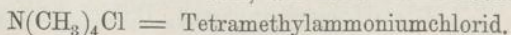
Im Ammoniak lassen sich nach einander sämtliche H-Atome durch einwerthige Kohlenwasserstoffreste vertreten:



Diese Verbindungen heißen **Amine**, verhalten sich wie Ammoniak, haben basischen Charakter und vereinigen sich wie Ammoniak direkt mit Säuren:



Außerdem kann sogar der H der Säure durch Kohlenwasserstoffrest vertreten sein, wir haben dann noch



Bei letzterem Körper läßt sich das Cl noch durch Hydroxyl ersetzen; es entsteht $N(CH_3)_4 OH$ Tetramethylammoniumhydrat.

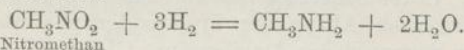
1. **Primäre Aminbasen** sind solche, bei welchen nur 1H des NH_3 durch einen Kohlenwasserstoffrest (**Alkyl**) vertreten ist.

2. **Secundäre Aminbasen** sind solche, bei welchen 2H des NH_3 durch Kohlenwasserstoffreste vertreten sind.

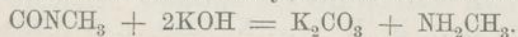
3. **Tertiäre Aminbasen** sind solche, bei denen aller H des NH_3 durch Kohlenwasserstoffreste vertreten ist.

Die primären Amine entstehen:

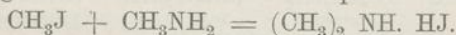
1. Durch Reduktion der Nitroderivate mittelst nascirenden Wasserstoffs:



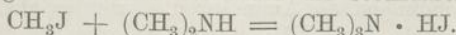
2. Durch Kochen der Isocyan säureäther mit Kalilauge:



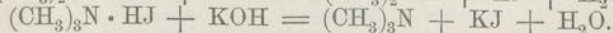
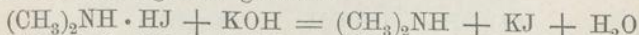
Die secundären Amine entstehen durch Einwirkung der Halogenkohlenwasserstoffe auf die primären Amine:



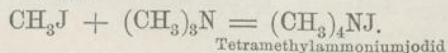
Die tertiären Amine entstehen durch Einwirkung der Halogenkohlenwasserstoffe auf die secundären Amine:



In den beiden letzten Fällen entstehen die jodwasserstoffsäuren Salze der Amine; die Aminbase wird hieraus durch Kalilauge frei gemacht:



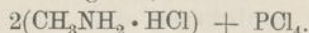
Wirkt Halogenkohlenwasserstoff noch weiter auf die tertiären Amine ein, so entsteht:



Bei der direkten Einwirkung der Halogenkohlenwasserstoffe auf Ammoniak entstehen gleichzeitig alle Arten der Amine.

CH_3NH_2 , **Methylamin** ist ein farbloses, leicht in

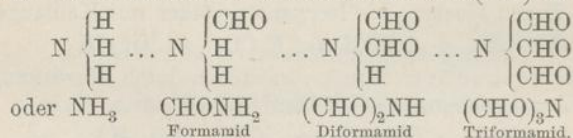
Wasser lösliches, dem Ammoniak ähnliches, jedoch brennbares Gas (gelbe Flamme), bläut Lakmuspapier und bildet mit Platinchlorid ein gelbes, schwer lösliches Doppelsalz:



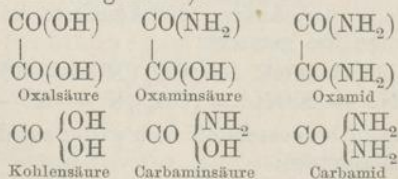
$(\text{CH}_3)_3\text{N}$, **Trimethylamin**, in Wasser lösliche, bei 9° siedende Flüssigkeit. In der Häringlake (charakteristischer Geruch), im *Chenopodium vulvaria*, in den Blüten des Birnbaums und Weifsdorns.

II. Amide und Aminsäuren.

Im Ammoniak lassen sich nach einander die H-Atome durch einwerthige Säurereste vertreten, wobei die Amide entstehen. Unter Säurerest versteht man den vom Molekül einer Säure nach Abzug der Hydroxylgruppe bleibenden Rest. Der Säurerest der Ameisensäure $\text{CHO}(\text{OH})$ ist CHO .



Werden nicht alle Hydroxyle einer mehrbasischen organischen Säure durch NH_2 ersetzt, so entstehen schwachsaure Verbindungen, die Aminsäuren, — werden aber sämtliche Hydroxyle durch NH_2 ersetzt, so entstehen die Amide (auch Säure-Amide genannt):

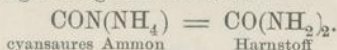


$\text{CHO}(\text{NH}_2)$, **Formamid**, von $\text{CHO}(\text{OH})$, der Ameisensäure sich ableitend. Farblose Flüssigkeit. Zerfällt bei raschem Erhitzen in CO und NH_3 .

Die nicht frei bekannte **Carbaminsäure** $\text{CO} \begin{array}{l} \text{NH}_2 \\ \text{OH} \end{array}$

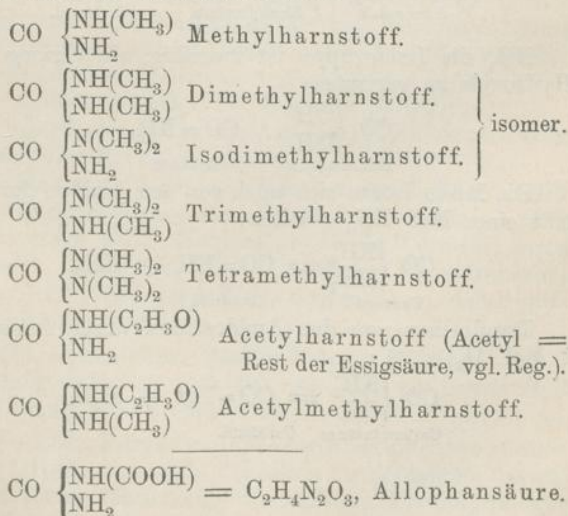
bildet carbaminsaure Salze: $\text{CO} \begin{Bmatrix} \text{NH}_2 \\ \text{O}(\text{NH}_4) \end{Bmatrix}$ carbaminsaures Ammon. Mit Kohlenwasserstoffresten bildet sie die **Urethane**, z. B.: $\text{CO} \begin{Bmatrix} \text{NH}_2 \\ \text{OCH}_3 \end{Bmatrix}$.
Methylurethan

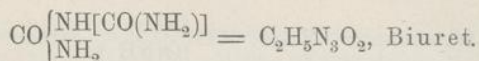
$\text{CO} \begin{Bmatrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{Bmatrix} = \text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$, **Carbamid, Harnstoff**. Im Harn der Säugethiere; im Blut, in der Leber, der Galle, der Lymphe. Von Wöhler 1828 synthetisch dargestellt. Lange, rhombische Prismen, in Wasser leicht, in Aether nicht löslich, bitteren, kühlenden Geschmack, zerfällt bei höherer Temperatur, z. B. bei 160° in Ammoniak und Biuret ($\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$). Dargestellt aus cyansaurem Ammon durch Umlagerung der Atome:



Der Harnstoff verbindet sich mit Säuren, Basen und Salzen.

Vom Harnstoff leiten sich eine Reihe von Verbindungen ab, substituirte Harnstoffe z. B.:

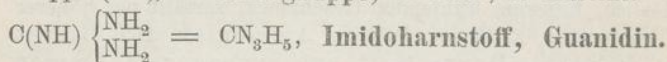




Der Carbaminsäure und dem Carbamid entsprechen die Sulfocarbaminsäure $\text{CS} \begin{matrix} \text{SH} \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$ und das **Sulfocarbamid**,

Thioharnstoff, $\text{CS} \begin{matrix} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{matrix}$.

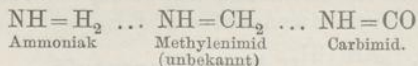
Wird der O des Harnstoffs durch die zweiwertige Gruppe (NH), die **Imidgruppe**, vertreten, so entsteht:



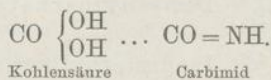
Farblos, leicht löslicher, stark basischer Körper.

III. Imide.

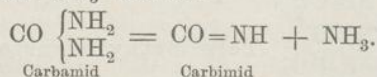
Werden 2H-Atome des NH_3 durch einen 2wertigen Rest vertreten, so entstehen die Imide.



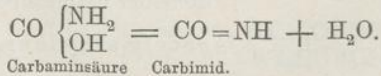
NH, die Imidgruppe ist 2wertig, sie vermag u. a. 2 Hydroxyle zu vertreten:



Die Imide lassen sich auch von den Amiden durch Austritt eines Mol. NH_3 ableiten:



Desgleichen von den Amidosäuren durch Austritt von 1 Mol. H_2O :



IV. Nitrile.

Sind alle H-Atome des Ammoniaks durch einen 3-werthigen Kohlenwasserstoffrest vertreten, so entstehen die Nitrile:

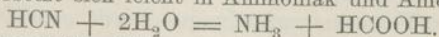


Blausäureverbindungen.

Die Gruppe $-\text{C}\equiv\text{N}$, oft **Cy** geschrieben, führt den Namen **Cyan** von *κύανος* (blau) und tritt nur als Dicyan, $\text{CN}-\text{CN}$ frei auf (vergl. S. 109).

HCN = HCy, Cyanwasserstoffsäure, Blausäure, ist analog HCl , HBr etc. Frei in der Natur nicht bekannt, als Zersetzungsprodukt in den bitteren Mandeln, den Kirschkernen, den Blüten und Blättern der Amygdaleen, den Kirschlorbeerblättern. Die Blausäure wird durch Destillation des gelben Blutlaugensalzes (s. unten) mit Schwefelsäure und Wasser gewonnen.

Farblose, bei 27° siedende Flüssigkeit, mit violetter Flamme brennbar, äußerst giftig, Geruch nach bitteren Mandeln, darf in Apotheken nur in zweiprocentiger Lösung (*Acidum hydrocyanicum*) gehalten werden. Die wässrige Lösung zersetzt sich leicht in Ammoniak und Ameisensäure:



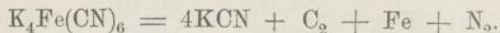
Blausäurehaltige Präparate: *Aqua amygdalarum amararum*, *Aqua laurocerasi*, *Oleum amydal. amar.*

Die Blausäure bildet mit Metallen leicht Salze: **KCN, Cyankalium**, Kaliumcyanid. Krystallisirt in Würfeln, riecht nach Blausäure, da die Kohlensäure der Luft dieselbe daraus frei macht. Zeigt ein großes Bestreben O aufzunehmen und in CNOK , cyansaures Kali, überzugehen; daher gutes Reduktionsmittel.

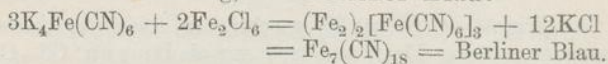
AgCN, Cyansilber. Aus KCN durch Fälln mit Silbernitratlösung erhalten, löst sich im Ueberschuß von KCN unter Bildung eines Doppelsalzes, AgCN , KCN , wieder auf.

$\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$, Ferrocyankalium, Kaliumeisencyanür, gelbes Blutlaugensalz. (*Kalium ferrocyanatum flavum*). Entsteht durch Einwirkung von KCN auf Eisenoxydsalze;

es ist kein Doppelsalz, sondern muß als das Kaliumsalz der Ferrocyanwasserstoffsäure ($\text{H}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$) angesehen werden. Gelbe, quadratische Prismen mit 3 Mol. H_2O , löslich in Wasser, nicht giftig, entwickelt mit verd. Schwefelsäure Blausäure; erhitzt zersetzt es sich:

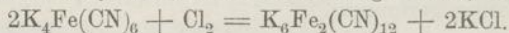


Ferrocyankalium gibt mit Eisenoxydsalzen einen tiefblauen Niederschlag, das **Berliner Blau**:



In der Technik häufig angewandt, wird das Ferrocyankalium im Großen aus stickstoffhaltigen Substanzen (Horn, Haaren, Lederabfällen) durch Schmelzen mit Eisen und Pottasche dargestellt.

Durch oxydirende Mittel, wie Chlor, geht das gelbe Blutlaugensalz in $\text{K}_6\text{Fe}_2(\text{CN})_{12}$, **Ferricyankalium**, Kaliumeisencyanid, rotes Blutlaugensalz, über:

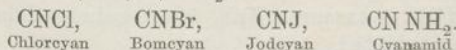


Dies ist ein Salz der Ferricyanwasserstoffsäure, $\text{H}_6\text{Fe}_2(\text{CN})_{12}$. Rote, wasserlösliche Krystalle; gibt mit Eisenoxydsalzen keinen Niederschlag, dagegen mit Eisenoxydsalzen einen blauen, das **Turnbulls Blau** ($\text{Fe}_5(\text{CN})_{12}$).

Aus den Ferrocyanverbindungen erhält man durch Salpetersäure Nitroprussidverbindungen, z. B. Nitroprussidnatrium $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5(\text{NO})$, durch welches schwefelhaltige Lösungen purpurrot gefärbt werden.

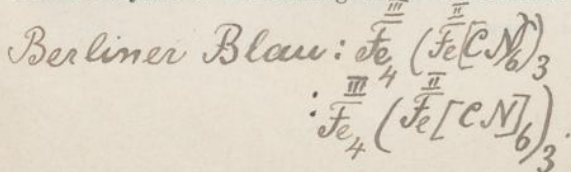
Der H der HCN, Cyanwasserstoffsäure, kann ferner ersetzt werden

1) durch Cl, Br, J, NH_2 :

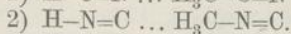
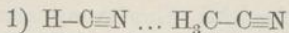


CNCl ist flüssig, $\text{C}_3\text{N}_3\text{Cl}_3$, dreifach Chlorcyan, das 3mal grössere Molekül ist fest;

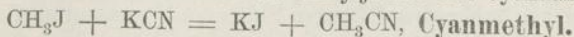
2) durch Alkyle, wodurch die **Cyanäther** entstehen, die isomer auftreten, je nachdem der Kohlenstoff des Alkoholradikals mit dem Kohlenstoff oder mit dem Stickstoff des Cyans in Verbindung tritt. So entsteht aus:



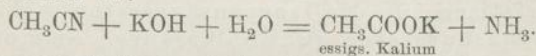
$\overset{\text{III}}{\text{Fe}}_3 \left[\overset{\text{VI}}{\text{Fe}} \left(\overset{\text{VI}}{\text{C}} \overset{\text{III}}{\text{N}} \right)_6 \right]_2$ Turnbulls Blau



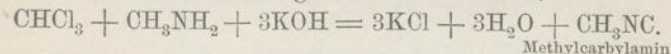
Ersteres sind die **Nitrile** oder **Cyanide**, letzteres die **Isocyanide** oder **Carbylamine**. Die Nitrile werden erhalten durch Destillation der Alkyljodide mit Cyankalium:



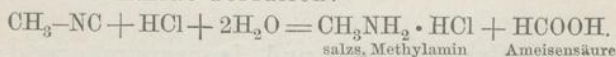
Die Nitrile sind allgemein in Wasser unlösliche, ätherisch-riechende Flüssigkeiten, spalten beim Kochen mit Alkalien oder Säuren Stickstoff in Form von Ammoniak ab:



CH_3NC , **Methylcarbylamin**, Isocyanmethyl. Die Carbylamine entstehen meist bei der Destillation von Chloroform mit Aminen bei Gegenwart von Aetzkali:

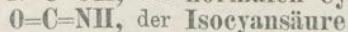
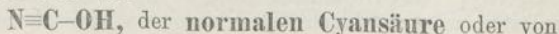


Die Carbylamine sind höchst unangenehm riechende, in Wasser schwer lösliche Flüssigkeiten, die durch Säuren zum Unterschied von den Nitrilen in Ameisensäure und Amine zerfallen:



Cyansäureverbindungen.

Wie 2 Arten der Cyanverbindungen bekannt sind, ebenso treten auch die Cyansäureverbindungen isomer auf, je nachdem sie sich von



ableiten.

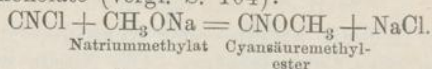
Nur die Isocyansäure ist frei bekannt, während die Cyansäure selbst nur in ihren Estern bekannt ist.

CONK , Cyansaures Kalium, Kaliumcyanat; durch Schmelzen von Cyankalium mit Mennige erhalten.

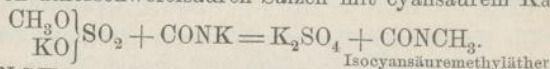
$\text{CON}(\text{NH}_4)$ Cyansaures Ammon, vergl. Harnstoff S. 95.

Die Ester der normalen Cyansäure, die Cyan-

ätholine, entstehen bei Einwirkung von Chlorcyan auf Natriumalkoholate (vergl. S. 104):

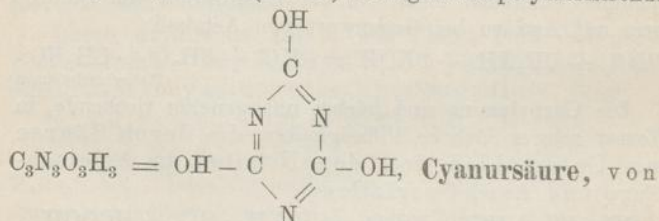


Die Ester der Isocyansäure entstehen durch Destillation von ätherschwefelsauren Salzen mit cyansaurem Kali:

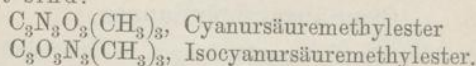


CONCH_3 zerfällt beim Kochen mit Alkalien in Methylamin und kohlensaures Kali; dies ist charakteristisch für die Isocyansäureester, während die Cyansäureester in Kohlensäure, Ammoniak und Alkohol zerfallen.

Die gew. Cyansäure (CNOH) vermag sich zu polymerisiren zu



welcher Cyanursäure- und Isocyanursäureester bekannt sind:



CH_3NO_2 , Nitromethan, isomer dem Salpetrigsäure-Methylester, entsteht durch Einwirkung von salpetrigsaurem Silber auf CH_3J . Die Nitroverbindungen gehen durch nascenten H in Amine über, vergl. S. 93. CCl_3NO_2 , Chlorpikrin oder Nitrochloroform.

Ist der Sauerstoff der Cyansäuren durch S vertreten, so entsteht:

1. $\text{N}=\text{C}-\text{SH}$, die Sulfocyansäure, Thiocyansäure oder Rhodanwasserstoffsäure;

2. $\text{S}=\text{C}=\text{NH}$, die Isothiocyansäure.

CNSK, Sulfoeyankalium, **Rhodankalium**, entsteht durch Schmelzen von Cyankalium mit Schwefel; gibt mit Eisenoxydsalzlösungen eine intensive Rotfärbung.

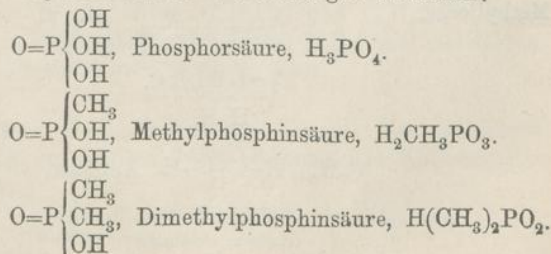
CNSNH₄, Sulfoeyanammonium, **Rhodan ammonium**, vergl. Thioharnstoff, S. 96.

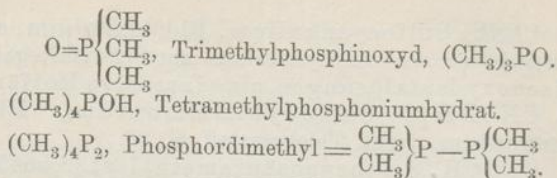
CNSCH₃, Sulfoeyansäuremethylester, aus Methyljodid und sulfoeyansaurem Kali dargestellt, geht beim Erhitzen auf 180° über in das isomere **CSNCH₃**, **Methylsenföf**. Dieser Vorgang ist charakteristisch für alle Sulfoeyansäureester. Hierbei findet also eine Umlagerung der Atome im Molekül statt. Die Ester der Isosulfoeyansäure heißen allgemein **Senföle**. Man stellt sie dar, indem man Schwefelkohlenstoff auf primäre Amine einwirken läßt und mit Quecksilberchlorid kocht.

Phosphorhaltige Derivate.

- $$\begin{array}{l} \left. \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{P} \left\{ \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{H} \end{array} \right. \\ \text{H} \end{array} \right\} \text{Phosphorwasserstoff, PH}_3. \\ \\ 1. \text{ P} \left\{ \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{H} \\ \text{H} \end{array} \right\} \text{Methylphosphin, CH}_3\text{PH}_2. \\ \\ 2. \text{ P} \left\{ \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \\ \text{H} \end{array} \right\} \text{Dimethylphosphin, (CH}_3)_2\text{PH.} \\ \\ 3. \text{ P} \left\{ \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} \right\} \text{Trimethylphosphin, (CH}_3)_3\text{P.} \end{array}$$

Durch Oxydation dieser Verbindungen entstehen:

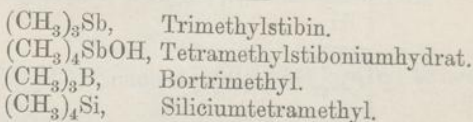




Arsenhaltige Derivate u. a.

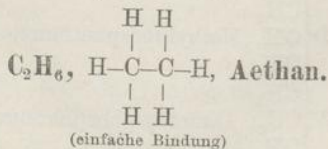
Mono- und Diarsine nicht bekannt; bekannt: $(\text{CH}_3)_3\text{As}$ = Trimethylarsin, $(\text{CH}_3)_4\text{AsOH}$, Tetramethylarsoniumhydrat, $(\text{CH}_3)_4\text{As}_2$, **Kakodyl**, Arsendimethyl = $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \text{As} - \text{As} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$, höchst unangenehm riechende, an der Luft selbstentzündliche Flüssigkeit, durch Destillation gleicher Theile Kaliumacetat und As_2O_3 erhalten.

Durch langsame Oxydation geht das Kakodyl über in:
 $(\text{CH}_3)_4\text{As}_2\text{O}$, Kakodyloxyd = $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \text{As} - \text{O} - \text{As} \begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix}$ und
 $(\text{CH}_3)_2\text{AsO}_2\text{H}$, Kakodylsäure = $\begin{matrix} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{matrix} \text{AsO}(\text{OH})$.

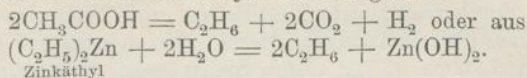


$(\text{CH}_3)_2\text{Zn}$, **Zinkmethyl**, farblose, unangenehm riechende, an der Luft sich entzündende, mit blauer Flamme brennende Flüssigkeit; entsteht durch Erhitzen von Zinkfeile mit Methyljodid.

C₂-Reihe.

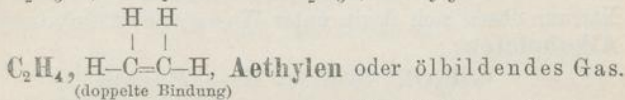


Entsteht durch Elektrolyse der Essigsäure:

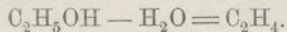


$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$, Aethylchlorid, entsteht durch Einwirkung von gasförmiger Salzsäure auf Aethylalkohol. Durch Einwirkung von Chlor wird es in die höheren Chloräthylverbindungen übergeführt: $\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$ u. s. w.

$\text{C}_2\text{H}_5\text{Br}$, Aethylbromid. $\text{C}_2\text{H}_5\text{J}$, Aethyljodid.



Entsteht beim Erhitzen von Aethylalkohol mit einem Ueberschuss von conc. Schwefelsäure, die dem Alkohol H_2O entzieht:



Farbloses, unangenehm riechendes, giftiges, mit leuchtender Flamme brennendes Gas; vereinigt sich direkt mit Cl, Br und J.

$\text{CH}_2=\text{CHCl}$, Vinylchlorid; $\text{CH}_2=\text{CH}(\text{OH})$, Vinylalkohol.

