

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Lehrbuch der Chemie für Oberrealschulen

Organische Chemie

Mitteregger, Josef

Wien, 1879

LEHRBUCH DER CHEMIE

FÜR

OBERREALSCHULEN.

VON

DR. JOSEF MITTEREGGER,

PROFESSOR AN DER K. K. OBERREALSCHULE IN KLAGENFURT.

II. THEIL:

ORGANISCHE CHEMIE.

Mit 11 Holzschnitten.

WIEN, 1879.

ALFRED HÖLDER,

K. K. HOF- UND UNIVERSITÄTS-BUCHHÄNDLER,
ROTHENTHURMSTRASSE 15.

~~~~~  
Alle Rechte vorbehalten.  
~~~~~

Vorwort.

Von ähnlichen Ideen, wie bei der Abfassung des anorganischen Theiles, liess ich mich auch bei der in diesem Bande behandelten organischen Chemie leiten.

Nach einer möglichst kurzen Einleitung führte ich zuerst die Cyanverbindungen vor, weil diese einerseits noch grosse Aehnlichkeit mit den unorganischen zeigen, andererseits aber ihre Kenntniss für das Verständniss der übrigen organischen Verbindungen nothwendig ist.

Die Gruppe der Fettkörper behandelte ich nach genetischen Reihen, weil es dadurch möglich ist, die einzelnen Verbindungen, wie in der unorganischen Chemie, von einem Stammmaterial abzuleiten und in natürliche Gruppen zu bringen. Besonders ausführlich behandelte ich die zwei ersten genetischen Reihen, die Methan- und Aethangruppe, weil diese auch am genauesten bekannt sind und ihre Verbindungen das beste Vorbild für das Studium aller anderen organischen Verbindungen bieten. Aus diesen wurden dann die Eigenenthümlichkeiten der charakteristischen organischen Substanzen überhaupt und der wichtigsten homologen Reihen insbesondere abgeleitet, endlich diese mit den heterologen Reihen übersichtlich in eine Tabelle zusammengestellt.

Auch bei der organischen Chemie glaubte ich den technischen Theil nicht ganz vernachlässigen zu dürfen, sondern das Wichtigste in kurzen Umrissen anführen zu sollen. Dadurch eben wird in das Studium der organischen Chemie eine angenehme Abwechslung gebracht, und zugleich eine Reihe wichtiger Kenntnisse vermittelt.

So wie den ersten Theil meines Lehrbuches empfehle ich auch diesen einer gütigen und freundlichen Aufnahme von Seite meiner geehrten Herren Fachgenossen.

Klagenfurt, im März 1879.

Der Verfasser.

Inhalt.

Einleitung.

	Seite
Begriff	1
Organische Verbindungen	1
Analyse organischer Verbindungen	2
1. Qualitative Elementaranalyse	2
2. Quantitative Elementaranalyse	3
Ermittlung der Molekularformel	4
Constitution organischer Verbindungen	6
Empirische und rationale Formeln	6
Organische Radicale	6
Typenformeln	6
Atomverkettung	7
Structurformeln	8
Isomerie	9
Homologe und heterologe Reihen	10
Synthese organischer Verbindungen	11
I. Gruppe, Cyanverbindungen	11
Cyan	12
Cyanwasserstoff	13
Cyanide	14
Ferrocyanverbindungen	15
Platincy anverbindungen	17
Nitroprussidverbindungen	17
Oxy- und Sulfosäuren des Cyans	17
II. Gruppe, Fettkörper	20
1. Methangruppe	20
Methylverbindungen	21
Formylverbindungen	23
2. Aethangruppe	25
Aethylverbindungen	25
Acetylverbindungen	32
Recapitulation	39
Verbindungen zweiwerthiger Radicale der Aethangruppe	41
Recapitulation	47
3. Propangruppe	52
Recapitulation	57
4. Butangruppe	58
5. Verbindungen mit mehr als vier Kohlenstoffatomen	64
6. Anhang	
Natürlich vorkommende Fette	67
Seifen	68
Stearinkerzen	69
Wacharten	70
Mineralöle	70
III. Gruppe, Kohlenhydrate	71
1. Zuckerarten	72
Rohrzucker	72
Mittlererger, org. Chemie.	72