$\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$, Aethylenchlorid, Elaylchlorid, Liquor hollandicus. Dem Chloroform ähnlich riechende Flüssigkeit. Ihm isomer ist CH_3CHCl_2 , Aethylidenchlorid (die Gruppe $\text{CH}_3\text{CH}=\text{}$ führt den Namen Aethyliden).

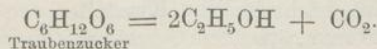
C_2H_2 , $\text{H}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{H}$, Acetylen. Seine Entstehung vergl.

(dreifache Bindung)

S. 84.

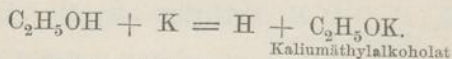
Farbloses, höchst unangenehm riechendes, mit leuchtender Flamme brennendes Gas. (Der Geruch ist beim durchgeschlagenen Bunsenbrenner wahrzunehmen). Vereinigt sich direkt mit Cl, Br, J zu $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$ und $\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_4$. Durch nascirenden Wasserstoff geht es in C_2H_4 und bei Gegenwart von Platinschwarz in C_2H_6 über.

$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, Aethylalkohol, Alkohol par excellence, Weingeist, im Großen durch Gährung aus Traubenzucker dargestellt:



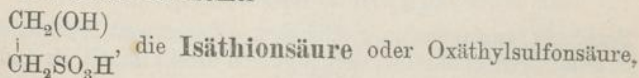
Das beigemengte Fuselöl (Amylalkohol, vergl. S. 118) wird durch fraktionirte Destillation und Stehenlassen des Alkohols über Holzkohle entfernt. Der so erhaltene Alkohol ist gewöhnlich 93 %; durch Stehenlassen über gebranntem Kalk wird er absolut.

Der reine Alkohol ist eine farblose, angenehm riechende, bei 78° siedende Flüssigkeit vom spez. Gewicht 0.806; schmeckt brennend, zieht mit Begierde Wasser an, brennt mit bläulicher, schwachleuchtender Flamme. Kalium und Natrium lösen sich darin unter Wasserstoffentwicklung zu **Alkoholaten**:

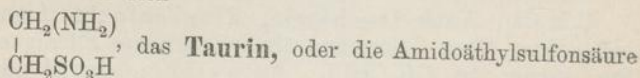


Mit conc. H_2SO_4 bildet der Aethylalkohol $\text{C}_2\text{H}_5\text{HSO}_4$, **Aethylschwefelsäure** (vergl. Methylschwefelsäure, S. 90).

Mit dieser ist isomer



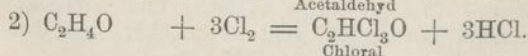
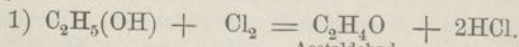
von welcher sich



ableitet. In der Galle der Ochsen.

Durch Chlorkalk geht der Alkohol in Chloroform über; durch Einleiten von Chlor in denselben entsteht:

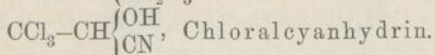
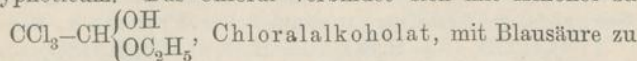
CCl_3CHO , das **Chloral**, wobei sich zuerst $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, Aldehyd bildet:



Farblose, eigentümlich riechende, bei 98° siedende Flüssigkeit. Mit Wasser gemischt entsteht:

$\text{CCl}_3-\text{CH} \begin{Bmatrix} \text{OH} \\ \text{OH} \end{Bmatrix} = \text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3\text{O}_2$, **Chloralhydrat**; durchsichtige, weiße, leicht lösliche Krystalle, von stechendem Geruch und bitterem, ätzendem Geschmack; viel angewandtes

Hypnoticum. Das Chloral verbindet sich mit Alkohol zu



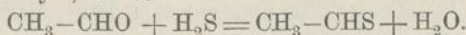
Das Chloral läßt sich zurückführen auf $\text{CH}_3 - \text{CHO} = \text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, den **Acetaldehyd**, das Oxydationsprodukt des Alkohols (mittelst Chromsäure). Angenehm riechende, bei 21° siedende Flüssigkeit, vom spez. Gewicht 0,8.

Von dem Aldehyd leitet sich ferner ab:

1) $\text{CH}_3-\text{CH} \begin{cases} \text{OH} \\ \text{NH} \end{cases}$, der Aldehydammoniak, aus dem durch Schwefelwasserstoff $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{NS}_2$, das Thialdin, entsteht.

2) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_8 = 3\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, der Paraldehyd und $\text{C}_{12}\text{H}_{24}\text{O}_6 = 6\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, der Metaldehyd, beides polymere Modificationen des Aldehyds. Bei 100° , mit wenig Salzsäure behandelt, entsteht aus dem Aldehyd $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$, Crotonaldehyd. ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$, Aldol; — $\text{C}_6\text{H}_{14}\text{O}_2$, Acetal.)

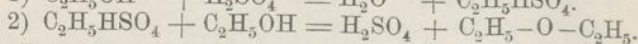
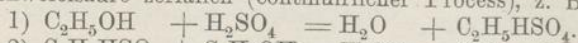
Die Aldehyde zeigen ein großes Bestreben sich höher zu oxydiren; schwach ammoniakalische Silberlösung wird zu metallischem Silber reduzirt, es entsteht ein Silberspiegel. Mit Schwefelwasserstoff bildet sich Thioaldehyd, z. B.:



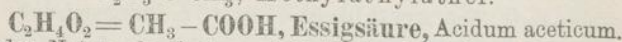
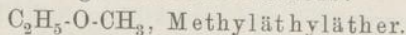
$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O} = \text{C}_2\text{H}_5 - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$, Aethoxyd, **Aether**, Schwefeläther, Aether sulfuricus. Der H des Hydroxyls im Alkohol ist also durch einen Kohlenwasserstoffrest ersetzt. Farblose, leicht bewegliche, angenehm riechende Flüssigkeit vom spez. Gew. 0,72, siedet bei 35° , ist leicht entzündlich, erzeugt durch rasches Verdunsten an der Luft bedeutende Temperatur-Erniedrigung. In Wasser schwer löslich, mischbar in allen Verhältnissen mit Alkohol; bildet mit Cl Substitutionsprodukte.

Die Aether entstehen hauptsächlich durch Erhitzen der Alkohole mit Schwefelsäure; es entstehen die Aetherschwefel-

säuren, die bei weiterem Zusatz von Alkohol in Aether und Schwefelsäure zerfallen (continuirlicher Process), z. B.:



Beispiel eines gemischten Aethers:



In der Natur als Kali- und Kalksalz in einigen Pflanzensäften, im Schweiß der Thiere. Wird dargestellt 1) durch Oxydation verdünnten Alkohols unter Beihilfe mikroskopischer Organismen, wie Essigpilz (*Mycoderma aceti*). 2) Durch trockne Destillation des Holzes (Holzessig). Die wasserfreie Essigsäure, der **Eisessig**, *Acidum aceticum glaciale*, schmilzt bei 17°, siedet bei 118°, spez. Gew. 1.055. Der Essig (*Acetum*) enthält circa 3—6% Essigsäure. Die Essigsäure ist einbasisch und bildet Salze und Ester.

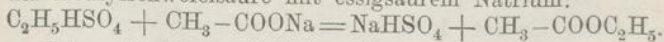
$\text{CH}_3\text{-COOK}$ (= $\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{K}$), essigsaures Kalium, *Kalium aceticum*, weißes, zerfließliches Salz, als *Liquor Kalii acetici* gebraucht.

$\text{CH}_3\text{-COONa}$, essigsaures Natrium, in der Färberei als *Rotsalz* gebraucht.

$(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2\text{Cu}$, essigsaures Kupfer, als *Aerugo* in der Pharmazie benützt; der *Grünspahn* ist basisch essigsaures Kupfer.

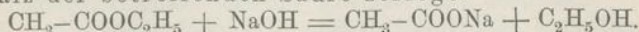
$(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2\text{Pb} + 3\text{H}_2\text{O}$, essigsaures Blei, **Bleizucker**. Große Krystalle von süßlichem, widerlich metallischem Geschmack, verwittert an der Luft, giftig. Die concentrirte Lösung vermag noch 2 Mol. PbO aufzunehmen und bildet den officinellen *Bleieisig* (*Liquor plumbi subacetici*).

$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 = \text{CH}_3\text{-COOC}_2\text{H}_5$, Essigsäureäthylester, **Essigäther**, *Aether aceticus*, entsteht bei der Destillation der Aethylschwefelsäure mit essigsaurem Natrium:

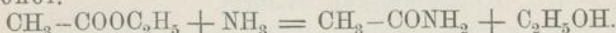


Klare, farblose, flüchtige Flüssigkeit, von angenehm erfrischendem Geruche, bei 75° siedend, spez. Gew. 0.9. Zersetzt sich leicht in Essigsäure und Alkohol bei Gegenwart von Wasser; ist daher wasserfrei aufzubewahren.

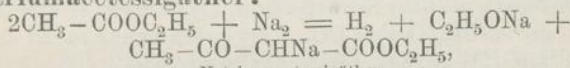
Die Aether der organischen Säuren werden durch Kochen mit Alkalien in Alkohol und das Salz der betreffenden Säure zerlegt:



Mit Ammoniak bilden sie Säureamide und Alkohol:



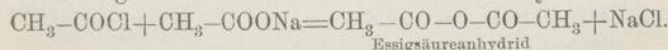
Wirkt metallisches Natrium auf Essigäther, so entsteht unter Wasserstoffentwicklung neben Natriumalkoholat der **Natriumacetessigäther**:



Natriumacetessigäther

der durch Säuren in $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_2\text{-COOC}_2\text{H}_5$, den **Acetessigäther**, übergeht.

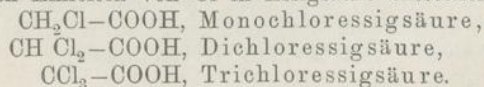
Tauscht die Essigsäure (mit PCl_5 behandelt) ihr Hydroxyl gegen Cl aus, so entsteht $\text{CH}_3\text{-COCl}$, **Acetylchlorid**, ein **Säurechlorid**. Die Säurechloride tauschen ihr Cl leicht aus gegen OH, NH_2 und Alkoholradicale; mit den Salzen organischer Säuren bilden sie die **Anhydride**:



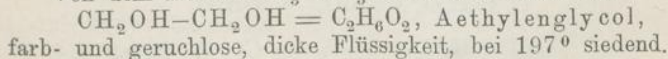
Essigsäureanhydrid

$\text{CH}_3\text{-CONH}_2$, **Acetamid**, farblos krystallisirende, eigenthümlich riechende Substanz, wird durch P_2O_5 (durch Wasserentziehung) in $\text{CH}_3\text{-CN}$, Acetonitril oder Cyanmethyl übergeführt. $(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{NH}$, Diacetamid; $(\text{CH}_3\text{CO})_3\text{N}$, Triacetamid.

Durch Einleiten von Cl in Essigsäure entstehen:



Von dem Aethan $\text{CH}_3\text{-CH}_3$ leiten sich ferner ab:



Die **Glykole** sind allgemein dicke, mit Wasser sich mischende Flüssigkeiten, die sich wie Alkohole verhalten. Sie lösen Kalium und Natrium zu Alkoholaten, bilden

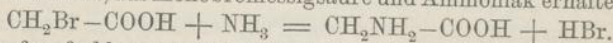
mit Halogenwasserstoffen Halogenderivate der Kohlenwasserstoffe oder primären Alkohole.

Aus dem Aethylenglycol entsteht durch Digestion mit Salzsäure $\text{CH}_2\text{Cl}-\text{CH}_2(\text{OH})$, Glycolchlorhydrin, das durch KOH in das dem Aldehyd CH_3-CHO isomere $\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2$, Aethylenoxyd übergeht.

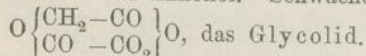
$\text{CH}_2(\text{OH})-\text{COOH} = \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_3$, **Glycolsäure** oder Oxyessigsäure, aus Monochloressigsäure durch Kochen mit Wasser oder durch AgOH^* erhalten. Weiße, dicke, syrupartige Masse, die über Schwefelsäure krystallisirt. Durch PCl_3 geht sie in $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{COCl}$, Glycolsäurechlorid über.

$\text{CH}_2(\text{OH})-\text{CONH}_2$, Glycolsäureamid.

$\text{CH}_2\text{NH}_2-\text{COOH}$, **Amidoessigsäure**, **Glycocoll**, Leimzucker, aus Monobromessigsäure und Ammoniak erhalten:



Große, farblose, rhomboëdrische Krystalle, löslich in Wasser, unlöslich in Alkohol. Schwache Säure. Ihr Anhydrid ist

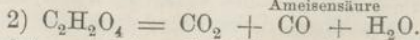
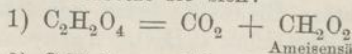


$\text{CHO}-\text{CHO}$, Glyoxal.

$\text{CHO}-\text{COOH}$, Glyoxalsäure.

$\text{COOH}-\text{COOH} = \text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$, **Oxalsäure**, **Kleesäure**, Acidum, oxalicum. Zweibasische Säure. Im Thier- und Pflanzenreich (Oxalis acetosella, Rumexarten etc.) in Salzform sehr verbreitet. Früher aus Oxalis acetosella, jetzt fabrikmäßig aus Sägemehl durch Schmelzen mit Kali- oder Natronhydrat dargestellt. Entsteht durch Oxydation der Fette, des Zuckers, des Gummi, der Stärke. Große, wasserhelle Krystalle mit 2 Mol. Krystallwasser. In Wasser leicht löslich, giftig.

Bei Erhitzen zersetzt sie sich:

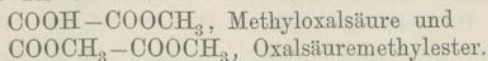


Sie wirkt reduzierend, indem sie in Kohlensäure übergeht.

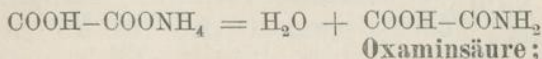
*) Feuchtes Silberoxyd.

COOH-COOK, saures oxalsaures Kalium, Klee-
salz.

Ester der Oxalsäure:

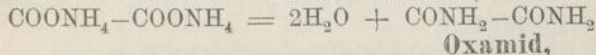


Durch Erhitzen des sauren oxalsauren Ammons entsteht:



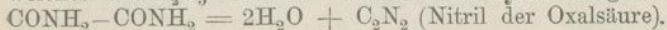
Oxaminsäure;

wendet man neutrales oxalsaures Ammon an, so entsteht:



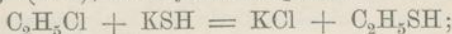
Oxamid,

welches mit P_2O_5 auf 150° erhitzt in **Dicyan** übergeht:



Schwefelsubstitutionsproducte.

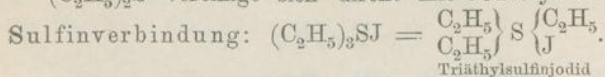
$\text{C}_2\text{H}_5\text{-(SH)}$, Aethylmercaptan:



ekelhaft riechende Flüssigkeit, geht durch rauchende Sal-
petersäure in $\text{C}_2\text{H}_5\text{.HSO}_3$, Aethylsulfonsäure über.

$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{S}$, Aethylsulfid, Schwefelaethyl, knoblauch-
artig riechende Flüssigkeit, die durch rauchende HNO_3 in
 $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{SO}_2$, Diäthylsulfon übergeht.

$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{S}$ vereinigt sich direkt mit Jodäthyl zu einer



$(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{S}_2$, Aethylbisulfid.

$\text{C}_2\text{H}_4\text{S}$, Sulfaldehyd, durch Durchleiten von Schwefel-
wasserstoff durch Aldehyd erhalten, polymerisationsfähig.

$\text{CH}_3\text{-COSH}$, Thiacetsäure.

Die Aethylamine entstehen analog den Methylaminen
(vergl. dort).

Von dem Aethylenchlorid lassen sich ableiten:

$\text{C}_2\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$, Aethylendiamin.

$(\text{C}_2\text{H}_4)_2(\text{NH})_2$, Diäthylendiamin.

$(\text{C}_2\text{H}_4)_3\text{N}_2$, Triäthylendiamin.

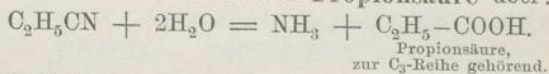
Von dem Glycolchlorhydrin leitet sich das in der Galle aufgefundene und durch Alkali aus den weissen Senfsamen zu erhaltende Cholin od. Sinkalin, $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{OH}$ ab; mit HJ geht es in $\text{CH}_2\text{J}-\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_3)_3\text{J}$, Trimethyljodäthylammoniumjodid über, welches durch AgOH in

CH_2-O
 $\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_3)_3$ Neurin, in der Gehirnsubstanz enthalten, übergeht.

$\text{CO}-\text{O}$
 $\text{CH}_2-\text{N}(\text{CH}_3)_3$, das Oxyneurin ist in der Runkelrübe (Beta vulgaris) enthalten und heist Betaïn.

$\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$, Nitroäthan, isomer dem Salpetrigsäureäthylester.

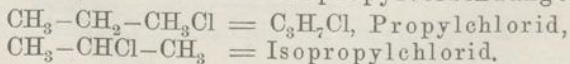
$\text{C}_2\text{H}_5\text{CN}$, Cyanäthyl, geht durch Kochen mit Säuren und Alkalien in Ammoniak und Propionsäure über:



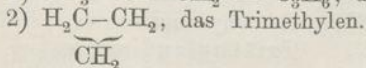
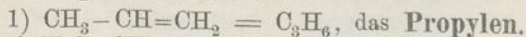
$\text{C}_2\text{H}_5\text{NC}$, Isocyanäthyl, Aethylcarbylamin. Die Cyansäure-, Isocyansäure-, Cyanursäure-Ester des Aethyans entstehen analog denen des Methans; ebenso das Sulfocyanäthyl und Aethylsenföf.

C_3 -Reihe.

$\text{C}_3\text{H}_8 = \text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, Propan. Von dem Propan leiten sich eine viel grössere Menge Derivate als vom Aethan ab. Findet der Austausch in der CH_3 -Gruppe statt, so entstehen Propylverbindungen, findet er in der CH_2 -Gruppe statt, so entstehen die Isopropylverbindungen:



Vom Propan leiten sich ab:

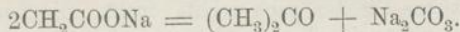


3) $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$, das **Allylen**, durch Kochen des Propylenbromids mit alkoholischer Kalilauge entstanden. Bildet mit Br: $\text{CH}_3\text{-CBr}=\text{CHBr}$, Allylendibromid, und $\text{CH}_3\text{-CBr}_2\text{-CHBr}_2$, Allylentetrabromid.

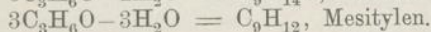
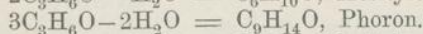
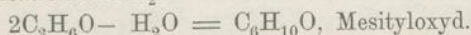
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH} = \text{C}_3\text{H}_8\text{O}$, **Propylalkohol**, geht durch Oxydation in $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO}$, **Propionaldehyd**, und $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-COOH}$, **Propionsäure** über.

$\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$, **Isopropylalkohol**, geht durch Oxydation in $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 = \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, **Aceton**, und schliesslich in **Essigsäure** und **Ameisensäure** über.

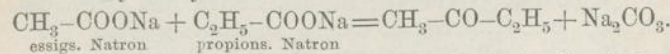
Die bei der Oxydation des Alkohols entstehenden Produkte zeigen demnach die Verschiedenheit beider Alkohole an. Das **Aceton** entsteht bei der trocknen Destillation des Holzes, des Zuckers, der Weinsäure und wird dargestellt durch trockne Destillation des essigsuren Natriums:



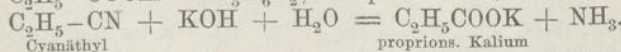
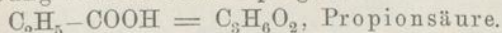
Das **Aceton** bildet mit Cl Substitutionsprodukte. Durch Polymerisation und H_2O -Austritt entstehen aus dem Aceton:



Neben den einfachen **Ketonen**, wie $\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 =$ Dimethylketon, $\text{C}_2\text{H}_5\text{-CO-C}_2\text{H}_5 =$ Diäthylketon etc. kennt man auch gemischte **Ketone**, wie $\text{CH}_3\text{-CO-C}_2\text{H}_5 =$ Methyläthylketon:



Die **Ketone** verhalten sich meist wie die Aldehyde, geben jedoch mit ammoniakalischer Silberlösung keinen Silberspiegel.

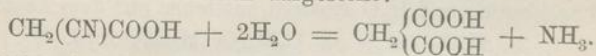


Im Schweifs, im Magensaft, in den Blüten von *Achillea millefolium*.

$\text{CH}_2(\text{OH})\text{-CH}_2\text{-CH}_2(\text{OH})$, normaler Propylglycol, geht durch Oxydation in $\text{CH}_2(\text{OH})\text{-CH}_2\text{-COOH} = \text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$,

Propylglycolsäure, **Aethylenmilchsäure** oder Hydracrylsäure über. Der Milchsäure ähnlich. Durch Oxydation liefert sie $\text{CO(OH)-CH}_2\text{-CO(OH)}$, **Malonsäure**, während sie beim Erhitzen unter H_2O -Abspaltung in $\text{CH}_2=\text{CH-COOH} = \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$, **Acrylsäure**, übergeht.

Durch Oxydation des Isopropylglycols entsteht $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-COOH}$, **Milchsäure**, Isopropylglycolsäure, Acidum lacticum. In der sauren Milch, im Sauerkraut, in den sauren Gurken und im Magensaft. Dicker Syrup, spez. Gew. 1.215, mit Alkohol, Aether und Wasser mischbar. Entsteht aus Zucker durch Milchsäuregärung. Geht beim Erhitzen auf 260° in Lactid $= \text{C}_6\text{H}_8\text{O}_4$ über. Eine besondere Modifikation der Gährungsmilchsäure ist die im Muskelsaft vorkommende Fleischmilchsäure, die zum Unterschied von der gewöhnlichen Milchsäure die Ebene des polarisirten Lichtes nach rechts dreht. Die bereits erwähnte Malonsäure wird aus Cyanessigsäure durch Kochen mit Säuren oder Alkalien dargestellt:



Blattförmige Krystalle; 2 basisch.

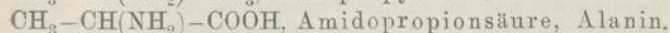
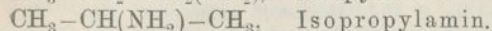
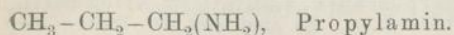
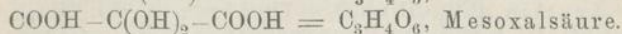
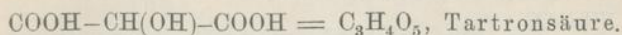
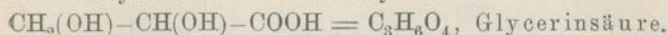
Wird in jeder C-Gruppe des Propans 1H zu OH oxydirt, so entsteht: $\text{CH}_2(\text{OH})\text{-CH(OH)-CH}_2(\text{OH}) = \text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3 = \text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3$, **Glycerin**; in den Fetten und Oelen des Pflanzen- und Thierreichs, welche zusammengesetzte Ester des Glycerins mit Säuren von hohem C-Gehalt, wie Oelsäure, Stearinsäure, Palmitinsäure sind. Aus den Fetten wird es fabrikmäßig durch Behandeln derselben mit überhitztem Wasserdampf dargestellt.

Syrupartige, farb- und geruchlose, süße Flüssigkeit, spez. Gew. 1.23, siedet bei 290° . Mit Wasser und Alkohol mischbar, nicht mit Aether.

$\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$, Glycerinalpetersäureester, **Nitroglycerin**, gibt mit Kieselguhr gemischt Dynamit.

Durch Chlorwasserstoffsäure bilden sich aus Glycerin: **Chlorhydrine**, z. B. $\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_2\text{Cl}$, Monochlorhydrin. Dem-

entsprechend: Bromhydrine und Chlorbromhydrine.
Entsprechend den Polyglycolen kennt man Polyglycerine.
Durch Oxydation entsteht aus Glycerin:

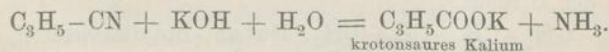


Allylreihe.

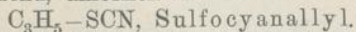
Ihre Verbindungen unterscheiden sich von den Propylverbindungen durch einen Mindergehalt von 2H und gehen leicht (durch Cl, Br und nascirenden H) in Propylverbindungen über.

$\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2\text{OH} = \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, Allylalkohol, ist isomer dem Propionaldehyd, dem Aceton und den Propylenoxyden. Stechend riechende, bei 96° siedende Flüssigkeit, aus $\text{C}_3\text{H}_5\text{J}$, Allyljodid, erhaltbar. Geht durch Oxydation über in den Aldehyd: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CHO} = \text{C}_3\text{H}_4\text{O}$, Acrolein und $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH} = \text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$, Acrylsäure.

$\text{C}_3\text{H}_5-\text{CN}$, Allyleynid, geht durch Kalilauge in Crotonsäure über:

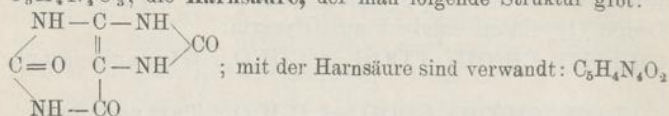


$\text{C}_3\text{H}_5-\text{NCS}$, Allylsenföl, Senföl par excellence, Oleum sinapis, gewonnen aus dem Samen von Sinapis nigra, gelbliche Flüssigkeit, von sehr scharfem Geruch, bei 149° siedend, unlöslich in Wasser.



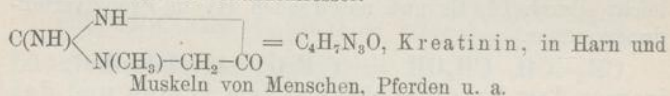
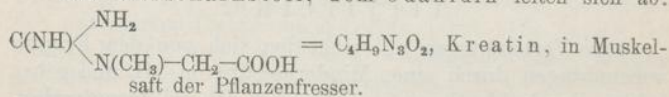
$(\text{C}_3\text{H}_5)_2\text{S}$, Allylsulfid, Knoblauchöl, in den Zwiebeln von Allium sativum.

Ein complicirtes hierhergehörendes Derivat des Harnstoffs ist $C_5H_4N_4O_3$, die **Harnsäure**, der man folgende Struktur gibt:



= Xanthin, $C_7H_8(\text{CH}_3)_2N_4O_2$ = Theobromin, $C_8H_{10}(\text{CH}_3)_3N_4O_2$ = Caffein, $C_5H_4N_4O$ = Hypoxanthin, $C_7H_8N_5O$ = Guanin; ferner $C_8H_8N_5O_3$ = Purpursäure, $C_5H_4N_4O_7$ = Alloxantin, $C_4H_6N_4O_3$ = Allantoin u. a. Es sind dies die Diureide, Verbindungen, in die 2 Mol. Harnstoff eingetreten sind. Die Monureide sind amidartige Verbindungen 2basischer Säuren mit 1 Mol. Harnstoff, z. B. $C_3H_2N_2O_3$ = Parabansäure, $C_4H_4N_2O_3$ = Barbitursäure, $C_4H_4N_2O_4$ = Dialursäure, $C_4H_2N_2O_4$ = Alloxan u. a.

Vom Imidoharnstoff, dem Guanidin leiten sich ab:



C_4 -Reihe.

C_4H_{10} , **Butan**. Die Zahl der hiervon sich ableitenden Isomerien ist, wie leicht ersichtlich, bedeutend größer als bei der C_3 -Reihe.

$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$, Butan, Butylwasserstoff.

$\text{CH}_3-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_3$, **Isobutan**, Isobutylwasserstoff.



Durch Substitution eines H entstehen allein schon 4 Isomerien:

1) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2(\text{OH})$, normaler Butylalkohol.

2) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_3$, secundärer Butylalkohol.

3) $\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$, Isobutylalkohol.

4) $\begin{array}{c} \text{CH}_2(\text{OH}) \\ | \\ \text{CH}_3\text{-C(OH)-CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array}$, tertiärer Butylalkohol,
Trimethylcarbinol.

Die **primären** oder **normalen Alkohole**, d. h. solche, bei welchen OH in die CH_2 -Gruppe eingetreten ist, liefern bei der Oxydation Aldehyd und eine Säure.

Die **secundären Alkohole**, d. h. solche, bei welchen OH in die CH -Gruppe eingetreten ist, liefern Ketone und Säuren von geringerem C-Gehalt.

Die **tertiären Alkohole**, d. h. solche, bei denen OH in die C -Gruppe eingetreten ist, liefern direkt Säuren mit geringerem Kohlenstoffgehalt.

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CHO}$, Butyraldehyd.

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH} = \text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$, Buttersäure, als Glycerinester in der Butter, im Johannisbrot, dem Schweiß und der Muskelflüssigkeit. Farblose, starksaure, unangenehm ranzig riechende Flüssigkeit, siedet bei 164° .

$\text{CH}_3\text{-CH-CH}_3$, Isobutyraldehyd.

$\begin{array}{c} \text{CHO} \\ | \\ \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \\ | \\ \text{COOH} \end{array} = \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH} \\ | \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{-COOH}$, Isobuttersäure.

Der Buttersäure ähnlich, siedet bei 154° .

Von der Buttersäure leiten sich 4 Glycole und 4 Butylglycolsäuren oder Oxybuttersäuren ab: die α -, β -, γ - und Oxyisobuttersäure.

(Man bezeichnet sie mit α , β und γ , um die Stellung der OH-Gruppen (allgemein: der Radikale) zu einander anzugeben, je nachdem dieselben benachbart oder durch 1 oder 2 Kohlenstoffatome von einander getrennt sind).

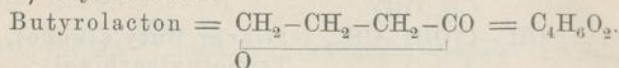
1) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH(OH)-CO(OH)}$, α -Oxybuttersäure.

2) $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_2\text{-CO(OH)}$, β -Oxybuttersäure.

3) $\text{CH}_2(\text{OH})\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO(OH)}$, γ -Oxybuttersäure.

Alle γ -Oxysäuren spalten leicht Wasser ab und

bilden neutrale Verbindungen, **Lactone**; so liefert z. B. die γ -Oxybuttersäure



Von der Buttersäure leiten sich ferner ab:

1) $\text{COOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH} = \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_4$, **Bernsteinsäure**, Succinylsäure. Im Bernstein; gewöhnlich durch trockene Destillation daraus dargestellt. Krystallisiert in großen Prismen, löslich in Wasser, ist 2basisch, bildet mit Basen 2 Reihen von Salzen. Durch wiederholte Destillation geht sie über in $\left. \begin{array}{l} \text{CH}_2 - \text{CO} \\ \text{CH}_2 - \text{CO} \end{array} \right\} \text{O}$, Bernsteinsäureanhydrid.

Durch Brom entstehen:

$\text{COOH} - \text{CH}_2 - \text{CHBr} - \text{COOH}$, Monobrombernsteinsäure und

$\text{COOH} - \text{CHBr} - \text{CHBr} - \text{COOH}$, Dibrombernsteinsäure, $\text{CH}_3 - \underset{\text{COOH}}{\text{CH}} - \text{COOH}$, Isobernsteinsäure, Aethylidenbernsteinsäure.

2) $\text{COOH} - \text{CH}_2 - \underset{\text{COOH}}{\text{CH}}(\text{OH}) - \text{COOH} = \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_5$, **Apfelsäure**, in unreifen Äpfeln, Weintrauben, Vogelbeeren, den Crassulaceen etc. Zerfließliche bei 100° schmelzbare, in Wasser lösliche Krystalle. Kommt in 3 optisch verschiedenen Modifikationen vor, rechts-, linksdrehend und inaktiv. Wird dargestellt aus der Brombernsteinsäure durch Kochen mit Silberoxyd und aus der Weinsäure (vergl. unten) durch Erhitzen mit Jodwasserstoffsäure.

$\text{COOH} - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$, Asparaginsäure, Amidobernsteinsäure.

$\text{CO}(\text{NH}_2) - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{NH}_2) - \text{COOH}$, **Asparagin**, in den Spargeln und in den Keimen vieler Pflanzen.

$\text{CH}_3 - \underset{\text{COOH}}{\text{C}}(\text{OH}) - \text{COOH}$, Isoäpfelsäure.

3) $\text{COOH} - \underset{\text{COOH}}{\text{CH}}(\text{OH}) - \underset{\text{COOH}}{\text{CH}}(\text{OH}) - \text{COOH} = \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$, **Weinsäure**, Acidum tartaricum. Farblose, säulenförmige, luftbeständige, beim Erhitzen verkohlende Krystalle. In

den Trauben. Entsteht aus Bibrombernsteinsäure durch Kochen mit Silberoxyd.

$C_4H_5KO_6$, saures weinsaures Kalium, **Weinstein**,
Tartarus, in kaltem Wasser sehr schwer löslich.

$C_4H_4K_2O_6$, neutrales weinsaures Kalium.

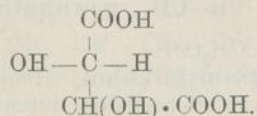
$C_4H_4KNaO_6 + 4H_2O$, weinsaures Kalium-Natrium,
Tartarus natronatus, Seignettesalz.

$C_4H_4K(SbO)_6 + \frac{1}{2}H_2O$, weinsaures Antimonyl-
Kalium, Tartarus stibiatus, Brechweinstein.

Physikalisch lassen sich 4 Modificationen der Weinsäure unterscheiden:

- a. die inactive Weinsäure, polarisirt das Licht nicht.
- b. die Traubensäure, ebenfalls inactive, läßt sich jedoch optisch activ machen, wobei sie in
- c. die Rechtsweinsäure, rechtsdrehend, und in
- d. die Linksweinsäure, linksdrehend, übergeht.

Die Traubensäure entsteht durch Oxydation von Mannit, Dulcitol und Schleimsäure (vergl. S. 120). Alle optisch activen Substanzen haben mindestens 1 Kohlenstoffatom, das mit 4 verschiedenen Radikalen gesättigt ist; d. h. die optisch activen Substanzen müssen mindestens einen **assymetrischen Kohlenstoff** enthalten, wie z. B. die Weinsäure:

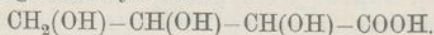


Wird die Assymetrie des Kohlenstoffs durch irgend welche Umstände zerstört, so wird die Substanz inactive.

Die Weinsäure geht bei 150° unter Wasserabspaltung in $C_8H_{10}O_{11}$, Diweinsäure, bei 180° in $C_8H_8O_{10}$, Weinsäureanhydrid oder Tartrelsäure über. Bei der trocknen Destillation liefert sie unter anderen Produkten $C_5H_8O_4$, Brenzweinsäure und $C_3H_4O_3$, Brenztraubensäure.

$CH_2(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CH_2(OH) = C_4H_{10}O_4$,
Erythrit, vierwerthiger Alkohol, geht durch Salpetersäure

in $C_4H_6(ONO_2)_4$, Nitroerythrit, über, gerade wie Glycerin in Nitroglycerin. Ebenso kennt man die der Glycerinsäure analoge Erithrytsäure:

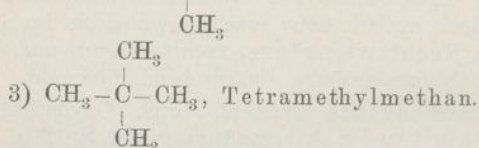


Die weiteren Butylverbindungen bilden sich analog den Propylverbindungen.

C₅ - Reihe.

C₅H₁₂, Pentan, Quintan, kommt in 3 Isomerien vor:

- 1) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$, normales Pentan.
- 2) $CH_3-CH_2-\underset{\substack{| \\ CH_3}}{CH}-CH_3$, Isopentan.



Von 8 möglichen Alkoholen sind 7 bekannt; hiervon sind 1. primär:

a. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2(OH) = C_5H_{12}O$, normaler Amylalkohol.

b. $CH_3-CH_2-\underset{\substack{| \\ CH_2(OH)}}{CH}-CH_3$, gewöhnlicher Amyl-

alkohol, Gährungsamylalkohol, Hauptbestandteil des Fuselöls. Wird von Rohspiritus durch Destillation getrennt. Farblose, unangenehm riechende, bei 131° siedende Flüssigkeit. Von seinen Derivaten wird $C_5H_{11}ONO$, Amylnitrit, Amylium nitrosum, — eine gelbliche, flüchtige, fruchtartig riechende Flüssigkeit, — in der Medizin verwandt.

c. activer Amylalkohol (linksdrehend).

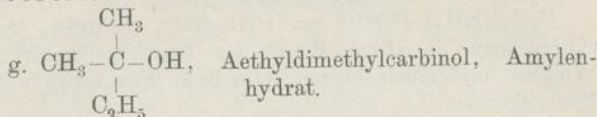
2. secundär:

d. Isopropylmethylcarbinol.

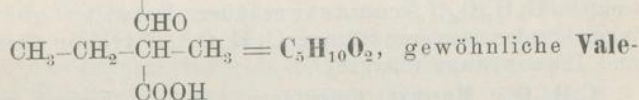
e. Propylmethylcarbinol.

f. $C_2H_5CH(OH)C_2H_5$, Diäthylcarbinol.

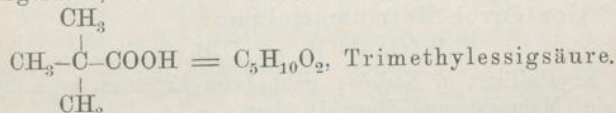
3. tertiär:


 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$, normaler Valeraldehyd.

 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} = \text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$, normale Valeriansäure.

 $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}-\text{CH}_3$, gewöhnlicher Valeraldehyd.
riansäure, **Baldriansäure**, Acidum valerianicum.

In der Baldrianwurzel, *Valeriana officinalis*. Aus derselben oder durch Oxydation des Gährungsamylalkohols dargestellt; bildet mit Wismuth und Zink Salze.



Die hierher gehörenden Dicarbonsäuren (von der Formel $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$) sind:

- 1) $\text{COOH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$, Glutarsäure,
- 2) die Brenzweinsäure, 3) die Aethylmalonsäure, 4) die Dimethylmalonsäure.

C₆-Reihe.

C₆H₁₄, Hexan. 5 Hexane sind bekannt.

C₆H₁₃OH, normaler Hexylalkohol als Buttersäure-ester im ätherischen Oel des Samens von *Heracleum giganteum*.

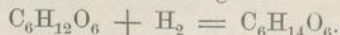
C₆H₁₁-COOH = C₆H₁₂O₂, Capronsäure, einbasisch, in der Ziegenbutter.

$C_5H_{10}(OH)-COOH$, Leucinsäure, eine Glycolsäure.
 $C_5H_{10}(NH_2)-COOH = C_6H_{13}NO_2$, **Leucin**, Amidocaprönsäure, in altem Käse, der Bauchspeicheldrüse, in Wicken- und Kürbiskeimen, ständiges Fäulnisprodukt der Eiweiskörper.

$C_6H_8O_7 = C_3H_4(OH)(COOH)_3$, **Citronensäure**, Oxycitricarbalylsäure, Acidum citricum, frei in Citronen, Orangen, Preiselbeeren. Aus Citronensaft dargestellt. Grosse rhombische Prismen mit 1 Mol. H_2O . Dreibasisch.

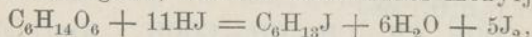
Beim Erhitzen über 150° geht sie unter Wasserabspaltung in $C_6H_6O_6$, Aconitsäure über, die weiter erhitzt in die beiden isomeren Säuren, $C_5H_6O_4$, Citraconsäure und Itaconsäure übergeht.

$C_6H_{14}O_6$, **Mannit**, 6werthiger Alkohol. Kommt vor in Larix europaea, Viburnum Opulus, Sellerie, Syringa vulgaris, Agaricus integer; hauptsächlich in der Mannasche, Fraxinus ornus, deren eingetrockneter Saft die Manna bildet. Dargestellt aus Fruchtzucker mittelst Reduktion durch Natriumamalgam:



Krystallisirt in Nadeln; geht beim Erhitzen in Anhydride (Mannitan und Mannid) über.

Mit HJ digerirt, liefert er sekundäres Hexyljodid:



mit HNO_3 : $C_6H_8(ONO_2)_6$, **Nitromannit**, der mit HNO_3 oxydirt $C_6H_{10}O_8$, **Zuckersäure** liefert.

Isomer dem Mannit ist der **Dulcit**, welcher bei der Oxydation der Zuckersäure isomere **Schleimsäure**, $C_6H_{10}O_8$ liefert. $C_6H_8(ONO_2)_6$, Nitrodulcit.

Die Zuckersäure ist zerfließlich und krystallisirt nicht, während die Schleimsäure krystallisirt.

$C_6H_{12}O_5$, Quercit und Pinit, in den Eicheln, resp. im Harze von Pinus lambertiana, unterscheiden sich von Mannit durch einen Mindergehalt von 1 Mol. H_2O .

Kohlenhydrate.

Als solche bezeichnet man 3 in der Natur weitverbreitete, nahe verwandte Gruppen, die 6 oder ein Multipolum von 6 Kohlenstoffatomen und außerdem H und O in demselben Verhältnis wie im Wasser besitzen:

- 1) Die Traubenzuckergruppe = $C_6H_{12}O_6$.
- 2) Die Rohrzuckergruppe = $C_{12}H_{22}O_{11}$.
- 3) Die Cellulosegruppe = $(C_6H_{10}O_5)_n$.

1) Die **Traubenzuckergruppe, $C_6H_{12}O_6$** , oder **Glycosen**. Süß schmeckende, meist krystallisirende, in Wasser leicht, in Alkohol schwer, in Aether unlösliche Verbindungen; dem Mannit sehr ähnlich, unterscheiden sie sich von ihm durch ihre Gährungsfähigkeit und reducirenden Eigenschaften. Sie können betrachtet werden als Aldehydalkohole, Ketonalkohole oder äthylenoxydartige innere Anhydride von Aldehyd- oder Ketonhydraten.

Die Glycosen vermögen, mit Ausnahme von Lactose, Arabinose und Sorbin, zu vergähren. Mit Basen, z. B. Kalk, bilden sie **Saccharate** (Alkoholate), die durch CO_2 zersetzt werden. Sie sind leicht zu oxydiren und reduciren daher Fehling'sche Lösung (Kupfervitriollösung mit Kalilauge und Seignettesalz versetzt). Beim Erhitzen gehen sie in caramelartige Verbindungen über und verkohlen zuletzt.

$C_6H_{12}O_6 + H_2O =$ **Traubenzucker, Dextrose**. In süßen Früchten, im Honig, im Harn bei Diabetes. Durch Kochen von Cellulose, Stärke und Rohrzucker mit verdünnter H_2SO_4 erhaltbar. Weiß, körnige Masse, gibt bei 70° Wasser ab und schmilzt bei 146° . Rechtsdrehend.

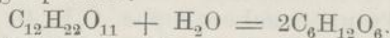
$C_6H_{12}O_6$, **Fruchtzucker, Lävulose**, fast stets neben Dextrose vorkommend. Linksdrehend. Krystallisirt schwer, gewöhnlich gummiartig.

Mannitose, aus Mannit durch Oxydation erhalten, optisch inactiv.

Galactose, neben Dextrose aus Milchzucker durch verdünnte Säure erhalten, rechtsdrehend.

Arabinose, aus arabischem Gummi; rechtsdrehend.
Inosit, Sorbin, Eucalyn, Dambose.

2) Die **Rohrzuckergruppe**, $C_{12}H_{22}O_{11}$. Aetherartige Anhydride der Glycosen. Krystallisiren leichter als die Glycosen, schmecken süß und zeigen ähnliche Löslichkeitsverhältnisse, sind optisch aktiv und gähren mit Ausnahme der Maltose nicht direkt, sondern erst nach ihrer Spaltung. Durch Kochen mit verdünnten Mineralsäuren oder durch **Fermente*** (Diastase) werden sie unter H_2O -Aufnahme in Glycosen gespalten:



Diesen Vorgang nennt man **Inversion** und das erhaltene Zuckergemenge **Invertzucker**. Mit Basen entstehen Saccharate, z. B. $C_{12}H_{22}O_{11} + 3CaO$.

$C_{12}H_{22}O_{11}$, **Rohrzucker**, Saccharose, in der Runkelrübe, im Zuckerrohr und vielen anderen Pflanzen. Große monokline Prismen. Liefert bei stärkerem Erhitzen braunes, bitter-schmeckendes **Caramel**. Zerfällt durch verdünnte Säuren in Dextrose und Lävulose.

$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$, **Milchzucker**, Lactose, in der Milch der Säugethiere; durch Eindampfen der süßen Molken erhalten; krystallisirt in rhombischen Prismen, wenig süß, verliert das Krystallwasser bei 130° und schmilzt bei 205° . Spaltbar in Dextrose und Galactose. Erleidet Milchsäuregähung.

$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$, **Malzzucker**, Maltose, entsteht aus Stärke beim Keimen des Getreides durch Diastase.

Melitose, Melezitose und Mycose.

3) Die **Cellulosegruppe** $(C_6H_{10}O_5)_n$. Anhydride der Glycosen: $C_6H_{12}O_6 - H_2O = C_6H_{10}O_5$. Amorph, geschmacklos, in Alkohol und Aether unlöslich, theils löslich in Wasser. Durch verdünnte Säuren oder durch Fermente werden die Cellulosen durch H_2O -Aufnahme in Glycosen gespalten. Meist optisch aktiv.

*) Fermente sind Eiweißkörper, die unter eigener Zersetzung gewisse chemische Umsetzungen hervorzurufen vermögen. Die Diastase ist ein Ferment, das sich beim Keimen der Gerste bildet.

$(C_6H_{10}O_5)_n$, **Cellulose**, als Pflanzenmembran, Baumwolle, Hollundermark, Holzfaser, Filtrirpapier etc. Weißes, unlösliches, amorphes Pulver. Nur von ammoniakalischer Kupferoxydlösung gelöst, woraus sie durch Säuren wieder gefällt wird. Mit wenig verdünnter Schwefelsäure behandelt liefert sie **Pergament**, mit einem Gemisch von conc. HNO_3 und H_2SO_4 Nitrocellulose, Pyroxylin oder **Schiefsbaumwolle** und **Collodiumwolle**, einen weniger nitrirten Körper, dessen Lösung in einem Gemisch von Alkohol und Aether als **Collodium** bekannt ist.

$(C_6H_{10}O_5)_n$ = **Stärke, Amylum**, in Getreidekörnern, Kartoffeln, im Samen der Leguminosen, Kastanien etc. Weißes, in kaltem Wasser unlösliches, sehr hygroskopisches Pulver, besteht — mikroskopisch betrachtet — aus runden, verschieden großen Körnern mit einem inneren Kern. In heißem Wasser quellen die Stärkekörner auf, lösen sich teilweise und bilden den **Stärkekleister**. Stärke und Stärkekleister werden von Jod **blau** gefärbt. Mit verdünnten Säuren bildet die Stärke Dextrin und Dextrose, durch Diastase Dextrin und Maltose.

$C_6H_{10}O_5$, **Dextrin**, Stärkegummi. Reduzirt Fehling'sche Lösung nicht.

Arabin, im Gummiarabicum, in Wasser löslich. Bassorin, Lichenin (Moosstärke), Inulin. Glycogen (Leberstärke) in der Leber der Säugethiere.

Höhere Reihen.

Von den Verbindungen mit höherem Kohlenstoffgehalt sind noch folgende, meist ohne näher bekannte Constitution zu erwähnen:

C_7H_{16} = **Heptan**; $C_7H_{15}OH$ = Heptylalkohol;

C_8H_{18} = **Octan**; $C_8H_{17}OH$ = Octyl- oder Caprylalkohol; $C_8H_{16}O_2$ = **Caprylsäure**.