	Seite
Milchzucker	75
Traubenzucker	76
Fruchtzucker	77
2. Gummiarten	78
3. Kohlenhydrate mit organisirter Structur	79
Stärkemehl	79
Cellulose	81
Gährung	83
Wein	85
Bier	86
Branntwein	87
Essig	89
Brot	90
IV. Gruppe, Glycoside	91
V. Gruppe, Aromatische Substanzen	92
1. Benzolgruppe	94
Benzylverbindungen	99
Salicylverbindungen	100
Indigogruppe	101
2. Zimmtgruppe	103
3. Naphtalingruppe	104
4. Anthracengruppe	105
VI. Gruppe, Aetherische Oele, Campherarten, Harze.	
1. Aetherische Oele	106
2. Campherarten	108
3. Harze	109
Kautschukkörper	112
VII. Gruppe der Farbstoffe und Chromogene	113
1. Rothe Farbstoffe	114
2. Gelbe Farbstoffe	115
3. Grüne Farbstoffe	116
4. Blaue Farbstoffe	116
Färberei	117
Zeugdruckerei	118
VIII. Gruppe der Alkaloide	118
1. Sauerstofffreie Alkaloide	119
2. Sauerstoffhaltige Alkaloide	120
IX. Gruppe der Eiweisskörper	123
1. Albumine	124
2. Caseine	125
3. Fibrine	126
Albuminoide	129
Hornstoff	129
Leimsbstanzen	129
Gerberei	131
Anhang zu den Eiweisskörpern.	
Fäulniss	133

II. Theil.

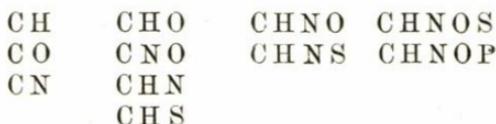
Organische Chemie.

Einleitung.

Begriff. Die organische Chemie ist die Chemie der Kohlenstoffverbindungen. Sie umfasst sowohl die Kohlenstoffverbindungen, wie sie in den Organen der Pflanzen und Thiere sich bilden, als auch diejenigen, welche künstlich aus diesen oder aus ihren Elementen, durch Synthese, dargestellt werden können.

Organische Verbindungen. Die organischen Verbindungen bestehen nur aus wenigen Elementen, und zwar aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, einige wenige enthalten auch Schwefel und Phosphor. Die meisten sind aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt.

Der Kohlenstoff kann mit den genannten Elementen zu folgenden Combinationen zusammentreten:



Die Bildung derselben erfolgt nach den gleichen Gesetzen, wie die der unorganischen Verbindungen.

Kohlensäure, Wasser und Ammoniak sind die letzten Zersetzungsproducte organischer Substanzen; aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak aber werden auch im Pflanzenleibe unter Einfluss des Sonnenlichtes oder im Laboratorium unter Einfluss verschiedener Agentien die mannigfaltigsten organischen Verbindungen gebildet und aufgebaut.

Sie entstehen aus diesen wenigen unorganischen Verbindungen in den Pflanzen durch Reductionsprocesse, indem allmählig Sauerstoff

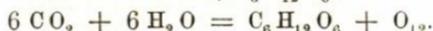
und Wasser austritt und immer kohlenstoffreichere und sauerstoffärmere Verbindungen entstehen.

Mit Ausserachtlassung der Zwischenproducte kann die Bildung folgender organischer Substanzen in Gleichungen ausgedrückt werden:

Die Bildung der Oxalsäure, $C_2H_2O_4$:



Die Bildung des Traubenzuckers, $C_6H_{12}O_6$:



Die Bildung des Amygdalins: $C_{20}H_{27}NO_{11}$:



Die organischen Verbindungen sind meist feste, zum Theil krystallisirbare, zum Theil amorphe Körper, viele sind Flüssigkeiten, nur wenige sind bei gewöhnlicher Temperatur gasförmig. Alle sind verbrennlich, und werden zerstört, wenn sie über ihren Schmelz- oder Siedepunkt bei Luftabschluss erhitzt werden, viele lassen sich nicht einmal ohne Zersetzung schmelzen oder verflüchtigen. Dabei bilden sich stets flüchtige, flüssige und gasförmige Zersetzungsproducte und Kohle bleibt zurück. (Trockene Destillation.)

Die grosse Zahl und Mannigfaltigkeit der Kohlenstoffverbindungen hat ihre Ursache wesentlich darin, dass die Atome des Kohlenstoffs, mehr als die Atome eines anderen Elements, die Neigung haben sich kettenförmig mit einander zu verbinden.

Bestandtheile organischer Verbindungen im weiteren Sinne können alle Elemente sein.

Analyse der organischen Verbindungen. Nur für eine kleine Anzahl organischer Verbindungen besitzen wir charakteristische Reagentien, die Mehrzahl derselben lässt sich nur durch Ermittlung ihrer physikalischen Eigenschaften und besonders ihrer quantitativen Zusammensetzung genau erkennen. Letztere ermittelt man durch die sog. organische Elementaranalyse.