C_9H_{20} = **Nonan**; $C_9H_{19}O_2$ = Pelargonsäure.

$C_{10}H_{22}$ = **Decan**; $C_{10}H_{21}OH$ = Decylalkohol; $C_{10}H_{20}O_2$ = **Caprinsäure**.

$C_{12}H_{24}O_2$ = Laurinsäure,

$C_{14}H_{28}O_2 =$ Miristinsäure.

$C_{16}H_{32}O_2 =$ **Palmitinsäure**, S. P. 62°

$C_{18}H_{36}O_2 =$ **Stearinsäure**, S. P. 69°

$C_{18}H_{34}O_2 =$ **Oelsäure**, S. P. 14°

} bilden in Verbindung mit Glycerin die **Fette und Öle**.

Die in der Natur vorkommenden Fette sind Gemenge der Glyceride der Palmitin-, Stearin- und Oelsäure:

$C_3H_5(C_{16}H_{31}O_2)_3 =$ **Palmitin**,

$C_3H_5(C_{18}H_{35}O_2)_3 =$ **Stearin**,

$C_3H_5(C_{18}H_{33}O_2)_3 =$ **Oleïn**.

Durch heißen Wasserdampf werden die Fette verseift, d. h. sie werden zerlegt in ihre Bestandteile: Glycerin, $C_3H_5(OH)_3$ und Säure.

Die fettsauren Salze von Kalium und Natrium heißen **Seifen** (Kaliseifen = Schmierseifen, Natronseifen = Kernseifen); fettsaure Metallsalze, wie die von Zink und Blei, heißen Pflaster.

Stearinkerzen bestehen aus einem Gemenge von Palmitin- und Stearinsäure.

Die Flüssigkeit oder Festigkeit eines Fettes ist durch den Gehalt von Oleïn bedingt. Feste Fette sind Butter, Talg, Schmalz, flüssige Fette die fetten Öle. Die Butter enthält außer Palmitin, Stearin und Oleïn die Glycerin-äther der Buttersäure, Capronsäure, Caprylsäure und Caprinsäure. Andere Fette und Öle müssen hier übergangen werden.

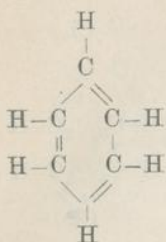
Aromatische Körper.

Dies sind Kohlenwasserstoffe von der Formel C_nH_{2n-6} :

$C_6H_6 =$ Benzol, $C_7H_8 =$ Toluol, $C_8H_{10} =$ Xylol,

$C_9H_{12} =$ Cumol, $C_{10}H_{14} =$ Cymol.

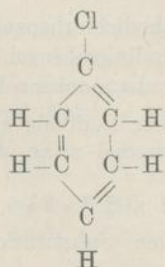
Alle diese Kohlenwasserstoffe leiten sich von dem **Benzol** ab, einem ringförmig geschlossenen Kohlenwasserstoff von folgender Struktur:



Die C-Atome des **Benzolringes** sind abwechselnd einfach und doppelt gebunden.

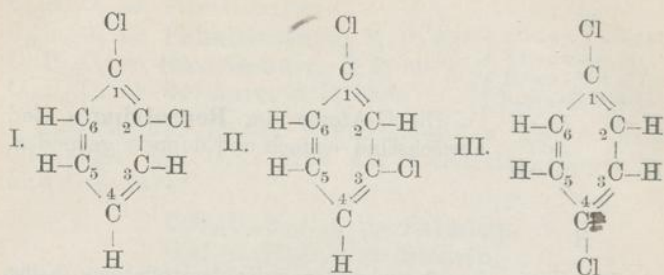
Die Kette der 6 verbundenen Kohlenstoffatome heißt **Benzolkern**. Allgemeines: Der Benzolkern läßt sich nur sehr schwer sprengen; die Benzolverbindungen sind daher sehr beständig. Sie sind reaktionsfähiger als die Fettkörper, sie verbinden sich z. B. direkt mit Schwefelsäure und Salpetersäure. Man kennt in der Benzolreihe alle Derivate wie in der Fettreihe; sie folgen denselben Verbindungsgesetzen, nur sind die Isomerien bedeutend zahlreicher.

Ist 1 H-Atom des Benzols durch ein einwertiges Element oder Radikal vertreten, so ist nur eine Verbindung möglich, da in jedem Falle das substituierte Atom (Cl, Br, J) oder Radikal (OH, NH₂, CH₃, COOH u. a.) gleichmäÙig von den 5 H-Atomen umgeben ist. Z. B.:



Monochlorbenzol.

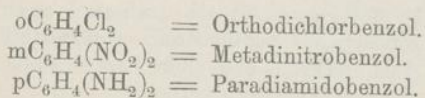
Sind 2 H-Atome des Benzols in derselben Weise substituiert, so sind schon 3 Isomerien möglich:



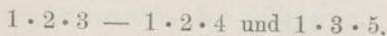
Man unterscheidet hier, je nachdem die Elemente oder Radikale

- 1) benachbart sind (d. h. in der Stellung 1 · 2 stehen) **Orthoverbindungen**,
- 2) durch 1H getrennt sind (d. h. in der Stellung 1 · 3 stehen) **Metaverbindungen**,
- 3) durch 2H getrennt sind (d. h. in der Stellung 1 · 4 stehen) **Paraverbindungen**.

Die Stellungen 1 · 5 und 1 · 6 sind identisch mit 1 · 3 und 1 · 2. In der Formel werden die betreffenden Verbindungen durch o, m und p, die kleinen Anfangsbuchstaben von Ortho-, Meta- und Paraverbindung, bezeichnet, z. B.:



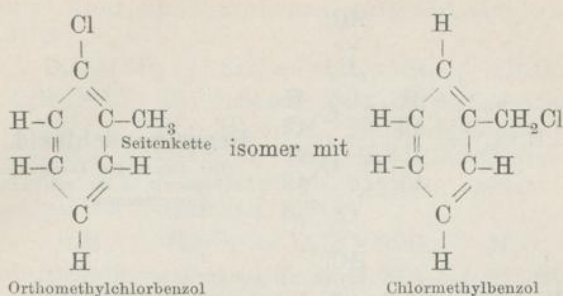
Sind 3 identische Atome oder Radikale substituiert, so kennt man ebenfalls 3 Isomerien und zwar, wie leicht ersichtlich:



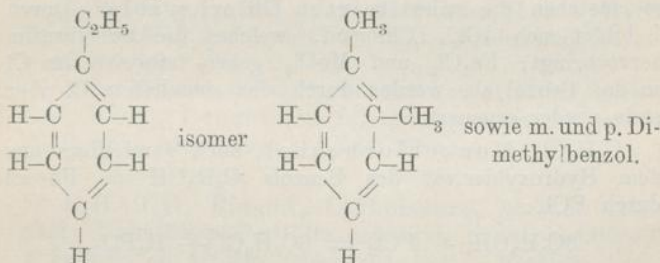
Dasselbe gilt von einer 4fachen Substitution desselben Elementes oder Radikals.

Sind 5 H-Atome ersetzt, so ist wieder nur 1 Körper möglich.

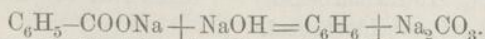
Die Substitution in der **Seitenkette** gibt ebenfalls Anlaß zu zahlreichen Isomerien:



Das Aethylbenzol ist isomer den 3 Dimethylbenzolen:



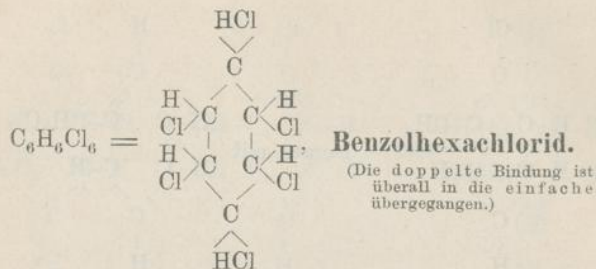
$\text{C}_6\text{H}_6 = \text{Benzol}$. Fast alle organischen Körper liefern in heller Rotgluth Benzol. Enthalten im Steinkohlentheer, woraus es durch Destillation gewonnen wird. Dargestellt aus benzoësaurem Natrium und NaOH:



(Analog der Darstellung des CH_4 aus $\text{CH}_3\text{-COONa}$ und NaOH.)

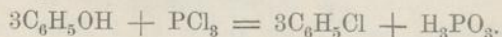
Farblose, eigentümlich (aromatisch) riechende und schmeckende, stark lichtbrechende, bei $70,5^\circ$ siedende Flüssigkeit, vom spez. Gew. 0,88. Unlöslich in Wasser, mischbar mit Alkohol und Aether, löst J, S, P, Fette, Harze und Kautschuk.

Leitet man Cl durch C_6H_6 , so werden die doppelten Bindungen des C-Kernes successive aufgehoben; man erhält $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_2$, $\text{C}_6\text{H}_6\text{Cl}_4$ und schliesslich



Wird hingegen das Benzol mit Jod, Eisenchlorid oder Molybdänpentachlorid versetzt und dann Chlor eingeleitet, so entstehen die substituirten Chlorbenzole. Durch J bildet sich JCl_3 , Chlorjod, welches die Substitution hervorbringt; Fe_2Cl_6 und MoCl_5 geben teilweise ihr Cl an das Benzol ab, werden durch das eingeleitete Cl aber stets wieder erneuert.

$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$, Monochlorbenzol, auch darstellbar aus dem Hydroxyderivat des Benzols $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} =$ Phenol durch PCl_3 :



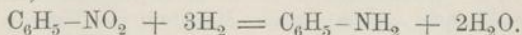
Zum Unterschied von den Chloriden der Fettkörper kann das Cl nur schwer ausgetauscht werden. KOH und NH_3 verändern es nicht, nur durch nascirenden H entsteht Benzol.

$\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2$, Dichlorbenzol } von beiden die 3 möglichen
 $\text{C}_6\text{H}_2\text{Cl}_4$, Tetrachlorbenzol } Isomeren bekannt.
 C_6HCl_5 , Pentachlorbenzol.
 C_6Cl_6 , Hexa- oder Perchlorbenzol.

Dem entsprechend sind die Brom- und Jodbenzole bekannt.

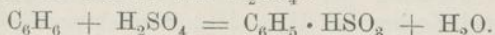
$\text{C}_6\text{H}_5 \cdot \text{NO}_2$, Nitrobenzol, Mirbanöl. Entsteht direkt aus Benzol und HNO_3 ; hellgelbe, angenehm nach bitteren Mandeln riechende Flüssigkeit, schmilzt bei 205° . Durch Reduktion geht die Nitrogruppe in die Amido-

gruppe über, aus Nitrobenzol entsteht Amidobenzol (Anilin):



$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NO}_2)_2$, Dinitrobenzol, geht durch Reduktion zuerst über in $\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{NO}_2\cdot\text{NH}_2$, Nitroamidobenzol (Nitroanilin), und schliesslich in $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$, Diamidobenzol.

$\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{HSO}_3$, Benzolsulfonsäure, entsteht durch Digeriren des Benzols mit H_2SO_4 :



Zerfliessliche Krystallmasse, die durch PCl_3 in $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{SO}_2\cdot\text{Cl}$, Benzolsulfonchlorid, übergeht, welches durch NH_3 in $\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{SO}_2\cdot\text{NH}_2$, Benzolsulfamid, durch Zn-Staub in $(\text{C}_6\text{H}_5\cdot\text{SO}_2)_2\text{Zn}$ und durch nascirenden H in $\text{C}_6\text{H}_5\text{SH}$, Phenylsulfhydrat, (vergl. S. 131) Phenylmercaptan, verwandelt wird.

Beim Erhitzen des C_6H_6 mit rauchender H_2SO_4 entsteht $\text{C}_6\text{H}_4(\text{HSO}_3)_2$, Benzoldisulfonsäure, — mit SO_3 entsteht $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{SO}_2$, Sulfobenzid oder Diphenylsulfon.

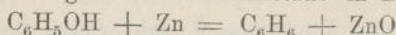
$\text{C}_6\text{H}_5(\text{OH})$, Phenol, Carbonsäure, Acidum carbolicum, Hauptbestandteil des schweren Steinkohlentheeröls, woraus es im Grossen gewonnen wird. Farblose, eigentümlich, nicht unangenehm riechende, in Nadelform krystallisierende, zwischen 40—42° schmelzende, bei 180° siedende Masse vom spez. Gew. 1,065. Löslich in 15 Teilen H_2O , giftig, gibt stark verdünnt mit Fe_2Cl_6 eine intensive Violett-färbung. Bromwasser gibt einen weissen, flockigen Niederschlag von Tribromphenol.

Die Phenole unterscheiden sich von den analogen Alkoholen der Fettreihe durch ihre säure-ähnlichen Eigenschaften, — sie verbinden sich mit Basen (Metalloxyden) zu Salzen; $(\text{C}_6\text{H}_5\text{O})_2\text{Pb} =$ Bleiphenylat. Durch PCl_3 tauschen sie OH gegen Cl aus. Tritt in ihren Benzolkern neben OH noch Cl, Br, J oder NO_2 ein, so wird ihre Eigenschaft als Säure noch erhöht.

Die Phenole gehen durch Oxydation weder in Aldehyde noch in Säuren über. Mit Säureresten vereinigen sie sich zu den Säure-Estern des Phenols (den

zusammengesetzten Aethern entsprechend); dieselben zerfallen beim Kochen mit Alkalien in Säure und Phenol.

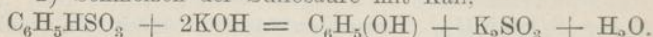
Die Phenole gehen durch Zinkstaub in Benzol über:



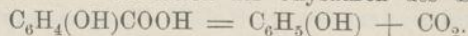
Je nach der Anzahl der OH-Gruppen unterscheidet man ein-, zwei-, drei- und mehrwerthige Phenole. Dargestellt durch:

1) Zersetzung der Amidokörper mittelst salpetriger Säure und Kochen mit H_2O . Das Amidobenzol geht hierbei in Diazobenzol über, das durch H_2O zerlegt wird.

2) Schmelzen der Sulfosäure mit Kali.



3) trockene Destillation der Oxysäuren des Benzols,



In $\text{C}_6\text{H}_5(\text{OH})$ können die H-Atome wie im Benzol gegen Cl, Br, J (Chlor-, Brom-, Jodphenole) und gegen NO_2 (durch HNO_3), Nitrophenole, ausgetauscht werden, z. B.:

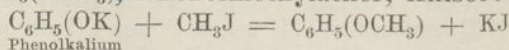
$\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3(\text{OH})$, Trinitrophenol, Pikrinsäure, entsteht durch Kochen von Phenol, Seide, Wolle und andren thierischen Substanzen mit HNO_3 . Krystallisirt in gelben Blättchen und wird zum Gelbfärben von Seide und Wolle angewandt. Bildet heftig explodirende Salze, z. B. $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{OK}$, pikrinsaures Kalium.

Durch Reduktion der Pikrinsäure entstehen:

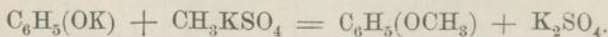
1) mittelst Schwefelammonium: $\text{C}_6\text{H}_2\text{NH}_2(\text{NO}_2)_2(\text{OH})$, Amidodinitrophenol, Pikraminsäure, —

2) mittelst Zinn und Salzsäure: $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NH}_2)_3(\text{OH})$, Triamidophenol, Pikramin, beide Salze bildend.

$\text{C}_6\text{H}_5(\text{OCH}_3)$, Phenolmethyläther, Anisol:



oder durch Destillation von:



Farblose, angenehm riechende, bei 152° siedende, in Wasser unlösliche Flüssigkeit. In den Benzolkern kann Cl, Br, J

und durch Salpetersäure NO_2 eintreten, z. B. Mono-, Di-, Tribromanisol und Mono-, Di-, Trinitroanisol.

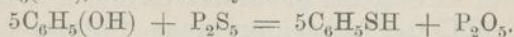
$\text{C}_6\text{H}_5(\text{OC}_2\text{H}_5)$, Phenoläthyläther, **Phenetol**.

$\text{C}_6\text{H}_5(\text{OC}_6\text{H}_5)$, **Phenyläther**, durch trockene Destillation des benzoësauren Kupfers dargestellt.

$\text{C}_6\text{H}_4 \begin{cases} \text{HSO}_3 \\ \text{OH} \end{cases}$, Phenolsulfonsäure (1·2 und 1·4), beide einbasisch, bilden gut krystallisierende Salze, z. B.: $(\text{C}_6\text{H}_5\text{SO}_4)_2\text{Zn} + 7\text{H}_2\text{O}$.

$\text{C}_6\text{H}_3(\text{HSO}_3)_2\text{OH}$, Phenoldisulfonsäure.

$\text{C}_6\text{H}_5(\text{SH})$, Phenolsulfhydrat:



Geht durch den Sauerstoff der Luft über in: $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{S}_2$, Benzoldisulfid.

Die 3 Dihydroxylderivate des Benzols sind: Brenzcatechin, Resorcin und Hydrochinon.

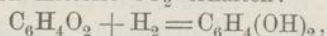
1. $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{cases} \text{OH}(1) \\ \text{OH}(2) \end{cases}$, **Brenzcatechin**, durch trockene Destillation des Catechins (Bestandteil des Catechu genannten Extrakts von Ucaria- und Acaciaarten) gewonnen. Rhombische Prismen, leicht in H_2O , Alkohol und Aether löslich, bei 104° schmelzend und bei 245° siedend; durch Fe_2Cl_6 grün gefärbt. Sein Monomethyläther, $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{cases} \text{OCH}_3 \\ \text{OH} \end{cases}$, das **Guajacol**, ist ein Hauptbestandteil des Kreosots (vergl. S. 141). Farblose, bei 200° siedende Flüssigkeit.

2. $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{cases} \text{OH}(1) \\ \text{OH}(3) \end{cases}$, **Resorcin**, farblose, bei 118° schmelzende und 276° siedende Krystalle. Durch Fe_2Cl_6 violett gefärbt. Bildet mit Phtalsäure-Anhydrid (vergl. Reg.) besondere Farbstoffe, die Fluoresceine.

$\text{C}_6\text{H}(\text{NO}_2)_3(\text{OH})_2$, Trinitroresorcin, Styphninsäure.

3) $C_6H_4 \begin{cases} OH(1) \\ OH(4) \end{cases}$, **Hydrochinon**, aus Chinon, $C_6H_4O_2$

durch Reduktion mittelst SO_2 erhalten:



oder durch Oxydation des Anilins. Leicht lösliche, bei 169° schmelzende Krystalle. Die Lösung wird durch NH_3 rotbraun gefärbt. Geht durch Oxydationsmittel über in

$C_6H_4O_2$, **Chinon**. Dargestellt durch Oxydation des Anilins mit Chromsäure. Goldgelbe Prismen, bei 116° schmelzend, von durchdringendem Geruch, giftig, färbt die Haut braun, mit Wasserdampf flüchtig, in Wasser, Alkohol und Aether löslich, geht durch Reduktionsmittel in Hydrochinon über.

Durch Cl entstehen gechlorte Chinone, z. B.:

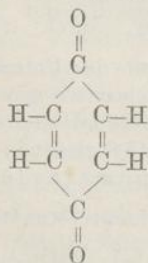
$C_6Cl_4O_2$, Tetrachlorchinon, Chloranil,

$C_6Cl_2(OH)_2O_2$, Chloranilsäure,

$C_6Cl_2(NH_2)_2O_2$, Chloranilamid.

Chinon vereinigt sich mit Hydrochinon zu $C_8H_4O_2$
+ $C_6H_6O_2$, Chinhydron oder grünem Hydrochinon.

Die Struktur des Chinons ist:



Es ist also gleichsam ein Doppelketon und auch in seinem Verhalten den Ketonen analog. Die O-Atome sind stets in der Parastellung; seine Darstellung geschieht nur aus Kohlenwasserstoff mit den Radikalen in Parastellung, z. B. p-Dihydroxybenzol, p-Amidophenol u. a.

Die 3 Trihydroxylderivate des Benzols sind: Pyrogallussäure, Phloroglucin und Oxyhydrochinon.

1) $C_6H_3 \begin{cases} OH(1) \\ OH(2) \\ OH(3) \end{cases}$, **Pyrogallussäure**, Pyrogallol, dar-

gestellt aus Gallussäure durch Erhitzen:



Weisse, glänzende, bei 115° schmelzende, in Wasser lösliche Blättchen; absorbiert in alkalischer Lösung begierig O und geht in $C_2H_2O_4$ und $CHCOOH$ über. Starkes Reduktionsmittel.

2) $C_6H_3(OH)_3$ [1.3.5], **Phloroglucin**. Farblose, mit $2H_2O$ krystallisierende, bei 210° schmelzende Krystalle. Dient in der Mikroskopie als Erkennungsmittel für Lignose, die durch seine salzsaure Lösung rötlich gefärbt wird.

$C_6H_3(OH)_3$ [1.2.4], **Oxyhydrochinon**, bei 133° schmelzende Krystalle.

$C_6(OH)_6$, Hexaoxybenzol, geht durch Oxydation in die Chinone $C_6(OH)_4O_2$, $C_6(OH_2)O_4$ und $C_6O_6 + 8H_2O$ über.

$C_6H_5NH_2 = C_6H_7N$, **Amidobenzol, Anilin**, dargestellt aus Nitrobenzol (vergl. S. 129) durch Reduktionsmittel, wie Schwefelammon, Zn und HCl, Sn und HCl, Fe und $C_2H_4O_2$ u. a. Findet sich im Steinkohlentheer. Fast farblose, stark lichtbrechende, eigentümlich riechende, ölarartige, bei $183-185^{\circ}$ siedende Flüssigkeit vom spez. Gew. 1.2; färbt sich bei längerem Stehen an der Luft braun. Verbindet sich mit Säuren zu Salzen. Die geringsten Mengen geben mit Chlorkalk eine rotviolette Färbung.

Durch Digestion des Anilins mit CH_3J , C_2H_5J u. s. w. erhält man $C_6H_5NH(CH_3)$, Methylanilin, $C_6H_5N(CH_3)_2$, Dimethylanilin, Aethylanilin, Diäthylanilin u. s. w. Diese sekundären und tertiären Aniline sind dem Anilin ähnliche Flüssigkeiten; in geschlossenen Gefässen auf 300° erhitzt gehen sie, indem das Methyl der Amidogruppe mit einem H des Benzolkerns den Platz wechselt, in primäre Basen über:

aus $C_6H_5NH(CH_3)$ entsteht $C_6H_4(CH_3)NH_2$, Toluidin,
 „ $C_6H_5N(CH_3)_2$ „ $C_6H_3(CH_3)_2NH_2$, Xylidin.

Indem das H der Amidogruppe des Toluidins wieder durch Methyl ersetzt und auf eine höhere Temperatur gebracht wurde, sind sämtliche H im Benzolkern des Anilins substituirt worden.

Wird der Amidowasserstoff des Anilins durch Säurereste ersetzt, so entstehen die **Anilide**:

$C_6H_5 \cdot NH(CHO)$, Formanilid.

$C_6H_5NH(C_2H_3O)$, **Acetanilid**, **Antifebrin**, wichtiges Fiebermittel, durch Kochen von Anilin mit Eisessig erhalten. Farblose, glänzende Krystallblättchen, bei 113° schmelzend und 295° siedend.

$C_6H_5NH \left. \vphantom{C_6H_5NH} \right\} CO$, **Carbanilid**, Diphenylharnstoff, entsteht durch Erhitzen des Anilins mit Harnstoff oder durch Einwirkung von $COCl_2$ auf Anilin; seidenglänzende Nadeln.

$C_6H_5NH \left. \vphantom{C_6H_5NH} \right\} CO$, **Carbanilamid**, Monophenylharnstoff, erhalten durch Zersetzung des isocyan-sauren Anilins.