1. Qualitative Elementaranalyse.

Erkennung des Kohlenstoffs. Der Kohlenstoff der nicht flüchtigen organischen Substanzen gibt sich dadurch zu erkennen, dass diese bei Luftabschluss erhitzt, verkohlt werden. Am sichersten jedoch erkennt man den Kohlenstoff durch Erhitzen der Substanz mit Kupferoxyd, wobei der Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrennt, und das Gas, durch Kalkwasser geleitet, eine Trübung in demselben erzeugt.

Erkennung des Wasserstoffs. Die vollkommen getrocknete organische Substanz gibt, mit Kupferoxyd geglüht, Wasser, welches

sich an den kälteren Stellen der Proberöhre in Tropfen ansammelt, wenn sie Wasserstoff enthält.

Erkennung des Stickstoffs. Die stickstoffhaltigen organischen Substanzen geben mit Natronkalk in einer Proberöhre geglüht Ammoniak, was sich durch den Geruch oder durch feuchtes, rothes Lackmuspapier erkennen lässt.

Erkennung des Schwefels und Phosphors. Alle schwefel- und phosphorhaltigen organischen Substanzen liefern, wenn sie mit Natriumcarbonat und Salpeter geglüht werden, Sulfate und Phosphate, welche sich durch die bekannten Reactionen erkennen lassen.

Erkennung des Sauerstoffs. Der Sauerstoff kann in den meisten Fällen nur indirect aus der quantitativen Bestimmung der übrigen Elemente durch Differenz erschlossen werden.

Quantitative Elementaranalyse.

Der Kohlenstoff und der Wasserstoff einer organischen Verbindung wird durch eine Operation bestimmt, während die Bestimmung des Stickstoffs abgesondert vorgenommen wird.

Bestimmung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs. Zur Bestimmung dieser beiden Elemente wird die sorgfältig getrocknete und gewogene organische Verbindung verbrannt, und die Verbrennungsproducte, Kohlensäure und Wasser, werden in geeigneten Apparaten aufgefangen und gewogen. Zu diesem Behufe wird die organische Substanz, mit Kupferoxyd gemischt, in einer schwer schmelzbaren Glasröhre (Verbrennungsröhre), welche an einer Seite offen, an der anderen in eine feine Spitze ausgezogen ist, geglüht, wobei der Wasserstoff zu Wasser, der Kohlenstoff zu Kohlensäure verbrennt. An die offene Seite der Röhre wird zuerst ein gewogenes Chlorcalciumrohr und an dieses der gewogene mit concentrirter Kalilauge gefüllte Kugelapparat angeschlossen. Die Verbrennungsgase streichen durch diese Apparate, im Chlorcalciumrohr wird das Wasser und im Kaliapparat die Kohlensäure vollständig absorbirt, deren Mengen aus der Gewichtszunahme der entsprechenden Apparate ermittelt werden. Die Verbrennungsröhre wird in einem eigens construirten Ofen (Verbrennungsofen) entweder durch Kohlen oder durch Leuchtgas zum Glühen erhitzt, und zwar so, dass man von der offenen Stelle der Röhre aus anfangend mit dem Erhitzen ganz allmählig nach der geschlossenen Stelle hin fortschreitet. Fig. 1 zeigt den ganzen Verbrennungsapparat in seiner Zusammenstellung.

Ist allmählig die ganze Röhre zum Glühen gebracht, so bricht man die Spitze ab, sobald sich im Kaliapparat keine Gasblasen mehr zeigen, und saugt kurze Zeit die Luft durch den Apparat, damit die letzten Mengen Wassergas und Kohlensäure zur Absorption gelangen. Hierauf wird der ganze Apparat auseinander genommen und die Chlor-

calciumröhre sowie der Kaliapparat gewogen. Aus dem Gewichte der Kohlensäure und des Wassers berechnet man den Kohlenstoff und Wasserstoff. Ist die Substanz stickstoffhaltig, so bringt man in den vorderen Theil der Röhre Kupferspähne, um die Oxyde des Stickstoffs, welche sich bei der Verbrennung bilden, zu zersetzen. Ohne diese Vorsichtsmassregel würde die Bestimmung des Kohlenstoffs zu hoch ausfallen.

Bestimmung des Stickstoffs. Die Bestimmung des Stickstoffs geschieht in einem ähnlichen Apparat. Man erhitzt eine abgewogene Menge der stickstoffhaltigen Substanz in der Verbrennungsröhre mit

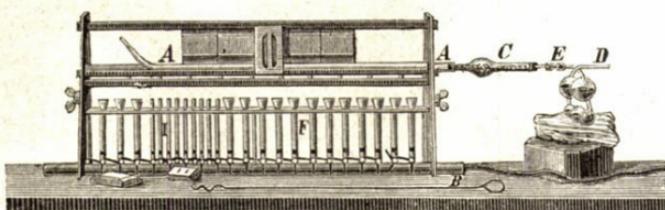


Fig. 1.

Natronkalk (Aetzkalk, welcher mit Natronlauge gelöscht und dann geglüht wurde), fängt das dabei entstandene Ammoniak in einem mit Salzsäure gefüllten Kugelapparat auf, fällt mit Platinchlorid und berechnet aus dem beim Glühen des Niederschlags erhaltenen Platin den Stickstoff. Um in Verbindungen, deren Stickstoff beim Glühen mit Alkalien nicht vollständig in Ammoniak verwandelt wird, den Stickstoff zu bestimmen, verbrennt man dieselben mit Kupferoxyd und Kupferspähnen und fängt die Gase, welche aus einem Gemisch von Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdampf bestehen, unter Quecksilber in einer graduirten Glasröhre auf. Kohlensäure und Wasserdampf lässt man durch in die Röhre eingeführtes Aetzkali absorbiren, bestimmt das Volum des Stickstoffs und berechnet daraus unter Berücksichtigung der Temperatur und der Spannkraft des Wasserdampfes dessen Gewicht.

Bestimmung des Sauerstoffs. Der Sauerstoffgehalt wird immer indirect aus der Differenz berechnet, indem man die Summe des Procentgehaltes der übrigen Bestandtheile von 100 abzieht.

Bei der Bestimmung des Schwefels und Phosphors verfährt man ähnlich wie bei der qualitativen Prüfung, und ermittelt aus den erhaltenen Substanzen in gewöhnlicher Weise die Gewichtsmenge der Bestandtheile.

Ermittelung der Molecularformel. Zur Aufstellung der Molecularformel ist vor allem die procentische Zusammensetzung der untersuchten Substanz nothwendig zu kennen. Diese ergibt sich aus der Analyse. Dividirt man die procentischen Gewichtsmengen durch die entsprechenden Atomgewichte, so erhält man Quotienten, welche das Verhältniss der Anzahl der Atome angeben. Die wirkliche

Anzahl derselben, d. h. die Molekulargrösse, erfährt man erst durch einen neuen Versuch und aus der Dampfdichte. Ein praktisches Beispiel soll dies erläutern:

0.3 Grm. Essigsäure gab bei der Verbrennung:
 0.44 Grm. Kohlensäure und
 0.18 Grm. Wasser. Daraus berechnet sich:
 0.12 Grm. C und
 0.02 Grm. H. Oder in Procenten:
 $x : 100 = 0.12 : 0.3$; $x = 40\%$ C.
 $y : 100 = 0.02 : 0.3$; $y = 6.67\%$ H.

Somit ist die procentische Zusammensetzung der Essigsäure:

Kohlenstoff: 40.00 Gew.-T.
 Wasserstoff: 6.67 Gew.-T.
 Sauerstoff: 53.33 Gew.-T. (Differenz)
 100.00 Gew.-T.

Diese Zahlen durch die Atomgewichte dividirt:

$40.00 : 12 = 3.33$
 $6.67 : 1 = 6.67$
 $53.33 : 16 = 3.33$

Die Atomgewichte des C, H und O stehen daher in der Essigsäure in dem Verhältniss:

$3.33 : 6.67 : 3.33$ od. wie $1 : 2 : 1$.

Die Molekularformel der Essigsäure ist somit $C_n H_{2n} O_n$, wobei n eine ganze Zahl bedeutet.

Die Essigsäure ist eine einbasische Säure; in ihren Salzen ist daher ein Atom Wasserstoff durch ein Atom eines einwerthigen Metalls ersetzt. Wird nun das Silbersalz der Essigsäure geglüht, so bleibt nur das im Salz vorhandene metallische Silber zurück, und es zeigt sich, dass in 100 Theilen desselben enthalten ist:

64.68 T. Silber
 35.32 T. Rest der Essigsäure.
 100.00.

Berechnet man nun den mit einem Atom Silber (108) verbundenen Essigsäurerest:

$x : 108 = 35.32 : 64.68$; $x = 59$.

Nachdem aber im Silberacetat an die Stelle von 1 Atom Wasserstoff (1 G.-T.) 1 Atom Silber (108 G.-T.) getreten ist, so ist das Molekulargewicht der freien Essigsäure: $59 + 1 = 60$. Somit berechnen sich die Atome der Elemente der Essigsäure in folgender Weise:

für C $100 : 40 = 60 : x$; $x = 24$ od. 2 At. C
 für H $100 : 6.67 = 60 : y$; $y = 4$ od. 4 At. H.
 für O $100 : 53.33 = 60 : z$; $z = 32$ od. 2 At. O.