$C_6H_5NH \left. \vphantom{C_6H_5NH} \right\} CS$, **Sulfocarbanilid**, Diphenylthioharnstoff, durch Digeriren von Anilin mit CS_2 erhalten.

$C_6H_5NH \left. \vphantom{C_6H_5NH} \right\} CS$, **Sulfocarbanilamid**, Monophenylthioharnstoff.

$C_6H_5 \cdot N(CO)$, **Carbanil**; $C_6H_5N(CS)$, Sulfocarbanil, d. s. der Isocyan-säureester und das Senföl des Phenyls. Carbanil entsteht durch Einwirkung von $COCl_2$ auf Diphenylharnstoff und vereinigt sich mit Ammoniak und Aminbasen direkt zu substituirten Harnstoffen.

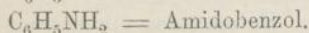
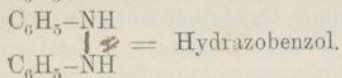
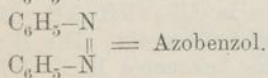
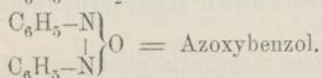
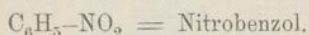
Das Sulfocarbanil oder Phenylsenföl ist eine dem Senföl ähnlich riechende und analog reagirende, bei 222° siedende Flüssigkeit.

$CO \left. \vphantom{CO} \right\} \begin{matrix} NH(C_6H_5) \\ OH \end{matrix}$, Carbanilsäure.

$C_6H_5 \cdot NH(C_6H_5)$, Diphenylamin, schmilzt bei 54° .
 $C_6H_5 \cdot N(C_6H_5)_2$, Triphenylamin, schmilzt bei 127° .

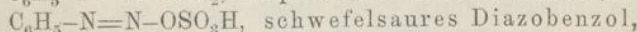
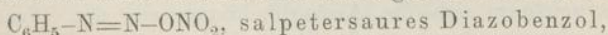
Im $C_6H_5NH_2$ kann der H des Benzolkernes wie im Benzol selbst in vielfältigster Weise substituirt werden; man kennt Chlor-, Brom-, Jod- und Nitroaniline (in Mono-, Di- und Tri-form), Anilinsulfonsäure etc. Hierzu kann natürlich noch Substitution in der Amidogruppe treten.

Zwischen Nitrobenzol und Amidobenzol stehen, durch Reduktion des Nitrobenzols oder durch Oxydation des Amidobenzols entstanden:

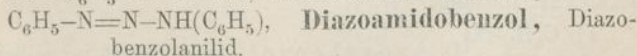


Allgemein:
Azoverbindungen.

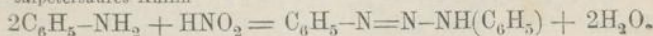
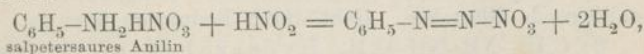
Den Azoverbindungen nahestehend sind die **Diazoverbindungen**, Körper mit der charakteristischen 2werthigen Gruppe $-N=N-$, welche einerseits an den Benzolkern, andererseits an ein einwerthiges Radikal einer Säure oder Base gebunden ist; z. B.:



oder: $C_6H_5-N=N-OK$, Diazobenzol-Kalium,



Die Diazoverbindungen mit Säureradical werden dargestellt durch Behandlung der Salze der Amidoderivate mit salpetriger Säure, die Diazoamidoverbindungen durch Behandlung der freien Amidoverbindungen mit salpetriger Säure:



Die Diazoverbindungen sind sehr unbeständig; sie zerfallen in der Wärme unter Explosion. Sie sind sehr reaktionsfähig, tauschen die Diazogruppe $-N=N-$ leicht gegen OH, Cl, Br, J u. a. aus. So werden sie schon durch Kochen mit Wasser zersetzt:



Bei den Diazoamidoverbindungen wird durch Zersetzung $C_6H_5-NH_2$ abgespalten. Durch reducirende Mittel, wie saures schwefelsaures Kalium, gehen die Diazokörper in die entsprechenden **Hydrazinverbindungen** über, z. B.:

$C_6H_5-NH-NH-KSO_3$, phenylhydrazinsulfonsaures Kalium, welches durch conc. Salzsäure in $C_6H_5-NH-NH_2 \cdot HCl$, salzsaures Phenylhydrazin übergeht. Die Hydrazine leiten sich von dem nicht frei bekannten H_2N-NH_2 , Diamin, ab. Durch gelinde Oxydationsmittel, wie HgO , lassen sie sich wieder in Diazoverbindungen zurückführen. Das Phenylhydrazin ist äußerst reaktionsfähig, verbindet sich mit Aldehyden, Ketonen, Ketonensäuren (Brenztraubensäure) und Zuckerarten. $C_6H_5-NH-NH_2$, das Phenylhydrazin ist ein farbloses Oel, bei 233° siedend.

Die **Azoverbindungen** sind ebenfalls Körper mit der Gruppe $-N=N-$, dieselbe verkettet aber in diesem Falle 2 Benzolkerne. In Folge dies zeichnen sich die Azoverbindungen vor den Diazoverbindungen durch große Beständigkeit aus. Sie entstehen successive durch Reduktion der Nitroderivate in alkalischer Lösung.

1) $C_6H_5-N \left. \begin{array}{l} \backslash O \\ / \end{array} \right\} C_6H_5-N$ Azoxybenzol, krystallisirt in gelben, glänzenden Nadeln. Durch Einwirkung von Schwefelsäure findet eine Umlagerung zu $C_6H_5-N=N-C_6H_4(OH)$, Oxyazobenzol statt. Azoxybenzol geht durch Reduktion über in

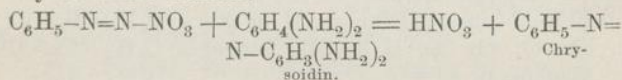
2) $C_6H_5-N=N-C_6H_5$, Azobenzol, orangerothe, krystallisirende Blättchen. Geht durch Reduktion über in

3) $C_6H_5-NH-NH-C_6H_5$, Hydrazobenzol, farblose Tafeln. Geht durch Reduktionsmittel in Anilin über. Ver-

hält sich, was seine Constitution anbetrifft, zu Azobenzol, wie die Hydrazine zu den Diazoverbindungen. Geht durch Säuren in isomeres $C_6H_4-NH_2-NH_2-C_6H_4$, Benzidin über.

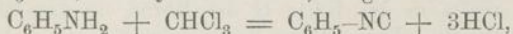
Die Azo- und Azoxyverbindungen lassen zum Unterschied von den Diazoverbindungen in den Kern die Halogene, die Nitrogruppe etc., da sie beständiger sind, eintreten, dagegen vermögen sie sich nicht mit Säuren zu verbinden.

Durch Einwirkung der Diazoverbindungen auf die Salze der aromatischen Diaminbasen entstehen Diamidoazokörper, die sich durch bedeutende Färbekraft auszeichnen und Chrysoidine heißen:



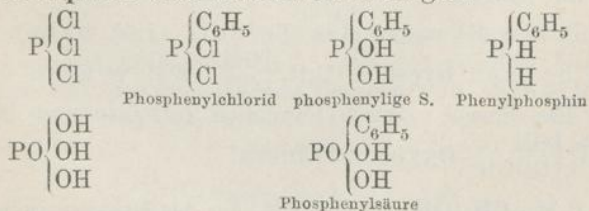
C_6H_5-CN , Cyanbenzol, Benzonitril, durch Destillation des Benzamids (vergl. Reg.) mit P_2O_5 erhalten: $C_6H_5-CONH_2 - H_2O = C_6H_5-CN$. Geht durch Erhitzen mit Alkalien unter H_2O -Aufnahme in Benzoesäure (und NH_3) über: $C_6H_5-CN + 2H_2O = C_6H_5-COOH + NH_3$. Nach bitteren Mandeln riechende Flüssigkeit.

C_6H_5-NC , Isocyanbenzol, dargestellt aus:

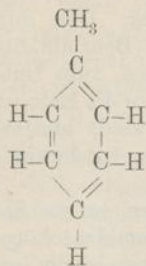
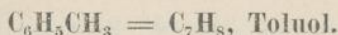


zerfällt beim Erhitzen mit Säuren in Anilin und Ameisensäure.

Phosphine und Metallverbindungen.



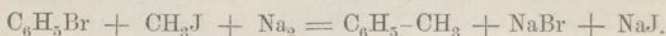
$(C_6H_5)_2Hg$, Quecksilberdiphenyl. Durch Einwirkung von Natriumamalgame auf Brombenzol erhalten.



In dem Toluol und den folgenden hierher gehörenden Körpern sind aromatische Körper und Fettkörper vereinigt.

Die Derivate, die durch Substitution des H im Benzolreste entstehen, besitzen aromatischen Charakter, wie wir ihn bei dem Benzol und seinen Abkömmlingen kennen gelernt haben; die Derivate, wo die Substitution im Methyl, der Seitenkette, eintritt, zeigen hingegen die charakteristischen Eigenschaften der Fettkörper; so entsteht z. B. durch Substitution eines OH für ein H im Kern, $\text{C}_6\text{H}_4(\text{OH})(\text{CH}_3)$, ein Phenol, für ein H in CH_3 hingegen $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2(\text{OH})$, ein Alkohol, u. s. w.

Das Toluol findet sich neben Benzol reichlich im Steinkohlentheer. Farbloses, dem Benzol ähnlich riechendes, bei 111° siedendes Oel. Darstellung:



Durch Anwendung von $\text{C}_2\text{H}_5\text{J}$, $\text{C}_3\text{H}_7\text{J}$ etc. erhält man Aethylbenzol, Propylbenzol etc.

Cl ersetzt in der Kälte H des Kerns, in der Hitze H der Seitenkette. Im ersteren Falle entstehen die 5 **Chlor-toluole**, im andern Falle $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2\text{Cl}$, **Benzylchlorid**, $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHCl}_2$ **Benzalchlorid**, $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CCl}_3$, **Phenylchloroform**. Analoge Substitutionen bilden Br und J.

Die 3 Phenole des Toluols sind bekannt, sie heißen **Kresole**, $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{cases} \text{OH} \\ \text{CH}_3 \end{cases}$, und verhalten sich wie das Phenol. Durch Oxydation entstehen aus ihnen $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{cases} \text{OH} \\ \text{COOH} \end{cases}$ **Oxybenzoësäuren**.

$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2(\text{OH}) = \text{C}_7\text{H}_7\text{OH}$, der den Kresolen isomere **Benzylalkohol** entsteht aus Benzylchlorid durch Digeriren mit KOH und geht durch Oxydation über in $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHO}$, **Benzylaldehyd** und $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH}$, **Benzoësäure**.

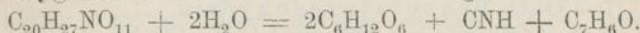
Zusammengesetzte Aether des Benzylalkohols:

$C_7H_7-O(C_2H_5O) =$ Essigsäure-Benzyläther.

$C_7H_7-O(C_6H_5O) =$ Benzoëssäure-Benzyläther } im Peru- und

$C_7H_7-O(C_6H_7O) =$ Zimmtsäure-Benzyläther } Tolubalsam.

$C_6H_5-CHO = C_7H_6O$, Benzaldehyd, Bittermandelöl, Bestandteil des in den bitteren Mandeln enthaltenen Amygdalins, aus dem es durch Gährung entsteht:



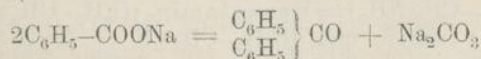
Farblose, nach bitteren Mandeln riechende Flüssigkeit mit allen Eigenschaften der Aldehyde. Durch PCl_5 geht es in $C_6H_5-CHCl_2$, Benzalchlorid, über, durch KCN in einen polymeren Körper $C_{14}H_{12}O_2$, Benzoin, welches durch Cl in $C_{14}H_{10}O_2$, Benzil, übergeführt wird.

C_6H_5-COOH , Benzoëssäure, Acidum benzoicum. Die aromatischen Carbonsäuren verhalten sich genau wie die Carbonsäuren der Fettreihe. Die Benzoëssäure findet sich hauptsächlich im Benzoëharz, aus dem sie durch Sublimation gewonnen werden kann. Entsteht durch Oxydation des Toluols, ferner aus:

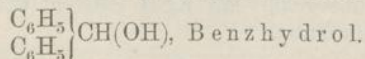


Farblose, glänzende, schwach aromatisch riechende Blättchen; einbasisch.

Wird ein benzoësaures Salz trocken destillirt, so entsteht ein Keton:



Benzophenon (vergl. die Darstellung des Acetons (S. 111)). Die aromatischen Ketone bilden sich also analog denen der Fettreihe. Sie bilden mit Hydroxylamin Acetoxime und gehen durch nascirenden H in secundären Alkohol über:



Durch trockene Destillation eines benzoësauren Salzes mit dem Salze einer anderen organischen Säure erhält man gemischte Ketone, z. B.

$\left. \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array} \right\} \text{CO}$, Phenylmethylketon, Acetophenon; zerfällt bei der Oxydation mit CrO_3 in Benzoësäure und CO_2 .

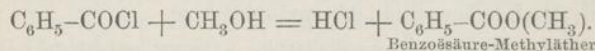
Aus $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH}$ entsteht durch PCl_5 $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COCl}$

Benzoylchlorid.

$(\text{C}_6\text{H}_5\text{-CO})_2\text{O}$ = Benzoyljodid, $\text{C}_6\text{H}_5\text{-COCN}$ = Benzoylcyanid). Benzoylchlorid + benzoësaures Natrium gibt $(\text{C}_6\text{H}_5\text{-CO})_2\text{O}$, Benzoësaureanhydrid.

$\text{C}_6\text{H}_5\text{-COCl}$ gibt mit Ammoniak $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CO(NH}_2\text{)}$, **Benzamid**.

Mit Alkoholradikalen bildet die Benzoësäure zusammengesetzte Aether:



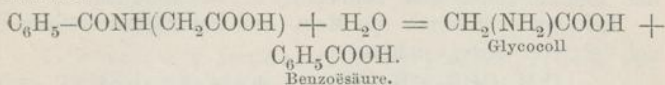
$\text{C}_6\text{H}_5\text{-COO(C}_6\text{H}_5\text{)}$, Benzoësäure-Phenol. Durch Substitution von Cl, Br, J, NO_2 im Kern erhält man Chlor-, Brom-, Jod- und Nitrobenzoësauren; durch Substitution von NH_2 entsteht $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{-COOH}$, Amidobenzoësaure. Die Orthoamidobenzoësaure, die **Anthranilsäure** entsteht durch Reduktion der Orthonitrobenzoësaure oder durch Oxydation des Indigo. Zerfällt, rasch erhitzt, in Anilin und CO_2 .

$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$, Benzylchlorid, geht durch Digeriren mit alkoholischem Ammoniak in die salzsauren Verbindungen von $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2(\text{NH}_2)$ = Benzylamin, $(\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2)_2\text{NH}$ = Dibenzylamin und $(\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2)_3\text{N}$ = Tribenzylamin über.

Mit PH_3 entstehen die entsprechenden Benzylphosphine; mit KCN entsteht $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2(\text{CN})$, **Benzylcyanid**, welches durch Kochen mit KOH in $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{-COOH}$, **Alphatoluylsäure** oder Phenyl-essigsäure übergeht. Mit KSH entsteht $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_2\text{SH}$, Benzylsulfhydrat.

Von der Benzoësaure leitet sich $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CONH(CH}_2\text{COOH)}$ = $\text{C}_9\text{H}_9\text{NO}_3$, **Hippursäure**, das Benzoyl-Glycocoll ab. Im Harn der Pflanzenfresser; einbasisch; zerfällt

durch Kochen mit Säuren und Alkalien unter H_2O -Aufnahme:



Dihydroxylderivate des Toluols sind theoretisch 9 möglich, aber nicht alle bekannt.

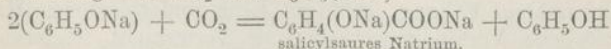
$C_6H_3(OH)_2CH_3 = C_7H_8O_2$, **Orcin**, Bestandteil vieler Flechtenfarbstoffe, hauptsächlich von Roccella und Lecanora, woraus es durch Destillation gewonnen wird. Seine Lösung wird durch Fe_2Cl_6 dunkelviolet gefärbt. Orcin bildet mit NH_3 einen roten Farbstoff, **Orcein**, den Hauptstoff der Orseillefarbstoffe. Wirkt neben NH_3 bei Luftzutritt noch Na_2CO_3 auf Orcin ein, so entsteht eine blauviolette Lösung, aus der durch Säuren ein rotes Pulver, der **Lakmus**, fällt.

$C_6H_3(OCH_3)(OH)(CH_3) = C_8H_{10}O_2$, **Kreosol**, neben dem Guajacol im Buchenholztheer; beide zusammen bilden das **Kreosot**.

$C_6H_4(OH)CH_2(OH)$, Orthooxybenzylalkohol, **Salicylalkohol**, **Saligenin**, in dem Glycosid (vergl. Reg.) der Weidenrinde, dem Salicin, vorkommend und daraus gewonnen. Geht durch Oxydation über in

$C_6H_4(OH)CHO$, **Salicylaldehyd**, im ätherischen Oel von Spiraea ulmaria; gibt bei weiterer Oxydation

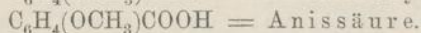
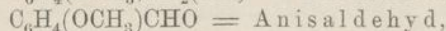
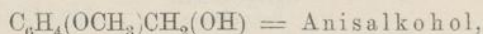
$C_6H_4(OH)COOH = C_7H_6O_3$, **Salicylsäure**, Orthooxybenzoësäure, die als Methyläther den Hauptbestandteil des Wintergrünöls bildet. Dargestellt durch Einwirkung von CO_2 auf $C_6H_5(ONa)$:



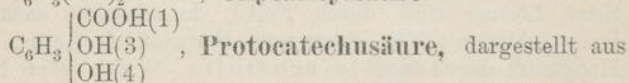
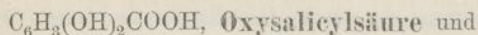
Leichte, weiße, nadelförmige Krystalle, in reinem Zustand geruch- und geschmacklos, von desinficirender Wirkung. Die wässerige Lösung wird von Fe_2Cl_6 tief violett gefärbt. Bildet mit Cl, Br, J, NO_2 , NH_3 Substitutionsprodukte.

$C_6H_4(OH)COOC_6H_5$, Salicylsäure-Phenyläther, findet in der Medizin unter dem Namen Salol Anwendung.

Bekannt sind ferner die Meta- und Paraoxybenzoësäure; von letzterer leiten sich ab:



Von den Dioxybenzoësäuren sind erwähnenswerth:



Harzen, wie Benzoë, Myrrha, Asa foetida u. a. durch Schmelzen mit Alkali. Der Dimethyläther der Protocatechusäure ist

$C_6H_3(OCH_3)_2COOH = \text{Veratrumsäure, der Monomethyläther } C_6H_3(OH)(OCH_3)COOH = \text{Vanillinsäure, deren Aldehyd } C_6H_3(OH)(OCH_3)CHO = \text{Vanillin, der riechende Bestandteil der Vanille ist.}$

$C_6H_2(OH)_3COOH = C_7H_6O_5$, Gallussäure, in den Galläpfeln vorkommend, aus Gerbsäure oder Tannin gewonnen. Zerfällt beim Erhitzen in Pyrogallussäure und CO_2 (vergl. S. 132).

$C_6H_2(OH)_3-CO-O-C_6H_2(OH)_2COOH = C_{14}H_{10}O_9$, Digallussäure, Gerbsäure, Tannin, aus den Galläpfeln durch Ausziehen derselben mit Aether-Alkohol gewonnen; zerfällt durch Kochen mit verdünnten Säuren in Traubenzucker und Gallussäure; gibt mit Eisenoxydsalzen eine schwarzblaue Fällung; geht mit Leim und thierischer Haut unlösliche Verbindungen ein; sie verwandelt letztere in Leder.

Durch Reduktion der Nitrotoluole, $C_6H_4(NO_2)CH_3$, entstehen $C_6H_4(NH_2)CH_3$, Toluidine, die dem Anilin analog zahlreiche Derivate liefern.

Durch Erhitzen eines Gemenges von Toluidin und Anilin mit schwach oxydierenden Mitteln entstehen die **Anilinfarbstoffe**.

Teils von dem Diphenyl-m-tolylmethan, teils von dem Triphenylmethan leiten sich die Rosanilinfarbstoffe ab.

Solche sind: $\text{CH} \begin{cases} \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NH}_2 \\ \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NH}_2 \\ \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NH}_2 \end{cases} = \text{C}_{19}\text{H}_{19}\text{N}_3$, **Paraleukanilin** und $\text{C}_{20}\text{H}_{21}\text{N}_3$, **Leukanilin**; ferner $\text{C}_{19}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}$, **Pararosanilin** und $\text{C}(\text{OH}) \begin{cases} \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NH}_2 \\ \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NH}_2 \\ \text{C}_6\text{H}_3 \cdot \text{CH}_3\text{NH}_2 \end{cases} = \text{C}_{20}\text{H}_{21}\text{N}_3\text{O}$,

Rosanilin. Beide sind rot. Die Salze des Rosanilins bilden die eigentlichen Farbstoffe: $\text{C}_{20}\text{H}_{19}\text{N}_3 \cdot \text{HCl} = \text{Fuchsin}$, $\text{C}_{20}\text{H}_{19}\text{N}_3 \cdot \text{HNO}_3 = \text{salpetersaures Rosanilin}$ u. a.

Durch Erhitzen von Rosanilin mit CH_3Cl oder CH_3J entstehen die **Methylviolette** (Hexa-, Penta- und Tetramethylrosaniline); durch weitere Einwirkung von CH_3Cl und CH_3J entsteht das **Methylgrün** ($\text{C}_{19}\text{H}_{12}(\text{CH}_3)_6\text{ClN}_3 \cdot \text{CH}_3\text{Cl}$). Den methylirten Rosanilinen analog kennt man phenylirte Rosaniline, z. B. das **Anilinblau** (= salzsaures Triphenylrosanilin).

Außer diesen basischen Farbstoffen sind saure Farbstoffe (Phenolfarbstoffe) bekannt, wie $\text{C} \begin{cases} \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH} \\ \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{OH} \\ \text{C}_6\text{H}_3 \cdot (\text{CH}_3)\text{O} \end{cases}$

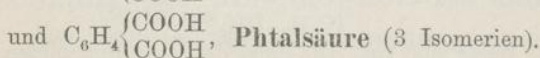
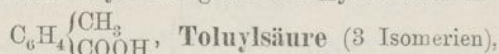
$= \text{C}_{20}\text{H}_{16}\text{O}_3 = \text{Rosolsäure}$, die stark glänzende, rote Prismen bildet und beim Erwärmen von $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ mit $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ und H_2SO_4 entsteht. Durch reducirende Stoffe geht sie in Leukorosolsäure $= \text{C}_{20}\text{H}_{18}\text{O}_3$ über.

Neben Fuchsin entsteht bei Einwirkung von Arsensäure auf toluidinhaltiges Anilin ein gelber Farbstoff: $\text{C}_{19}\text{H}_{11}\text{N}(\text{NH}_2)_2$, **Chrysanilin**, dessen Basis $\text{C}_{13}\text{H}_9\text{N} = \text{Acridin}$ ist.

$C_8H_{10} = \text{Xylol.}$

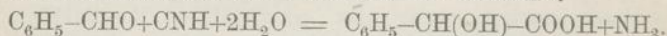
Die Dimethylbenzole, $C_6H_4(CH_3)_2$, treten in 3 Isomeren auf und heißen Xylole. Ihnen isomer ist noch das Aethylbenzol, $C_6H_5(C_2H_5)$. Die Dimethylbenzole entstehen aus Chlortoluol und Jodmethyl durch Behandlung mit Na; das Aethylbenzol entsteht aus Chlorbenzol, Jodäthyl und Na.

Durch Oxydation gehen die Xylole über in



Durch Oxydation des Aethylbenzols entsteht Benzoëssäure.