Die Molekularformel der Essigsäure ist also: $C_2 H_4 O_2$.

Die Dampfdichte der Essigsäure (Luft = 1) ist 2.08. Diese Zahl mit 28.9 multiplicirt gibt 60.1, was mit dem oben gefundenen Molekulargewicht von 60 fast ganz übereinstimmt.

Constitution organischer Verbindungen.

Empirische und rationale Formeln. Die chemischen Formeln sind der bildliche Ausdruck der quantitativen Zusammensetzung einer Verbindung und der Gruppierung ihrer Atome. Eine empirische Formel ist der einfache Ausdruck der quantitativen Analyse, während eine rationale Formel auch die Gruppierung der Atome zu näheren Bestandtheilen ausdrückt, wobei das chemische Verhalten der Verbindung, die Bildungs- und Umsetzungsweisen derselben als Anhaltspunkte dienen. In diesem Sinne spricht man von chemischer Constitution oder von chemischer Structur.

So sind z. B. C_2H_6O und $C_2H_4O_2$ die empirischen Formeln für Alkohol und Essigsäure. Die Formeln: $C_2H_5\left\{ \begin{array}{l} C_2H_5 \\ H \end{array} \right\} O$ Alkohol und $C_2H_3\left\{ \begin{array}{l} C_2H_3O \\ H \end{array} \right\} O$ Essigsäure drücken aus, dass im Alkohol die Atomgruppe C_2H_5 und in der Essigsäure die Atomgruppe C_2H_3O in den Typus Wasser eingetreten ist. Die Formeln: $\left\{ \begin{array}{l} CH_3 \\ CH_2OH \end{array} \right\}$ Alkohol und $\left\{ \begin{array}{l} CH_3 \\ COOH \end{array} \right\}$ Essigsäure zeigen an, dass im Alkohol zwei Atome Kohlenstoff mitsammen verbunden sind, wovon das eine Atom 3 Atome H und das andere 2 Atome H und Hydroxyl gebunden hat, und dass in der Essigsäure 2 Atome Kohlenstoff mitsammen verbunden sind, wovon das eine Atom 3 Atome H, das andere 1 Atom O und Hydroxyl gebunden hat. Die letzteren sind rationale Formeln.

Organische Radicale. Sowie in unorganischen Verbindungen gewisse Atoingruppen bei verschiedenen Reactionen unangegriffen bleiben, sich durch eine Reihe von Verbindungen unverändert hindurchführen lassen, und sich wie Elemente verhalten, wie z. B. NH_4 , und die man zusammengesetzte Radicale nennt, ebenso gibt es in den organischen Verbindungen kohlenstoffhaltige Atomcomplexe, die sich wie einfache Stoffe verhalten, man nennt sie organische Radicale. Z. B. die Radicale Methyl CH_3 und Aethyl C_2H_5 bilden ganz analoge Verbindungen, wie das Kalium, während das Cyan CN in seinen Verbindungen dem Chlor sehr ähnlich ist.

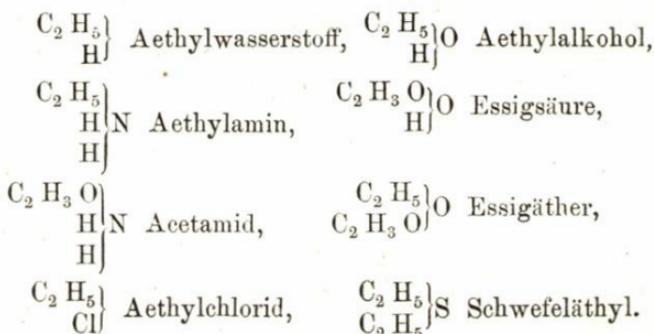
Die organischen Radicale sind ebenfalls ungesättigte Verbindungen, welche je nach der Anzahl ihrer freien Verbindungseinheiten ein- oder mehrwerthig sind. So ist z. B. $\dot{C}H_3$, \dot{C}_2H_5 , $\dot{C}N$ einwerthig,

Aethylen \ddot{C}_2H_4 zwei- und Propenyl \ddot{C}_3H_5 dreiwerthig. Man unterscheidet gewöhnlich sauerstofffreie, elektropositive oder Alkoholradicale, wie: CH_3 , C_2H_5 , C_2H_4 und sauerstoffhaltige, elektro-negative oder Säureradicalc, wie Acetyl C_2H_3O .

Die Radicaltheorie wurde zuerst durch Liebig und Wöhler eingeführt.