Den Toluylsäuren isomer ist $C_6H_5-CH_2-COOH$, die Phenylessigsäure oder **Alphatoluylsäure**, von welcher sich $C_6H_5-CH(OH)-COOH$, die Phenylglycolsäure oder **Mandelsäure** ableitet. Letztere entsteht durch Kochen von Bittermandelöl und Blausäure mit Salzsäure:



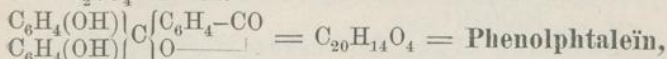
Die 3 Phtalsäuren entstehen durch Oxydation mit chromsaurem Kali und H_2SO_4 aus den Toluylsäuren.

Durch Oxydation des Naphtalins ($C_{10}H_8$) mittelst HNO_3 entsteht die Orthophtalsäure, in glänzenden Blättchen krystallisierend und in heißem Wasser leicht löslich. Beim Erhitzen schmilzt sie und geht in $C_6H_4 \begin{cases} CO \\ CO \end{cases} O$, Phtalsäureanhydrid, über. Die Isophtalsäure ist die Meta- und die Terephtalsäure die Paraverbindung.

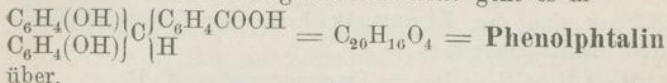
Alle Phtalsäuren bilden mit Kalk destillirt Benzol.

Amidoderivate des Xylols sind die **Xylidine**, $C_6H_3(CH_3)_2NH_2$, die in 6 isomeren Modifikationen auftreten. Das in der Technik verwandte Xylidin ist ein Gemenge dieser Isomeren und bildet eine dem Anilin ähnliche, ölige Flüssigkeit, sowie auch die bei $C_6H_5NH_2$ bekannten Derivate.

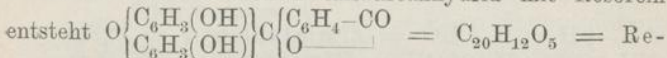
Durch Erhitzen von Phtalsäureanhydrid mit Phenol und H_2SO_4 entsteht



ein gelblichweißes, in Alkalien mit roter Farbe lösliches Pulver. (Indicator bei Alkali-Titrationen.) Durch Kochen seiner alkalischen Lösung mit Zinkstaub geht es in



Durch Erhitzen von Phtalsäureanhydrid mit Resorcin



sorcinphtaleinanhydrid oder **Fluorescein**, ein gelbrotes Pulver, das durch Br in $C_{20}H_8Br_4O_5 =$ Tetrabromfluorescein übergeht, dessen Kaliumsalz $C_{20}H_6Br_4O_5K_2$ den prachtvollen Farbstoff **Eosin** bildet. Die Phtaleine sind der Rosolsäure und dem Rosanilin nahestehend, da auch sie sich

von $\begin{array}{c} C_6H_5 \\ C_6H_5 \end{array} \left\{ C \begin{array}{l} C_6H_5 \\ H \end{array} \right.$, dem **Triphenylmethan**, ableiten.

$C_9H_{12} =$ Cumol.

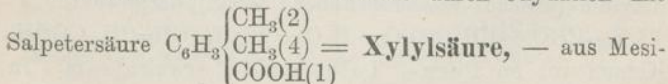
Die empirische Formel C_9H_{12} haben

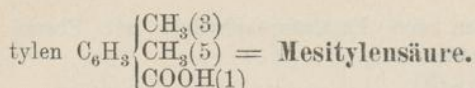
1. 3 Trimethylbenzole, $C_6H_3(CH_3)_3$
2. 3 Methyläthylbenzole, $C_6H_4 \begin{array}{l} CH_3 \\ | \\ C_2H_5 \end{array}$
3. 2 Propylbenzole, $C_6H_5(C_3H_7)$.

Das Trimethylbenzol von der Stellung (1. 3. 5) kann aus dem Aceton (vergl. S. 111) gewonnen werden und heißt **Mesitylen**. Gemengt mit Pseudocumol (1. 2. 4) kommt es im Steinkohlentheer vor.

Das **Cumol** oder Isopropylbenzol wird durch Destillation von Cuminsäure ($C_6H_4(C_3H_7)COOH$) mit Kalk oder aus Propylbromid und Brombenzol erhalten.

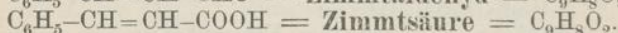
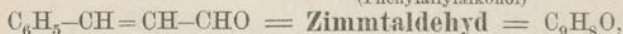
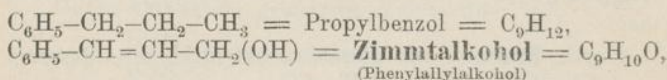
Aus dem Pseudocumol entsteht durch Oxydation mit





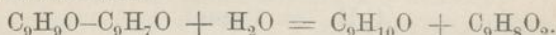
$C_6H_3-CH_3-(COOH)_2 = \text{Uvitsinsäure}$, $C_6H_3-(COOH)_3 = \text{Trimesinsäure}$. Letzterer sind isomer die Trimellithsäure und die Hemimellithsäure.

Die wichtigsten vom Propylbenzol sich ableitenden Körper sind der Zimmtalkohol, der Zimmtaldehyd und die Zimmtsäure:

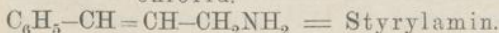
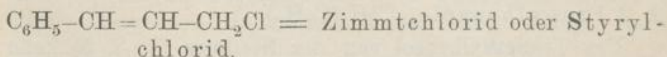


Wie ersichtlich stehen diese Verbindungen zum Propylbenzol in demselben Verhältnis wie der Allylalkohol und seine Oxydationsprodukte zum Propan (vergl. S. 113).

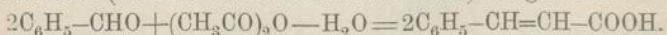
Das Styracin ist der im Storaxbalsam enthaltene Zimmtsäureäther des Zimmtalkohols: $C_9H_9O-C_9H_7O$. Durch Kochen mit KOH geht das Styracin in Zimmtalkohol und Zimmtsäure über:



Der Zimmtalkohol krystallisiert in langen, glänzenden, hyacinthen-ähnlich riechenden Nadeln. Geht mit Borsäureanhydrid erwärmt in $C_9H_9O-C_9H_9 = \text{Zimmtäther}$ über.



Durch Oxydation des Zimmtalkohols entsteht der Zimmtaldehyd, der Hauptbestandteil des Zimmtöls. Zimmtaldehyd geht durch Oxydation in Zimmtsäure über. Die Zimmtsäure wird synthetisch durch Erhitzen von Benzaldehyd mit Essigsäureanhydrid und trockenem essigsäurem Natrium (welches wasserentziehend wirkt) dargestellt:



Kommt vor im Peru-, Tolu- und Storaxbalsam. In

heißem Wasser leicht lösliche Nadeln; bildet Salze, Ester, Halogensubstitutionsprodukte, Nitro- und Amidozimmtsäuren.

$C_9H_7OCl =$ Cinnamylchlorid. } Das Radikal der Zimmt-
 $C_9H_7ONH_2 =$ Cinnamylamid. } säure: $C_6H_5-CH=CH-CO$
 heißt Cinnamyl.

$C_6H_4 \begin{matrix} \text{NO}_2 \\ | \\ \text{CH} \end{matrix} = \text{CH}-\text{COOH} =$ Nitrozimmtsäure.

$C_6H_4 \begin{matrix} \text{NH}_2 \\ | \\ \text{CH} \end{matrix} = \text{CH}-\text{COOH} =$ Amidozimmtsäure.

Durch Erhitzen der Zimmtsäure mit H_2O auf 200° entsteht $C_6H_5-CH=CH_2$, das Styrol oder Cinnamol (C_8H_8), eine dem Benzol ähnliche, angenehm riechende Flüssigkeit.

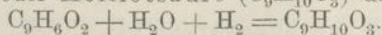
$C_6H_5-C \equiv C-COOH = C_9H_6O_2 =$ Phenylpropioisäure, durch Erhitzen des Dibromids des Zimmtsäureäthylesters mit alkoholischer Kalilauge erhalten. Geht beim Erhitzen mit H_2O in $C_6H_5-C \equiv CH = C_8H_6$, Phenylacetylen, über.

$C_6H_4(OH)-CH=CH-COOH = C_9H_8O_3$, die Orthooxyzimmtsäure oder **Cumarinsäure** liefert mit KOH geschmolzen Essigsäure und Salicylsäure. Sie wird erhalten

aus $C_6H_4 \begin{matrix} \text{C}-\text{CO} \\ | \\ \text{OH}=\text{CH} \end{matrix} =$ **Cumarin**, in dem Waldmeister

(*Asperula odorata*), den Tongabohnen u. a. vorkommend. Synthetisch aus Phenol durch Aepfelsäure bei Gegenwart von H_2SO_4 oder aus Natriumsalicylaldehyd und Essigsäureanhydrid dargestellt. Glänzende, in Alkohol, Aether und heißem Wasser lösliche Krystalle. Geht mit Kalilauge gekocht unter H_2O -Aufnahme in Cumarinsäure über.

Das Cumarin geht durch nascirenden H in Hydrocumarsäure oder Melilotsäure ($C_9H_{10}O_3$) über:



$C_6H_3(OH)_2-CH=CH-COOH = C_9H_8O_4$, die Dioxyzimmtsäure (1. 3. 4) oder **Kaffeesäure**, ist in der im Kaffee vorkommenden Kaffeegerbsäure enthalten. Der Monomethyläther der Kaffeesäure ist die Ferulasäure:

$C_6H_3(OH)(OCH_3)-CH=CH-COOH = C_6H_3 \begin{matrix} \text{CH}=\text{CH}-\text{COOH}(1) \\ \text{OCH}_3(3) \\ \text{OH}(4) \end{matrix}$

Isomer der Kaffeesäure ist die Umbellsäure (1. 2. 4).

$C_{10}H_{14} = \text{Cymol.}$

Der empirischen Formel $C_{10}H_{14}$ entsprechen

1. Tetramethylbenzole, $C_6H_2(CH_3)_4$. 3 Isomerien bekannt: **Durol**, **Isodurol** und **Prehnitol**.

2. Dimethyläthylbenzole, $C_6H_3\left\{\begin{array}{l} (CH_3)_2 \\ C_2H_5 \end{array}\right.$.

3. Diäthylbenzole, $C_6H_4\left\{\begin{array}{l} C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{array}\right.$.

4. Methylpropylbenzol, $C_6H_4\left\{\begin{array}{l} CH_3 \\ C_3H_7 \end{array}\right. = \text{Cymol.}$

Cymol, im Römisch-Kümmelöl (*Cuminum cyminum*) vorkommend, entsteht aus Campfer durch Erhitzen mit P_2S_5 oder P_2O_5 , oder aus Terpentinöl durch Erhitzen mit J.

5. Butylbenzole (drei), $C_6H_5-C_4H_9$.

$C_6H_3\left\{\begin{array}{l} OH \\ CH_3 \\ C_3H_7 \end{array}\right. = C_{10}H_{14}O$, das **Thymol**, ist das Phenol des

Cymols, kommt im Thymianöl vor und wird als Antisepticum verwendet.

Isomer dem Thymol ist das Carvacrol, in *Origanum hirtum* vorkommend.

Vom Cymol leiten sich ab:

$C_6H_4-C_3H_7-CH_2OH$, **Cuminalkohol**,

$C_6H_4-C_3H_7-CHO$, **Cuminaldehyd**,

(im Römisch-Kümmelöl)

$C_6H_4-C_3H_7-COOH$, **Cuminsäure**.

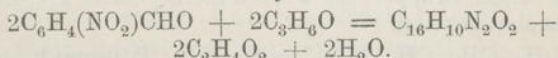
Die 3 Tetracarbonsäuren ($C_6H_2(COOH)_4$) des Benzols, die Pyromellithsäure, die Prehnitsäure und die Mellophansäure, werden aus $C_{12}H_6O_{12}$, der **Mellithsäure** oder **Honigsteinsäure** erhalten. Letztere bildet seidenglänzende Nadeln, die bei der Destillation unter CO_2 -Abspaltung in $C_{10}H_6O_8$, Pyromellithsäure, übergehen. Die Mellithsäure kommt als Aluminiumsalz, $C_{12}Al_2O_{12} = \text{Honigstein}$, in Braunkohlenlagern vor. Die Mellithsäure ist eine Hexacarbonsäure: $C_6(COOH)_6$.

Indigogruppe oder Indolgruppe.

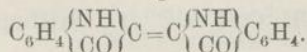
In *Isatis Tinctoria*, *Polygonum Tinctorium* u. a. kommt das **Indican**, ein Glycosid, vor, welches durch Gährung oder Kochen mit verdünnten Säuren in Zucker und Indigoweiß zerfällt. Dieses letztere geht an der Luft in den Hauptbestandteil des Indigos, das **Indigoblau** = $C_{16}H_{10}N_2O_2$, über. Das Indigoblau ist ein dunkelblaues, kupferfarbig schimmerndes, in den meisten Lösungsmitteln unlösliches Pulver; löst sich in heißem Anilin und Paraffin blau resp. rot. Das aus Indigo durch Reduktion entstandene Indigoweiß, $C_{16}H_{12}N_2O_2$, ist in Alkohol, Aether und Alkalien löslich. Synthetisch wird Indigo u. a. dargestellt aus Orthonitrophenylpropionsäure durch Erwärmen mit Traubenzucker in alkalischer Lösung:

$$2C_6H_4(NO_2)C \equiv C - COOH + 2H_2 = C_{16}H_{10}N_2O_2 + 2CO_2 + 2H_2O,$$

oder durch Einwirkung verdünnter Alkalien auf eine Lösung von Orthonitrobenzaldehyd in Aceton:



Die Constitution des Indigos ist wahrscheinlich:



Derivate des Indigos.

$C_6H_4 \begin{matrix} N \\ \diagdown \\ CO \end{matrix} C(OH) - C_6H_5NO_2$, **Isatin**, wird durch Oxydation des Indigos mit HNO_3 oder durch Kochen der Orthonitrophenylpropionsäure mit Alkalien erhalten. Beim Erwärmen des Isatins mit KOH entsteht $C_6H_4(NH_2)CO - COOK$, isatinsaures Kali. (Isatinsäure = Amidobenzoylameisensäure.)

$C_6H_4 \begin{matrix} N \\ \diagdown \\ CO \end{matrix} CCl$, Isatinechlorid, geht durch Reduktion (Zinkstaub und Eisessig) in Indigo über.

Durch Reduktion des Isatins entstehen:

1. $C_{16}H_{12}N_2O_4$, **Isatid**.

2. $C_6H_4 \begin{array}{l} \langle CH(OH) \\ NH \rangle \end{array} CO$, **Dioxindol**,
3. $C_6H_4 \begin{array}{l} \langle NH \\ CH_2 \rangle \end{array} CO$, **Oxindol**,
4. $C_6H_4 \begin{array}{l} \langle NH \\ C(OH) \rangle \end{array} CH$, **Indoxyl**, isomer dem Oxindol.
5. $C_6H_4 \begin{array}{l} \langle NH \\ CH \rangle \end{array} CH$, **Indol**, der Stammkörper der Indigogruppe.

Die Körper der Indigo-Gruppe können auf $C_6H_4 \begin{array}{l} \{ NH_2 \\ CH_2COOH \} \end{array}$ die Orthoamidophenylessigsäure, zurückgeführt werden, aus welcher durch Bildung innerer Anhydride Lactame, wie Oxindol, und Lactime, wie Isatin, entstehen.

Dibenzylgruppe.

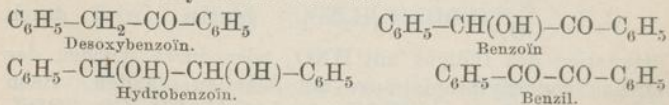
In dieser Gruppe sind 2 Benzolkerne durch 2 C-Atome aneinander gekettet.

$C_6H_5-CH_2-CH_2-C_6H_5 = C_{14}H_{14}$, **Dibenzyl**, symmetrisches Diphenyläthan.

$C_6H_5-CH=CH-C_6H_5 = C_{14}H_{12}$, **Stilben**, symmetrisches Diphenyläthylen.

$C_6H_5-C \equiv C-C_6H_5 = C_{14}H_{10}$, **Tolan**, Diphenylacetylen.

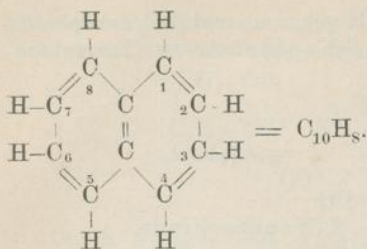
Vom Dibenzyl leiten sich ab:



Naphtalingruppe.

Das **Naphtalin** findet sich neben Benzol und seinen Abkömmlingen im Steinkohlentheer (in den bei 180–200 ° siedenden Fraktionen).

Die Constitution des Naphtalins ist:



Die einander gleichwerthigen Stellungen 1, 4, 5 und 8 werden als α -Stellungen, die gleichwerthigen Stellungen 2, 3, 6 und 7 als β -Stellungen bezeichnet. Das Naphtalin bildet theerartig riechende, bei 79° schmelzende, im Wasser unlösliche, in heißem Alkohol und Aether leicht lösliche Blättchen von stark antiseptischer Wirkung. Bildet sich gleichzeitig mit Benzol, Styrol u. a. beim Durchleiten von Methan, Aethylen, Acetylen, Alkohol, Essigsäure u. a. durch glühende Röhren. Durch HNO_3 wird C_{10}H_8 in Phtalsäure und Oxalsäure zerlegt.

Derivate des Naphtalins.

Dieselben sind in ihrem Verhalten denen des Benzols ähnlich.

$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{Cl}$, α - und β -Chlornaphtalin.

$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{Br}$, α - und β -Bromnaphtalin.

$\text{C}_{10}\text{H}_7(\text{OH})$, α - und β -Naphtol.

$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_2$, α - und β -Naphtylamin.

$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{CH}_3$, α - und β -Methylnaphtalin.

$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{CN}$, α - und β -Cyannaphtalin.

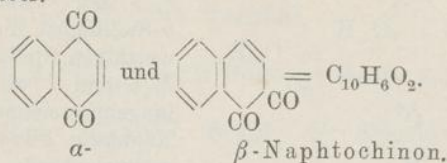
$\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NO}_2$, Nitronaphtalin, geht durch Reduktion in $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_2$, Naphtylamin, über.

$\text{C}_{10}\text{H}_7-\text{N}=\text{N}-\text{NHC}_{10}\text{H}_7$, Diazoamidonaphtalin, ist isomer mit $\text{C}_{10}\text{H}_7-\text{N}=\text{N}-\text{C}_{10}\text{H}_6\text{NH}_2$, Amidoazonaphtalin.

$\text{C}_{10}\text{H}_7(\text{HSO}_3)$, α - und β -Naphtalinsulfosäure.

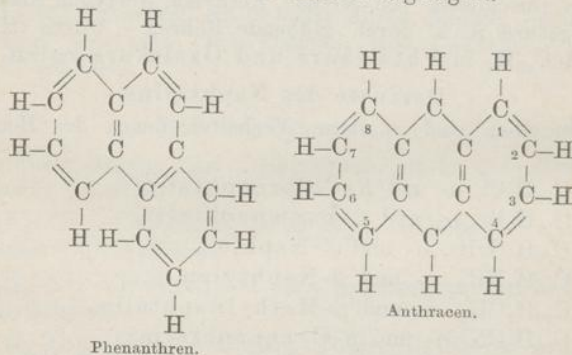
α - und β -Naphtol sind in heißem Wasser schwer, in Alkohol und Aether dagegen leicht lösliche, phenolartig riechende, glänzende Nadeln oder Blättchen. Sie besitzen phenolartigen Charakter, tauschen aber ihr Hydroxyl viel leichter aus als die Phenole. Aus beiden Naphtolen lassen sich Aether, Sulfosäuren und Nitroprodukte darstellen.

Durch Kochen mit KOH gehen α - und β -Cyannaphtalin in $C_{10}H_7-COOH$, α - und β -Naphtoësäure (Isonaphtoësäure) über.



Phenanthren- und Anthracengruppe.

$C_{14}H_{10}$, Phenanthren und Anthracen sind isomer; in ihnen sind 3 Benzolkerne aneinandergelagert.

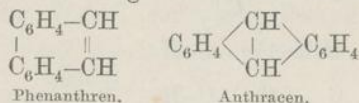


Beide bilden die bei $340-360^\circ$ siedende Fraktion des Steinkohlentheers.

Das **Phenanthren** krystallisirt in Blättchen, bildet sich in der Glühhitze aus vielen Kohlenwasserstoffen und geht durch Oxydation in $C_{14}H_8O_2$, sein Chinon, und in $C_{12}H_8(COOH)_2$, Diphenyldicarbonsäure, über.

Das **Anthracen** krystallisirt in weißen Blättchen und wird synthetisch durch Erhitzen von Benzylchlorid mit H_2O dargestellt. Die gleichwerthigen Stellungen 1, 4, 5 und 8 werden als α -Stellungen, die gleichwerthigen Stellungen 2, 3, 6 und 7 als β -Stellungen bezeichnet. Während das Phenanthren als ein Aethylen betrachtet werden kann, indem 2 H durch den 2werthigen Diphenylrest ersetzt sind,

kann das Anthracen als Aethan aufgefaßt werden, in dem 4 H durch zwei 2werthige Benzolreste vertreten sind:



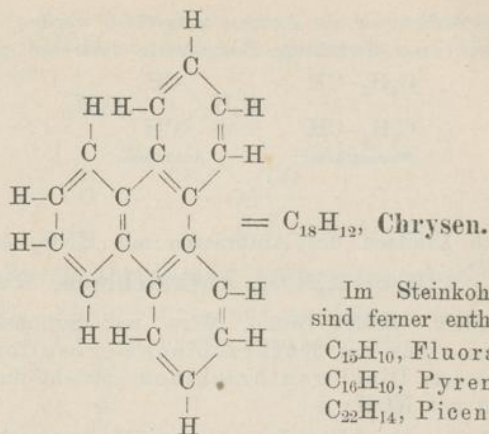
Durch Erhitzen des Anthracens mit HNO_3 entsteht:
 $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{array}{c} \diagup \text{CO} \\ | \\ \diagdown \text{CO} \end{array} \text{C}_6\text{H}_4 = \text{C}_{14}\text{H}_8\text{O}_2$, **Anthrachinon**. Glänzende, gelbe Nadeln. Bildet Brom-, Nitro- und Sulfonsäureverbindungen. Aus der Anthrachinonmonosulfonsäure oder aus dem Dichloranthrachinon entsteht durch Behandlung mit KOH:

$\text{C}_{14}\text{H}_8\text{O}_4$, das **Alizarin**. In der Krappwurzel (*Rubia tinctorum*) als Glycosid enthalten. Prachtvoll rote, glänzende, in Alkohol, Aether und Alkalien leicht lösliche Nadeln.

Bildet mit Metalloxyden unlösliche, gefärbte Verbindungen (Lacke).

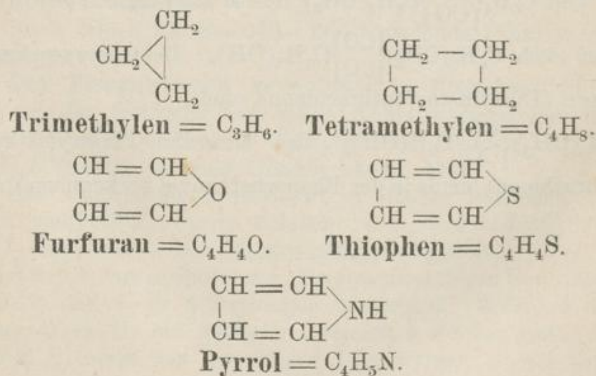
Purpurin (Trioxyanthrachinon), Anthrapurpurin u. a. sind ebenfalls werthvolle Farbstoffe.

Von $\text{C}_6\text{H}_4 \begin{array}{c} \text{CO} \\ \text{CO} \end{array} \text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)$, dem Methylanthrachinon leiten sich $\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3) \begin{array}{c} \text{CO} \\ \text{CO} \end{array} \text{C}_6\text{H}_2(\text{OH})_2$, die Chrysophansäure (Dioxymethylanthrachinon), und $\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3) \begin{array}{c} \text{CO} \\ \text{CO} \end{array} \text{C}_6\text{H}(\text{OH})_3$, das Emodin (Trioxymethylanthrachinon), beide in der Rhabarberwurzel vorkommend, ab.



Im Steinkohlentheer
sind ferner enthalten:
 $C_{15}H_{10}$, Fluoranthen.
 $C_{16}H_{10}$, Pyren,
 $C_{22}H_{14}$, Picen u. a.

Zwischen den zuerst behandelten Kohlenwasserstoffen der Fettreihe (den Körpern mit einer „offenen Kohlenstoffkette“) und den zuletzt besprochenen aromatischen Verbindungen (den Körpern mit einer „geschlossenen oder ringförmigen Kette“) stehen die Derivate des Trimethylens, des Tetramethylens, des Furfurans, des Thiophens und des Pyrrols, die alle geschlossene Ketten zeigen.



Von dem Furfuran, das im Fichtenholzöl enthalten ist, leitet sich $C_5H_4O_2$, Furfurol, der Aldehyd des Furfuralkohols ab. Im Fuselöl enthalten. Dem Furfurol entspricht $\begin{matrix} \text{CH} = \text{CH} \\ \text{CH} = \text{C} \end{matrix} \begin{matrix} \text{O} \\ \text{COOH} \end{matrix}$, die Brenzschleimsäure.

Das Thiophen kommt im Steinkohlentheer vor und ist bis 0,5 % im Theerbenzol enthalten. Eigenschaften und Darstellung seiner Derivate denen des Benzols analog.

Das Pyrrol ist ein Bestandteil des Steinkohlentheers und des Knochenöls und ist eine farblose Flüssigkeit von chloroformähnlichem Geruch. Pyrrol ist als Base sekundär; zeigt außerdem auch Säurecharakter, indem es sich z. B. mit K zu C_4H_4NK , Pyrrolkalium, verbindet.

C_4I_4NH , das Tetrajodpyrrol, wird als Antisepticum unter dem Namen **Jodol** gebraucht.

Terpene.

Die Terpene haben die Formel $C_{10}H_{16}$ und sind mit Cymol, $C_{10}H_{14}$, nahe verwandt. Sie sind als ätherische Oele in vielen Pflanzen enthalten, aus denen sie durch Destillation mit Wasserdampf gewonnen werden. Durch Oxydation gehen die Terpene in Terephtalsäure, $C_6H_4(COOH)_2$, über. Die Terpene kommen besonders in den Coniferen (Pinus, Picea, Abies, Larix u. a.) vor. Das **Terpentinöl** wird aus dem Terpentin, dem Harzsaft der Nadelhölzer, durch Destillation mit Wasserdampf gewonnen, wobei als Rückstand das Colophonium bleibt. Eigentümlich riechende, farblose, bei 160 ° siedende Flüssigkeit. Unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol, Aether und Essigsäure. Terpentinöl löst Phosphor, Schwefel, Harze, Kautschuk. Absorbirt an der Luft Sauerstoff; hierbei bildet sich Ozon, während das Oel verharzt.

Das deutsche, französische und venetianische Terpentinöl dreht die Polarisationssebene links, das australische rechts.

Durch Erhitzen mit J geht das Terpentinöl in Cymol über.

Man unterscheidet 8 chemisch verschiedene Terpene:

Pinen	Dipenten (Cinen)
Camphen	Terpinen
Silvestren	Terpinolen
Limonen	Phellandren.

Den Terpenen nahestehend sind Kautschuk und Guttapercha, sowie viele andere Harze.

Campher.

$C_{10}H_{16}O$, Japancampher, aus dem Holze des Campherbaums (*Laurus camphora*) durch Destillation mit Wasserdampf gewonnen. Farblose, durchscheinende, eigentümlich riechende, bei 175° schmelzende und bei 204° siedende Masse. In Wasser unlöslich, in Alkohol, Aether, Essigsäure, conc. H_2SO_4 und HCl löslich. Brennt mit rufsender Flamme und ist in alkoholischer Lösung rechtsdrehend. Geht durch Destillation mit P_2O_5 in Cymol über. Der Campher geht durch Kochen mit HNO_3 in Camphersäure ($C_{10}H_{16}O_4$) über.

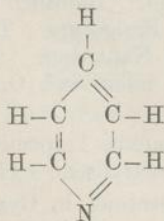
$C_{10}H_{18}O$, Borneocampher (Borneol), findet sich in *Dryobalanops camphora* und entsteht durch nascirenden H aus Japancampher.

$C_{10}H_{20}O$, Menthamcampher (Menthol), ist der Hauptbestandteil des Pfefferminzöls (*Mentha piperita*).

Pyridinbasen, $C_nH_{2n-5}N$.

Die Pyridinbasen (Pyridin, Picolin, Lutidin, Collidin, Parvolin, Coridin u. a.) sind neben Benzol im Steinkohlentheer und im Thieröl enthalten.

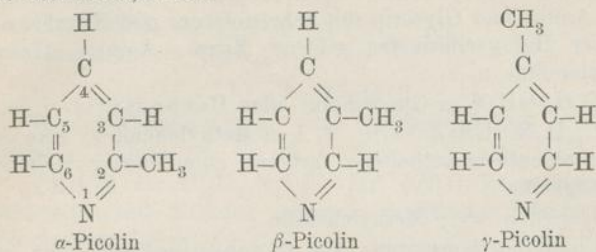
Das **Pyridin** ist seiner Constitution nach Benzol, in dem 1CH durch N vertreten ist.



Pyridin = C_5H_5N .

Die Pyridine haben eigentümlichen, durchdringenden Geruch, bitteren Geschmack, verflüchtigen sich unzersetzt und vereinigen sich direkt mit Säuren zu krystallisirenden Salzen.

Je nach der Stellung, in der die den H des Pyridins ersetzenden Radikale zu dem N stehen, unterscheidet man die Isomerien, z. B.:

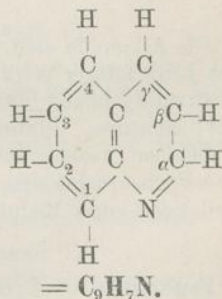


Methylpyridin = Picolin,
Dimethylpyridin = Lutidin u. s. w.

Bei der Oxydation des Pyridins und seiner Homologen entstehen die Pyridincarbonsäuren; die Nicotinsäure, z. B. ist m-Pyridincarbonsäure, C_5H_4NCOOH .

Chinolin.

Die Constitution des Chinolins ist:



Das Chinolin ist also dem Naphtalin analog konstituiert und muß durch Condensation eines Pyridin- und eines Benzolkerns entstanden gedacht werden. Die Bezeichnung der Isomerien ergibt sich aus obiger Formel.

Das Chinolin kommt im Thieröl vor und ist eine farblose, stark lichtbrechende Flüssigkeit von starkem, eigenartigem Geruch. Es ist eine einwerthige Base und bildet ein schwerlösliches Bichromat. — Das Chinolin und

seine Basen entstehen durch Destillation vieler in der Natur vorkommender Alkaloide (wie Chinin, Cinchonin, Strychnin) mit KOH; ferner durch Erhitzen eines Gemenges von Anilin und Glycerin mit Schwefelsäure und Nitrobenzol. Außer Halogenderivaten gibt es Nitro-, Amido-, Cyan-, Oxychinoline u. a.

$C_9H_8(OH)N$, α -Oxychinolin oder Carbostyril.

$C_{10}H_9N$, Chinaldin, d. i. α -Methylchinolin, eine im Steinkohlentheer enthaltene, farblose, chinolinartig riechende Flüssigkeit.

Lepidin = γ -Methylchinolin.

Chinolinecarbonsäuren: Die Cinchoninsäure, von der sich die Chininsäure ableitet, und die α - β -Chinolinecarbonsäure (Acridinsäure).

Dem Chinolin verwandt ist $C_{10}H_{10}N_2O$, das Methoxychinizin. Das salzsaure Dimethyloxychinizin ist das **Antipyrin**.

Alkaloide.

Die Alkaloide sind Pflanzenbasen von stark giftiger aber auch heilkräftiger Wirkung, die mit Säuren meist gut krystallisierende Salze bilden. Durch Gerbsäure, Phosphormolybdänsäure, Platinchlorid, Jodquecksilber-Jodkalium werden sie niedergeschlagen. Man erkennt sie durch gewisse Farbenreaktionen, welche durch HNO_3 , HCl , H_2SO_4 , Oxydations- und Reduktionsmittel veranlaßt werden.

1. Sauerstofffreie Alkaloide.

Piperidin = $C_5H_{11}N$.

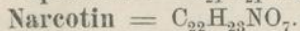
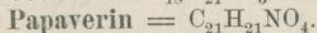
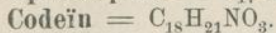
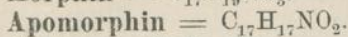
Coniin = $C_8H_{17}N$, im Schierling (*Conium maculatum*).

Nicotin = $C_{10}H_{14}N_2$, in *Nicotiana Tabacum*.

2. Sauerstoffhaltige Alkaloide.

a) Opiumbasen.

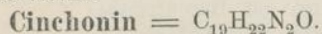
Dieselben sind im Opium, im eingetrockneten Milchsaft der Mohnkapseln (*Papaver somniferum*) enthalten. Die wichtigsten sind:



b) Chinabasen.

In den Chinarinden (den Cinchona-Arten) sind enthalten:

Chinin = $\text{C}_{20}\text{H}_{24}\text{N}_2\text{O}_2$. Mit $3\text{H}_2\text{O}$ krystallisierende, seidenglänzende Nadeln; zeigen in verdünnter Lösung blaue Fluorescenz.



c) Strychnobasen.

In der Brechnuß (Strychnos nux vomica) sind enthalten:

Strychnin = $\text{C}_{21}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}_2$. Vierseitige, äußerst giftige Prismen.

Brucein = $\text{C}_{23}\text{H}_{26}\text{N}_2\text{O}_4$. Giebt mit HNO_3 eine orangefarbene Färbung.

d) Solanumbasen.

In den Solaneen sind enthalten:

Atropin = $\text{C}_{17}\text{H}_{23}\text{NO}_3$, in Atropa Belladonna. Isomere sind

Hyoscyamin (in Hyoscyamus niger) und **Hyoscin**.

e) Weitere Alkaloide sind

Veratrin = $\text{C}_{22}\text{H}_{49}\text{NO}_9$, in Veratrum sabadilla.

Sinapin, **Sparteïn**:

Cocain = $\text{C}_{17}\text{H}_{21}\text{NO}_4$, in Erythroxyton Coca. Einsäurige Base.

Colchicin = $\text{C}_{17}\text{H}_{18}\text{NO}_5$, in Colchicum autumnale.

Aconitin, in Aconitum Napellus.

Ferner: **Jervin**, **Berberin**, **Pilocarpin**, **Piperin**, **Eserin**, **Curarin**, **Solanin** u. a.

In den Leichen kommen weitere Alkaloide, die **Pto-
maïne** (Leichengifte), vor.

Glycoside.

Glycoside sind Pflanzenstoffe, die durch Alkalien, Säuren oder Fermente stets unter Bildung von Glycosen (vergl. S. 121) gespalten werden. Sie sind demnach ätherähnliche Derivate der betreffenden Zuckerart, die als Spaltungsprodukt entsteht.

Die wichtigsten Glycoside sind:

Amygdalin = $C_{20}H_{27}NO_{11}$, in den bitteren Mandeln u. s. w.

Salicin, in der Weidenrinde.

Saponin, in der Seifenwurzel.

Arbutin, in den Blättern der Bärentraube.

Hesperidin, Phloridzin, Aesculin.

Quercitrin, **Coniferin**.

Myronsäure = $C_{10}H_{19}O_{10}NS_2$, als Kalisalz in den Samen von *Sinapis nigra* enthalten; wird durch das gleichfalls in den Samen enthaltene Ferment Myrosin in Allylsenföhl, saures Kalisulfat und Traubenzucker gespalten.

Ruberythrin säure.

Pflanzenstoffe von unbekannter Constitution:

Aloin (in der Aloëpflanze); Cantharidin (in den spanischen Fliegen); Pikrotoxin (in den Kokkelskörnern); Santonin (in den Wurmsamen).

Pflanzen-Farbstoffe von unbekannter Constitution:

Brasilin (roter Farbstoff des Brasilien- und Fernambukholzes); Curcumin (gelber Farbstoff der Curcuma-wurzel); Hämatoxylin (im Blauholz); Carminsäure (in der Cochenille); Chlorophyll (im Blattgrün); Lakmus (in *Rocella tinctoria* u. a.).

Gallenstoffe.

Die Galle der Menschen und Thiere enthält hauptsächlich die Glycochol- und Taurocholsäure, beide an Kali oder Natron gebunden, ferner verschiedene Farbstoffe und das Gallenfett.

Glycocholsäure = $C_{26}H_{43}NO_6$, wird durch Alkalien in Glycocoll und Cholsäure ($C_{24}H_{40}O_5$) gespalten und gibt mit conc. H_2SO_4 und Zuckerlösung eine purpurrote Färbung (Gallenreaktion).

Taurocholsäure = $C_{26}H_{45}NSO_7$, zerfällt beim Kochen mit H_2O in Cholsäure und Taurin (vgl. S. 104).

Cholesterin = $C_{26}H_{44}O$, bildet die Gallensteine und krystallisirt mit $1H_2O$ in seidenglänzenden Blättchen.

Eiweißstoffe (Proteinstoffe, Albumine).

Die Eiweißstoffe sind Hauptbestandteile der Thiere und Pflanzen; sie sind im Protoplasma und Zellkern enthalten. Ihre Constitution ist noch nicht ermittelt. Sie werden von Phosphorsäure und conc. Essigsäure gelöst und werden durch Säuren oder Barytwasser gespalten in Leucin, Glycocoll, Asparaginsäure, Tyrosin etc. Die Eiweißkörper enthalten Schwefel; werden sie mit alkalischer Bleioxydlösung gekocht, so scheidet sich PbS ab.

a) Albumine.

Eieralbumin, Serumalbumin, Pflanzenalbumin. Ihre auf 70° erhitzte wässrige Lösung coagulirt.

b) Fibrine.

Blutfibrin, Muskelfibrin, Pflanzenfibrin. Sie gerinnen beim Verlassen des Organismus. Das Pflanzenfibrin ist enthalten in dem Kleber der Getreidekörner.

c) Caseïne.

Thiercaseïn (Milchcaseïn), Pflanzencaseïn (Legumin). Löslich in verdünnten Alkalien. Durch die Schleimhaut des Kälbermagens (Lab) werden sie zum Gerinnen gebracht.

d) Proteide.

Hämoglobin (der rote Farbstoff des Blutes), Vitellin (im Dotter der Eier, enthält P) u. a.

Bei der Spaltung der Proteide entstehen Albumine.

Hierher gehören ferner noch die Leimssubstanzen (Albuminoide), die beim Kochen Leim bilden und durch

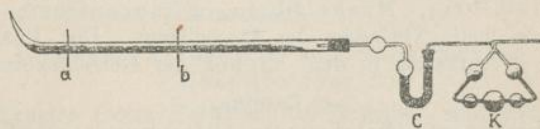
Säuren nicht gefällt werden. Man trennt sie in Collagene, aus denen der **Knochen- und Hautleim**, — und Chondrogene, aus denen der **Knorpelleim** (Chondrin) gewonnen wird. Der Hauptbestandteil des Knochen- und Hautleims ist das **Glutin**, welches sich mit Gerbsäure leicht verbindet. Hierauf beruht der Uebergang der thierischen Haut in Leder.

Keratin (bildet Nägel und Haare); Chitin (bildet die Schalen der Gliederthiere).

Die Ermittlung der Zusammensetzung der organischen Körper.

(Elementaranalyse.)

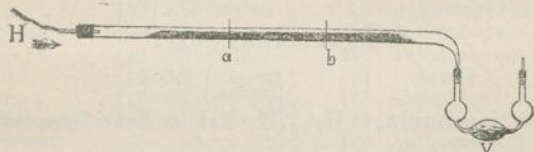
Kohlenstoff und Wasserstoff werden immer durch ein und dieselbe Operation bestimmt. Zu diesem Zwecke füllt man eine 60—70 cm lange, an ihrem einen Ende ausgezogene Röhre aus schwer schmelzbarem Glase bis a mit Kupferoxyd, schichtet hiervor die ebenfalls mit CuO



gemischte Substanz bis etwa b und bringt hierauf wieder CuO zu. Durch leichtes Aufklopfen der Röhre bewirkt man an ihrer oberen Seite einen Kanal zum Entweichen der Verbrennungsprodukte. An die offene Seite der Röhre wird festschließend das U-förmige Rohr c mit Chlorcalcium gefüllt angebracht und an dieses wieder der Kugelapparat k mit Kalilauge gefüllt. Zur Verbrennung wird das Glasrohr auf einen eigens zu diesem Zwecke konstruirten Verbrennungsofen gebracht und langsam in der Richtung auf a zu bis zur Rotgluth erhitzt, wobei man am Auf-

treten der Gasblasen in k den Gang der Verbrennung beobachtet. Hört die Gasentwicklung auf, so löscht man die Flammen des Verbrennungsofens aus, bricht die zugeschmolzene Spitze ab und saugt einen Luftstrom durch den Apparat, um die letzten Mengen CO_2 in den Kaliapparat zu bringen. Der Wasserstoff der Substanz wird als H_2O im Chlorcalciumrohr c, der Kohlenstoff als CO_2 im Kaliapparat k absorbiert. Da beide Apparate vor der Verbrennung gewogen waren, gibt uns ihr Gewicht nach der Verbrennung die absorbierte Menge H_2O , resp. CO_2 an, aus welchen H und C berechnet werden.

Enthält die zu analysierende Substanz Stickstoff, so verfährt man derart, daß man eine an der einen Seite ausgezogene, schwer schmelzbare Glasröhre bis b (wie die dunkle Schattirung zeigt) mit Natronkalk füllt, sodann die Substanz gemischt mit Natronkalk vorschichtet bis etwa



a und dann wieder mit Natronkalk auffüllt. Auch hierbei sorgt man durch vorsichtiges Aufschlagen der Röhre, daß ein offener Kanal bleibt. Das weite Loch der Röhre ist bei H mit einem Wasserstoffapparat in Verbindung, während die abwärts gebogene, ausgezogene Röhrenöffnung in eine Vorlage mündet, die salzsäurehaltiges Wasser enthält. Das Erhitzen geschieht unter Durchleitung von Wasserstoff auf dem oben erwähnten Verbrennungsofen. Bei diesem Prozeß entweicht Ammoniak, welches mit der Salzsäure in der Vorlage Chlorammon bildet; dieses wird mit Platinchlorid gefällt und aus dem Platinsalmiak, resp. Platin die Menge des N berechnet.

Der Sauerstoff wird stets aus der Differenz bestimmt.

$$x\% \text{ H} + y\% \text{ C} + \dots = 100 - z\% \text{ O.}$$

Cl, Br und J werden gewöhnlich derart bestimmt, daß man die Substanz mit Salpetersäure und salpetersaurem

Silber in einer zugeschmolzenen Röhre mehrere Stunden erhitzt, wodurch die Substanz vollständig oxydirt und die Halogene in unlöslicher Form an Silber gebunden und bestimmt werden.

S und P werden in gleicher Weise durch Erhitzen der Substanz mit conc. HNO_3 in einer zugeschmolzenen Röhre bestimmt, wobei H_2SO_4 und H_3PO_4 entstehen, welche auf die gewöhnliche Art und Weise bestimmt werden.

Die Molekulargröße der organischen Verbindungen wird durch Feststellung ihrer Dampfdichten ermittelt. Es gelten hier die auf Seite 4 und 5 angegebenen Gesetze über die Bestimmung der Atomgewichte (1, 2, a und b). Auf die verschiedenen Dampfdichte-Bestimmungsmethoden und die Entwicklung der diesbezüglichen Formeln kann hier nur hingewiesen werden.

Nachtrag.

Das **Saccharin**, $\text{C}_6\text{H}_4 \left\langle \begin{array}{l} \text{SO}_2 \\ \text{CO} \end{array} \right\rangle \text{NH}$, ist Benzoësäuresulfinid.
Kein Nahrungsmittel, sondern Genußmittel.

Das **Salol**, $\text{C}_6\text{H}_4 \left\langle \begin{array}{l} \text{OH} \\ \text{COOC}_6\text{H}_5 \end{array} \right\rangle$, der Salicylsäurephenyläther wird als Antisepticum und Antipyreticum vielfach angewandt.

Das **Sulfonal**, $\text{CH}_3 \left\langle \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{C} \end{array} \right\rangle \left\langle \begin{array}{l} \text{SO}_2\text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{SO}_2\text{C}_2\text{H}_5 \end{array} \right\rangle$, ist Diäthylsulfon-Dimethylmethan.

In dem Benzolring S. 125 oben fehlt in der Formel unten ein C-Atom.

Alphabetisches Register.

Seite		Seite		Seite
105	Acetaldehyd . . .	104	Alkoholate . . .	142
107	Acetamid . . .	88	Alkohole . . .	130
134	Acetanilid . . .	93	Alkohole, primäre,	152
111	Aceton . . .	115	secundäre, ter-	44
140	Acetophenon . . .	93	tiäre . . .	153
85	Acetylene . . .	95	Allophansäure . . .	140
47	Achat . . .	12	Allotropie . . .	134
159	Aconitin . . .	111	Allylen . . .	40
120	Aconitsäure . . .	113	Allyljodid . . .	40
143	Acridin . . .	113	Allylalkohol . . .	40
113	Acrolein . . .	113	Allylsenföl . . .	41
113	Acrylsäure . . .	140	Alphatoluyl-	41
116	Aepfelsäure . . .	61	säure . . .	41
3	Aequivalente . . .	77	Aluminium . . .	40
106	Aerugo . . .	79	Amalgame . . .	40
102	Aethan . . .	47	Amalgamations-	40
103—110	Aethanreihe	89	verfahren . . .	40
105	Aether . . .	94	Amethyst . . .	40
103	Aethylalkohol . . .	108	Ameisensäure . . .	41
109	Aethylamine . . .	94	Amidoderivate . . .	157
105	Aethyläther . . .	92	Amidoessigsäure . . .	58
103	Aethylen . . .	93	Aminsäuren . . .	159
107	Aethylenglycol . . .	30	Amine . . .	123
104	Aethylschwefel-	30	Ammoniak . . .	58
109	säure . . .	12	amorph . . .	160
1	Aethylsulfid . . .	160	Ammonium . . .	37
109	Aethylsulfid . . .	118	amygdalin . . .	38
1	Affinität . . .	119	Amylalkohol . . .	38
113	Alanin . . .	1	Amylenhydrat . . .	38
62	Alaun . . .	134	Analyse . . .	37
161	Albumine . . .	134	Anilide . . .	39
105	Aldehydammo-	129	Anilin . . .	39
88	niak . . .	143	Anilinfarbstoffe . . .	39
105	Aldehyde . . .	142	Anisaldehyd . . .	38
153	Alizarin . . .			
158	Alkaloide . . .			