Typenformeln. Zu den rationellen Formeln organischer Verbindungen gehören vorzugsweise die Typenformeln, wornach man sich dieselben nach den bekannten Typen in der Weise constituirt denkt,

dass darin Wasserstoffatome durch organische Radicale substituirt sind. Z. B.

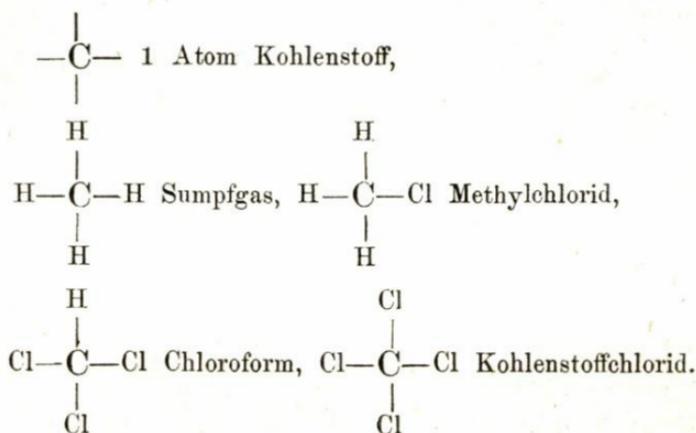


Die Typenformeln geben auch hier wieder den besten Anhaltspunkt für eine Charakteristik organischer Verbindungen.

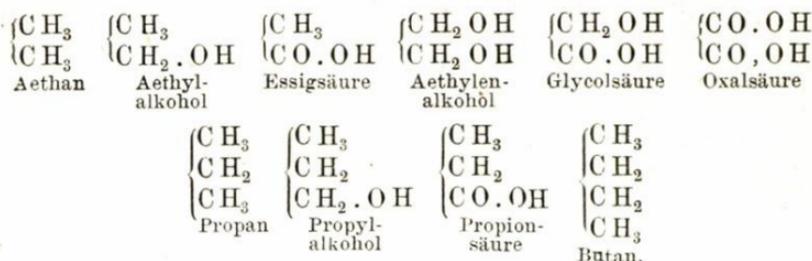
Die Typentheorie wurde von Gerhardt und Williamson in die Wissenschaft eingeführt.

Chemische Structur oder **Atomverkettung**. Jedes Atom eines Elements besitzt nach seiner Werthigkeit die Fähigkeit, eine gewisse Anzahl Atome eines anderen Elementes zu binden. Der Kohlenstoff als vierwerthiges Element vermag vier Atome Wasserstoff oder Chlor zu binden und bildet damit gesättigte Verbindungen, wie: CH_4 Sumpfgas, CH_3Cl Methylchlorid, CHCl_3 Chloroform, CCl_4 Kohlenstofftetrachlorid.

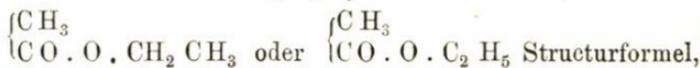
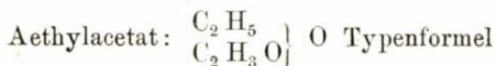
Drückt man die 4 Verbindungseinheiten des Kohlenstoffs durch Arme aus, so bekommen obige Formeln folgende Gestalt:



Kommen aber in einer organischen Verbindung zwei oder mehr Atome Kohlenstoff vor, so binden sich diese gegenseitig mit je einem



Die Klammer drückt aus, dass die Kohlenstoffatome in einer offenen Kette aneinanderhängen, und einen Kohlenstoffkern oder eine Hauptkette bilden, an deren einzelne Glieder sich nach den freien Werthigkeiten andere Atome oder Atomgruppen anlagern. Die beiden Endglieder haben noch drei freie Werthigkeiten, daher sich an diesen 3 Atome eines einwerthigen Elements oder Radicals, oder 1 Atom eines zweiwerthigen neben 1 Atom eines einwerthigen Elements oder Radicals anlagern können. Die mittleren Glieder haben je 2 freie Verbindungseinheiten, daher sich an diesen nur 2 Atome anhängen können. Die häufigsten Veränderungen finden an den Endgliedern statt. Tritt mit einem Kohlenstoffatom der Hauptkette ein kohlenstoffhaltiges Radical in Verbindung, so entsteht eine Seitenkette, in welcher die Vertretungen ähnlich wie in der Hauptkette stattfinden können, z. B.