	Seite		Seite		Seite
Arsenrichlorid . . .	38	Bergkrystall . . .	47	Caprylsäure . . .	123
Arsentrioxyd . . .	38	Berlinerblau . . .	98	Caramel . . .	122
Arsentrisulfid . . .	39	Bernsteinsäure . . .	116	Carbamid . . .	95
Arsenwasserstoff . . .	38	Bittersalz . . .	60	Carbaminsäure . . .	94
Asparagin . . .	116	Biuret . . .	95 96	Carbanil . . .	134
Asparaginsäure . . .	116	Blausäure . . .	97	Carbanilid . . .	134
Asphalt . . .	83	Blei . . .	73	Carbanilsäure . . .	134
assym. Kohlenstoff . . .	117	Bleiessig . . .	106	Carbimid . . .	96
Atom . . .	3	Bleiglätte . . .	73	Carbolsäure . . .	129
Atomgewichte . . .	4	Bleiglanz . . .	73	Carbonate . . .	45
Atomwärme . . .	5	Bleisalze . . .	74	Carbostyryl . . .	158
Atropin . . .	159	Bleisuperoxyd . . .	74	Carbylamine . . .	99
Aufschliessen . . .	47	Bleiweiss . . .	74	Carvacrol . . .	148
Auripigment . . .	37	Bleizucker . . .	106	Caseine . . .	161
Avogadro . . .	4	Blutlaugensalz . . .	97 98	Cellulose . . .	123
Azoverbindungen . . .	135	Bor . . .	42	Chalcedon . . .	47
	136	Borax . . .	55	Chemische Ver-	
Azoxybenzol . . .	135	Borfluorid . . .	43	bindung . . .	1
		Borfluorwasser-		Chilisalpeter . . .	54
		stoff . . .	43	Chinabasen . . .	159
Baldriansäure . . .	119	Borsäure . . .	43	Chinaldin . . .	158
Barytwasser . . .	59	Borstickstoff . . .	43	Chinhydrone . . .	132
Baryum . . .	59	Bortrimethyl . . .	102	Chinin . . .	159
Baryumhydroxyd . . .	59	Brauneisenstein . . .	63	Chinolin . . .	157
Baryumsuper-		Braunstein . . .	68	Chinon . . .	132
oxyd . . .	59	Brechweinstein . . .	117	Chlor . . .	20
Basen . . .	15	Brenzcatechin . . .	131	Chloral . . .	104
Basis-Anhydride . . .	15	Brenzweinsäure . . .	117	Chloralhydrat . . .	104
Benzalchlorid . . .	138	Brom . . .	22 23	Chloranil . . .	132
Benzaldehyd . . .	139	Bromkalium . . .	51	Chlorbaryum . . .	59
Benzamid . . .	140	Bromnatrium . . .	22	Chlorbor . . .	43
Benzhydrol . . .	139	Bromsäure . . .	23	Chlorcalcium . . .	57
Benzidin . . .	137	Bromwasserstoff . . .	23	Chlorgold-	
Benzil . . .	139 150	Brucein . . .	159	natrium . . .	81
Benzin . . .	139	Butan . . .	114	Chlorhydrine . . .	112
Benzoësäure . . .	138	Butanreihe . . .	114—118	Chlorkalium . . .	51
Benzoin . . .	139	Buttersäure . . .	115	Chlorkalk . . .	21 57
Benzol . . .	127	Butyrolacton . . .	116	Chlorkohlenoxyd . . .	90
Benzolhexachlo-				Chlorkohlenstoff . . .	87
rid . . .	128	Cadmium . . .	72	Chlornatrium . . .	53
Benzolkern . . .	125	Cadmiumsulfid . . .	72	Chloroform . . .	86
Benzolsulfosäure . . .	129	calcinierte Soda . . .	54	Chlorsäure . . .	22
Benzonitril . . .	137	Calcium . . .	57	chlorsaures Ka-	
Benzophenon . . .	139	Calomel . . .	78	lium . . .	22
Benzoylchlorid . . .	140	Camphen . . .	156	Chlorsilber . . .	79
Benzoyl-Glycocol . . .	140	Campher . . .	156	Chlorstickstoff . . .	31
Benzylalkohol . . .	138	Caprinsäure . . .	123	Chloroxyd . . .	21
Benzylchlorid . . .	138	Capronsäure . . .	119	Chlorwasserstoff . . .	21

	Seite		Seite		Seite
Cholesterin . . .	161	Diazoverbin-		Ferulasäure . . .	147
Cholsäure . . .	161	dungen . . .	135	Fette	124
Chrom	49 69	Dibenzylgruppe .	150	Feuerstein . . .	47
Chromalaun . . .	70	Dicyan	97 109	Fibrine	161
Chromchlorid . .	70	Dithionsäure . .	28	Fleisch - Milch-	
Chromeisenstein .	69	Diphenylamin . .	134	säuren	112
Chromoxyd . . .	70	Dolomit	60	Fluor	24
Chromsalze . . .	69	Doppelsalze . . .	16	Fluoranthren . .	154
Chromsäure . . .	70	doppelt - kohlen-		Fluorbor	43
chromsaure Salze	70	saures Kali . . .	52	Fluorcalcium . .	57
Chrysanilin . . .	143	doppelt - kohlen-		Fluorescein . . .	145
Chrysen	154	saures Natron . .	54	Flussspath . . .	24
Chrysoidin . . .	137	Dulcit	120	Flusssäure . . .	25
Chrysophansäure	153	Durol	148	Fluorwasserstoff	24
Cinchonin	159	Eisen	63	Formaldehyd . .	89
Citronensäure . .	120	Eisenchlorid . . .	65	Formamid	94
Cocain	159	Eisessig	106	Formeln	9
Codein	159	Eisenglanz	63	Fruchtzucker . .	121
Coelestin	58	Eisenkies	63	Fuchsin	143
Colchicin	159	Eisenoxyd	64	Furfuran	154
Colloidium	123	Eisenoxydoxydul	65	Furfurol	155
Colophonium . . .	155	Eisenoxydver-		Fuselöl	118
Condensations-		bindungen	65	Galactose	121
produkte des		Eisenoxydul	64	Gallenstoffe . . .	160
Aldehyds	105	Eisenoxydulver-		Gallussäure . . .	142
Coniferin	160	bindungen	65	Galmei	71
Coniin	158	Eisensäure	65	Gährungsamyl-	
Crotonaldehyd . .	105	Eiweissstoffe . . .	161	alkohol	118
Crotonsäure . . .	113	Elaylchlorid	103	Gährungsmilch-	
Cumarin	147	Elektrolyse	13	säure	112
Cumarinsäure . .	147	Elemente 1 7 8 9	13	gebrannter Kalk	57
Cuminaldehyd . .	148		14	gelbes Blutlau-	
Cuminalkohol . .	148	Emodin	153	gensalz	97
Cuminsäure . . .	148	Eosin	145	gelöschter Kalk	57
Cumol	145	Erdalkalimetalle	60	Gerbsäure	142
Cyan	97	Erythrit	117	Gips	58
Cyanätholine . . .	100	Essigäther	106	Glanzkobalt . . .	66
Cyansäuren	99	Essigsäure	106	Glas	58
Cyanursäuren . . .	100	essigsäure Salze	106	Glaubersalz . . .	54
Cyanverbindun-		Ester	90 91	Glutarsäure . . .	119
gen	97	Ester der Cyan-		Glycerin	112
Cymol	148	säuren	99 100	Glycerinsäure . .	113
Dampfdichte . . .	5	Fehling's Lösung	121	Glycocholsäure .	161
Dextrin	123	Feldspath	62	Glycocoll	103
Dextrose	121	Ferricyankalium	98	Glycogen	123
Diazoamido-		Ferrocyanalium	97	Glycole	107
benzol	135	Ferromangan . . .	63	Glycolsäure . . .	108

	Seite		Seite		Seite
Glycosen	121	Isatinsäure	149	Königswasser	33
Glycoside	160	Isocyanide	99	Kohlendioxyd	45
Glyoxal	108	isomorph	12	Kohlenhydrate	121
Glyoxalsäure	108	Isophtalsäure	144	Kohlenoxyd	44
Gold	80	Itaconsäure	120	Kohlenoxysulfid	91
Goldoxyd	81	J od	23	Kohlensäure	45 90
Goldsalze	81	Jodkalium	51	Kohlensäure, flüssige	45
Gradirhäuser	97	Jodnatrium	54	kohlensaures Ammon	56
Grauspiessglanz	39	Jodoform	87	kohlensaures Kali	52
Grenzkohlen- wasserstoffe	83 84	Jodol	155	kohlensaure Magnesia	60
Grubengas	86	Jodsäure	24	kohlensaures Natron	54
Grünspan	75	Jodstickstoff	31	Kohlenstoff	44
Guajacol	131	Jodwasserstoff	24	Kohlenwasser- stoffe	83 84 85
Guanidin	96	K affeensäure	147	Kreatin	114
H alogenderivate	86	Kakodyl	102	Kreatinin	114
Halogene	25	Kalilauge	51	Kreide	58
Hammerschlag	64	Kalkwasser	57	Kreosol	141
Harnsäure	114	Kalium	50	Kreosot	141
Harnstoff	95	Kaliumhydroxyd	50	Kresol	138
Harnstoff, Deri- vate des	95 96	Kaliumperman- ganat	69	Krystalle	10
Hausmannit	68	Kaliumsulfat	52	Krystallsysteme	11 12
Hexan	119	Kaliumsulfhydrat	53	Kupfer	74 75
Hexaoxybenzol	133	Kalkmilch	57	Kupferchlorid	76
Hippursäure	140	Kalksalze	58	Kupferchlorür	76
Hirschhornsalz	56	Kalkspath	58	Kupferglanz	74
Hochofenschlacke	63	Kaolin	62	Kupferjodür	76
Höllenstein	80	Kernseifen	124	Kupferoxyd	75
Holzgeist	88	Ketone	88 111	Kupferoxydul	75
Honigsteinsäure	148	Kieselfluor- baryum	47	Kupfersalze	76
Hydrazinverbin- dungen	136	Kieselfluorwasser- stoff	46	Kupfervitriol	76
Hydrazobenzol	135	Kieselgalmei	71	L actid	112
Hydrobenzoin	150	Kieselsäure	47	Lactone	116
Hydrochinon	132	kieselsaures Kali	47	Lakmus	141
Hyosecyamin	159	Kleesalz	109	Laurinsäure	123
I mide	96	Kleesäure	108	Lävulose	121
Imidoharnstoff	96	Knallgas	17	Leimsubstanzen	161
Indigoblau	149	Knoblauchöl	113	Leucin	120
Indol	150	Kobalt	66	Leukanilin	143
Indolgruppe	149	Kobaltoxydulver- bindungen	66	Lithium	55
Indoxyl	150	Kobaltoxydver- bindungen	66	Lösungen	12
Isatid	149	Kochsalz	53	Lutidin	156
Isatin	149				

	Seite		Seite		Seite
Magnesia	60	Methylschwefel-		organische	
Magnesit	60	säure	90	Chemie	83
Magnesium	60	Methylsulfon	90	Orthoameisen-	
Magneteisenstein	63	Milchsäure	112	säureester	89
Malachit	76	Milchsäure-		Orthokohlensäure-	
Malonsäure	112	gährung	112	ester	89
Maltose	122	Milchzucker	122	Orthophosphor-	
Malzzucker	122	Mineralwasser	19	säure	36
Mandelsäure	144	Mirbanöl	128	Oxalsäure	108
Mangan	68	Möhr'sches Salz	65	Oxanid	109
Manganite	69	Molekül	3	Oxaminsäure	109
Manganoxydoxy-		Molekulargewichte	4	Oxindol	150
dul	68	Molybdän	49	Oxybenzoësäuren	138
Manganoxydul	68	Morphin	159	Oxybuttersäuren	115
Mangansäuren	69	Mutterlauge	13	Oxydation	17
Mangansuper-		Myristinsäure	123	Oxyhydrochinon	133
oxyd	69	Myronsäure	160	Oxyneurin	110
Manna	120	Naphtalin	150	Oxysalicylsäure	142
Mannit	120	Naphtalinderi-		Ozon	18
Mannitose	121	vate	151	P alladium	82
Markasit	66	Naphtochinon	152	Palladiumjodür	82
Marmor	58	Naphtoësäure	152	Palladium-	
Melilotsäure	147	Naphtol	151	wasserstoff	82
Mellithsäure	148	Narcotin	159	Palmitinsäure	124
Mennige	74	Natrium	53	Papaverin	159
Menthol	156	Natriumhydrat	54	Paraffine	83
Mercaptan	90	Natronlauge	54	Paraldehyd	105
Mercurisalze	78	Neurin	110	Paraleukanilin	143
Mercurosalze	78	Neusilber	67	Pelargonsäure	123
Mesitylen	111 145	Nickel	67	Pentan	118
Mesitylensäure	146	Nickelglanz	67	Pentathionsäure	28
Mesoxalsäure	113	Nicotin	158	Pergament	123
Messing	72	Nicotinsäure	157	Petroleum	83
Meta-Antimon-		Niob	49	Petroleumäther	83
säure	41	Nitrile	97	Pflaster	124
Metaarsensäure	39	Nitrite	32	Phenanthren	152
Metaborsäure	43	Nitroglycerin	112	Phenethol	131
Metalloxyde	15	Nitromethan	100	Phenol, Substitu-	
Metaphosphor-		O ctan	123	tionen des	130
säure	37	Oele	124	Phenole	129
Methan	86	Oelsäure	124	Phenolfarbstoffe	143
Methanreihe 86—102		Olefine	84	Phenolphtalein	145
Methylalkohol	88	Oleïn	124	Phenolphthalin	145
Methylamine	92 93	Opal	47	Phenolsulfon-	
Methylenchlorid	86	Opiumbasen	158	säure	131
Methylharnstoffe	95	Orcin	141	Phenyläther	131
Methylmercaptan	90			Phenylchloroform	138
Methylphosphate	91				

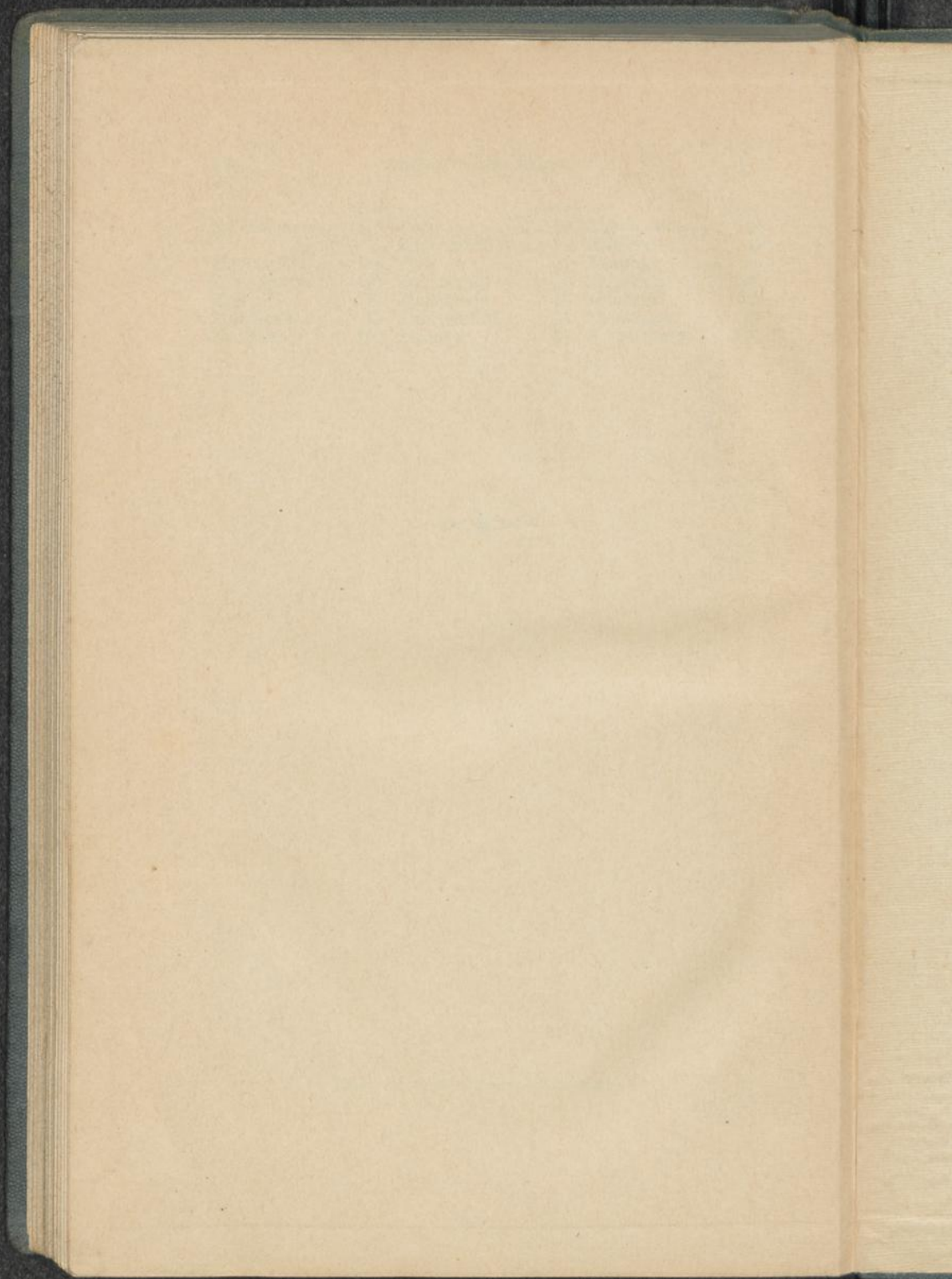
Seite		Seite		Seite		
	Phenyllessig-		Ptomaine . . .	159	Salmiakgeist . . .	30
140 144	säure . . .		Purpurin . . .	153	Salol	164
	Phenylhydrazin .	136	Pyren	154	Salpeter	32 51 54
	Phenylpropiol-		Pyridin	156	Salpeterplantagen	52
	säure	147	Pyroantimon-		Salpetersäure	32 33
	Phosgen	90	säure	41	salpetrige Säure	32
	Phloroglucin . . .	133	Pyroarsensäure .	39	Salze	15
101 137	Phosphine		Pyrogallussäure .	132	Salze, basische . .	15
	Phosphor	33	Pyrolusit	68	Salze, normale . .	15
	phosphorige Säure	35	Pyrophosphor-		Salze, saure	15
	Phosphorit	58	säure	36	Saponin	160
	Phosphorox-		Pyroxylin	123	Scheidewasser . . .	33
	chlorid	35	Pyrrrol	154 155	Scherbenkobalt . . .	37
	Phosphorpenta-				Schiefsbaumwolle	123
	chlorid	35	Quarz	46	Schiefspulver	52
	Phosphorpentoxyd	37	Quecksilber	77	Schleimsäure	120
	Phosphorsalz . . .	55	Quecksilber-		Schmiedeeisen	64
	Phosphorsäuren	36 37	ammoniumsalze	78	Schmieröl	83
	phosphors. Natron	55	Quecksilber-		Schmierseifen	124
	Phosphortrichlorid	35	diphenyl	137	Schwefel	25
	Phosphorwasser-		Quecksilberoxyd	77	Schwefelammo-	
	stoffe	34 35	Quecksilbersalze	78	nium	56
	Phtalsäuren	144			Schwefelcyanver-	
	Picolin	157	Realgar	37	bindungen	101
	Pikramin	130	Reduction	17	Schwefeleisen	65
	Pikraminsäure . . .	130	Resorcin	131	Schwefelkies	66
	Pikrinsäure	130	Rhodankalium . . .	101	Schwefelkobalt . . .	66
	Pikrotoxin	160	Rhodanwasser-		Schwefelkohlen-	
	Pilocarpin	159	stoff	100	stoff	91
	Piperidin	158	Rohrzucker	122	Schwefelkupfer . . .	76
	Platin	81	Rosanilinfarb-		Schwefelleber	53
	Platinchlorid . . .	81	stoffe	143	Schwefelmangan . . .	69
	Platinmetalle . . .	81	Rosolsäure	143	Schwefelnickel . . .	68
	Platinmohr	81			Schwefelsäure	27
	Platinsalze	81 82	Saccharate	121	Schwefelsäure-	
	Platinschwamm . . .	81	Saccharin	164	anhydrid	28
	Polyglycerine . . .	113	Sauerstoff	18	Schwefelsilber	80
	Polythionsäuren	28	Säureamide	107	Schwefeltrioxyd	28
	Porzellan	62	Säureanhydride . .	14	Schwefelwasser-	
	Potasche	52	Säurechloride . . .	107	stoff	26
	Propan	110	Säuren	14	Schwefelzink	72
	Propionsäure	110 111	Säuren, organische	88	schweifige Säure	27
	Proportionen	2	Salicin	160	Schwerspath	59
	Propylalkohol . . .	111	Salicylaldehyd . . .	141	Seifen	124
	Propylen	111	Salicylalkohol . . .	141	Seitenkette	126
	Propylglycol	111	Salicylsäure	141	Selen	29
	Protocatechu-		Saligenin	141	Selensäure	29
	säure	142	Salmiak	56	selenige Säure	29

	Seite		Seite		Seite
Senföle	101	Sulfostannate	49	Umbellsäure	147
Silber	79	Superphosphate	58	unterchlorige	
Silberglanz	79	Symbole	1	Säure	21
Silberoxyd	79	Synthese	1	unterphosphorige	
Silbersalze	79 80			Säure	36
Silicate	47	T annin	142	unterschweflig-	
Silicium	46	Tantal	49	saures Natron	28
Siliciumchlorid	46	Tartreلسäure	117	Uran	50
Siliciumdioxyd	47	Tartronsäure	113	Ureide	114
Siliciumfluorid	46	Taurin	104	Urethane	95
Siliciumtetra-		Taurocholsäure	161	Uvitinsäure	146
methyl	102	Tellur	29		
Siliciumwasser-		tellurige Säure	29	Valeriansäure	119
stoff	46	Tellursäure	29	Vanadin	49
Smirgel	61	Tellurwasserstoff	29	Vanillin	142
Soda	54	Terephtalsäure	144	Vanillinsäure	142
Solanumbasen	159	Terpene	155	Vaseline	83
Spatheisenstein	63	Tetramethylen	154	Veratrin	159
Specksein	60	Tetrathionsäure	28	Veratrumsäure	142
Speiskobalt	66	Thallium	71	Verbindungs-	
Stahl	64	Thiocyansäure	100	gesetze	2 3
Stannate	48	Thioharnstoff	96	Verseifung	124
Stanniol	47	Thiophen	154	Vinylalkohol	103
Stannisalze	48	Thomasschlacke	64	Vinylchlorid	103
Stannosalze	48	Thon	61		
Stärke	123	Thonerde	62	Wasser	19
Stearinsäure	124	Thonerde-Salze	62	Wasserglas	52
Stickoxyd	31	Thorium	49	Wasserstoff	17
Stickstoff	29	Thymol	148	Wasserstoff-	
Stickstoffdioxyd	32	Titan	49	superoxyd	19
Stickstoffoxydul	31	Tolan	150	Weingeist	103
Stilben	150	Toluol	138	Weinsäure	116 117
Stöchiometrie	3	Toluidine	142	Weinstein	117
Strontianit	58	Toluylsäure	140	Werthigkeit der	
Strontium	58	Traubensäure	117	Elemente	5 6
Structurformel	9	Traubenzucker	121	Wismuth	41
Strychnin	159	Trimellithsäure	146	Wismuthchlorid	42
Styphninsäure	131	Trimessinsäure	146	Wismuthhydrat	42
Styracin	146	Trimethylamin	94	Wismuthoxy-	
Sublimat	78	Trimethylen	154	chlorid	42
Sulfantimoniate	41	Trinitrophenol	130	Wismuthoxyd	42
Sulfarseniate	39	Trithionsäure	28	Wismuthsäure	42
Sulfarsenite	39	Turnbulls-Blau	98	Witherit	59
Sulfilverbin-		U eberchlorsäure	21	Wolfram	49 50
dungen	109	ü bermangansaures		Xanthogensäure	92
Sulfoharnstoff	96	Kalium	69	Xylidine	144
Sulfokohlensäure	91	Ultramarin	63	Xylol	144
Sulfonal	164				

	Seite		Seite		Seite
Xylylsäure . . .	145	Zinkoxyd . . .	72	Zinnoxidul . . .	48
Z immtalkohol . . .	146	Zinkvitriol . . .	72	Zinnsäure . . .	48
Zimmtsäure . . .	147	Zinn . . .	47	Zinnstein . . .	47
Zink . . .	71	Zinnchlorür . . .	48	Zinnsulfür . . .	48
Zinkblende . . .	71	Zinnchlorid . . .	48	Zinnsulfid . . .	49
Zinkmethyl . . .	102	Zinn geschrei . . .	47	Zirkonium . . .	49
		Zinnober . . .	77	Zuckersäure . . .	120



ite
48
48
47
48
49
49
20



350