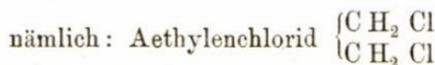


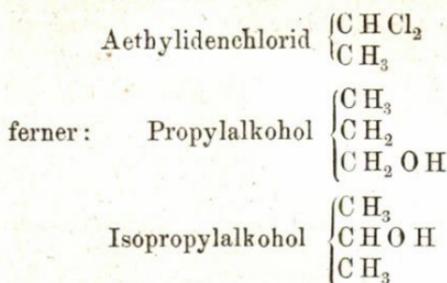
wobei $\begin{array}{c} \{ \text{CH}_3 \\ \text{CO} \cdot \text{O} \end{array}$ die Hauptkette, und $-\text{CH}_2 \cdot \text{CH}_3$ die Seitenkette ist.

Isomerie.

Organische Verbindungen, welche bei gleicher procentischer Zusammensetzung verschiedene chemische und physikalische Eigenschaften besitzen, nennt man isomer. Man unterscheidet dreierlei Arten der Isomerie.

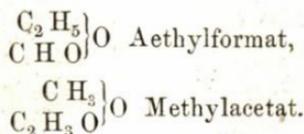
1. Isomerie im engeren Sinne. Verbindungen von gleicher procentischer Zusammensetzung und gleichem Molekulargewicht, aber verschiedenen Eigenschaften nennt man isomer im engeren Sinne, wenn die Verschiedenheit in der verschiedenen Stellung einzelner Bestandtheile ihren Grund hat. Z. B.: Aethylenchlorid und Aethylidenchlorid haben die Zusammensetzung $\text{C}_2 \text{H}_4 \text{Cl}_2$, die Lagerung des Chlors ist aber eine verschiedene,



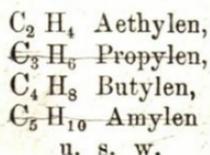


Die Structurformeln geben somit die beste Erklärung der Isomerien.

2. Metamerie. Wenn die Verschiedenheit gleichzusammengesetzter Verbindungen mit gleichem Molekulargewicht in der Verschiedenheit der Radicale ihren Grund hat, so heissen sie metamer. Z. B.: Aethylformat und Methylacetat haben die Zusammensetzung $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$, ihre Typenformeln aber sind:



3. Polymerie. Verbindungen, welche bei gleicher procentischer Zusammensetzung verschiedenes Molekulargewicht besitzen, nennt man polymer. Z. B.



Cellulose
C₄H₈O₂
C₆H₁₂O₃ *SA*

Homologe und heterologe Reihen.

Viele organische Verbindungen von verwandtem chemischen Charakter zeigen eine sehr auffallende Analogie in der Zusammensetzung. Sie lassen sich nämlich in Reihen bringen, deren einzelne Glieder sich in ihrer Zusammensetzung durch $n\text{CH}_2$ unterscheiden, und zwar in der Art, dass jedes folgende Glied um CH_2 mehr enthält. Man heisst eine solche Reihe eine homologe Reihe. Z. B. die Reihe der einwerthigen Alkohole:

Methylalkohol	CH_4O	Siedepunkt	59°	C.
Aethylalkohol	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	"	78°	"
Propylalkohol	$\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$	"	97°	"
Butylalkohol	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	"	116°	"
Amylalkohol	$\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$	"	135°	"

Die Reihe der fetten Säuren:

Ameisensäure	CH_2O_2	Siedepunkt 99°C .
Essigsäure	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	" 118° "
Propionsäure	$\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2$	" 137° "
Buttersäure	$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$	" 156° "
Valeriansäure	$\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2$	" 175° "

Bei homologen Verbindungen steigt der Siedepunkt immer um 19°C ., wenn der Kohlenstoffgehalt um 1 Atom zunimmt. Verbindungen von demselben Kohlenstoffgehalt bilden für sich eine Reihe, deren Glieder verschiedene chemische Charaktere haben, und welche durch eine Reihe chemischer Metamorphosen in einander übergehen. Eine solche Reihe heisst eine heterologe oder genetische Reihe.

Synthese organischer Verbindungen.

Manche organische Verbindungen lassen sich künstlich aus ihren Elementen zusammensetzen oder aus einfachen durch Einführung neuer Kohlenstoffatome zu höheren Verbindungen aufbauen. Diesen Weg der Darstellung nennt man Synthese. Z. B.:

Leitet man über ein glühendes Gemenge von Kaliumcarbonat und Kohle Stickstoff, so entsteht Cyankalium: $\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{C} + \text{N}_2 = 2 \text{KCN} + 3 \text{CO}$.

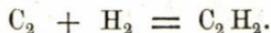
Leitet man in kochende Kalilauge Kohlenoxyd, so entsteht Kaliumformat (ameisensaures Kalium):



Leitet man über glühendes Kupfer Schwefelkohlenstoff und Schwefelwasserstoff, so entsteht Sumpfgas:



Leitet man durch Wasserstoff zwischen Kohlenspitzen einen elektrischen Flammenbogen, so bildet sich Acetylen:



Cyan, Ameisensäure, Sumpfgas, Acetylen sind gleichsam die Brücken von den unorganischen zu den organischen Substanzen. Aus diesen lassen sich durch Einführung weiterer Kohlenstoffatome immer höhere Verbindungen erzeugen.

I. Gruppe.

Cyanverbindungen.

Die Cyanverbindungen bilden einen natürlichen Uebergang von den unorganischen zu den organischen Verbindungen, indem sich einerseits das Radical Cyan, CN oder Cy , leicht durch Synthese aus

unorganischen Elementen darstellen lässt und seine Verbindungen die grösste Analogie mit denen der Halogene zeigen, andererseits das Cyan eines der letzten Zersetzungsproducte stickstoffhaltiger organischer Substanzen ist, und sich aus demselben leicht höher zusammengesetzte organische Verbindungen aufbauen lassen.

Bildung. Das Cyan bildet sich bei verschiedenen Processen durch Synthese:

1. Wenn über ein glühendes Gemenge von Kohlenstoff und Kaliumcarbonat Stickstoff geleitet wird: $K_2CO_3 + C + N_2 = 2 KCN + 3 CO$. In dieser Weise bildet sich Cyankalium manchmal in Hochöfen.

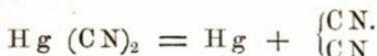
2. Wenn man Stickstoff und Kohlensäure über erhitztes Kalium leitet:



3. Wenn ein Gemenge von Kohlensäure und Ammoniak über erhitztes Kalium geleitet wird: $K_5 + 3 CO_2 + NH_3 = 2 K_2CO_3 + KCN + H_3$. Ebenso bildet sich Cyan, wenn stickstoffhaltige organische Substanzen mit Kaliumcarbonat geglüht werden, als Cyankalium.

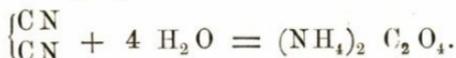
Cyan bildet sich immer, wenn Stickstoff und Kohlenstoff im Entstehungszustande mit einem Alkalimetall zusammentreffen.

Darstellung. Das Radical Cyan, CN, ist im freien Zustande nicht bekannt. Das Cyangas ist stets **Dicyan** $\begin{matrix} \{CN \\ \{CN \end{matrix}$. Man erhält es durch Glühen von Quecksilbereyanid:

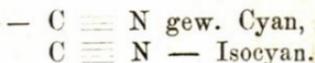


Man fängt es unter Quecksilber auf.

Eigenschaften. Farbloses, stechend und der Blausäure ähnlich riechendes, giftiges Gas, das bei -18° flüssig und bei -40° fest wird. Es ist brennbar und verbrennt mit purpurrother Flamme zu Kohlensäure und Stickstoff. Wasser löst das 3—5fache Volum Cyangas auf, aber die Lösung wird bald braun unter Bildung anderer organischer Verbindungen; namentlich bildet sich Ammoniumoxalat



Das Ammoniumoxalat zerfällt beim Erhitzen wieder in Cyan und Wasser. Das Cyan ist ein einwerthiges Radical, und je nachdem der N darin 3- oder 5werthig, gibt es auch zweierlei Cyan:

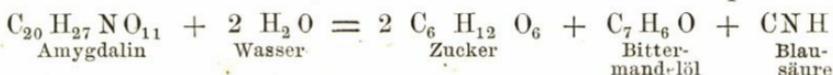


Die Cyanide oder die Verbindungen des Cyans sind analog den Chloriden. Das Cyan bildet wie das Chlor eine Wasserstoffsäure und den Haloidsalzen ähnliche Metalcyanide. Diese sind theils farblose, theils gefärbte, krystallisirbare oder pulverige Verbindungen, welche häufig schon an der Luft durch die Kohlensäure zerlegt werden und nach Blausäure riechen. Beim Glühen derselben mit Metalloxyden bilden sich Cyanate (cyansaure Salze), mit Sulfiden Sulfoeyanate, während den Oxyden oder Sulfiden O oder S entzogen wird. Die Cyanide sind daher kräftige Reductionsmittel. Die Cyanide der Alkalimetalle sind im Wasser leicht löslich, die der schweren Metalle meist unlöslich. Die Cyanide haben wie die Haloidsalze ein grosses Bestreben, Doppelsalze zu bilden.

Cyanwasserstoff oder Blausäure, HCN oder HCy.

Von Scheele im Berlinerblau entdeckt.

Bildung. Die Blausäure bildet sich aus dem Amygdalin $C_{20}H_{27}NO_{11}$, einem in den bitteren Mandeln und in den Kernen der Steinobstfrüchte enthaltenen Stoffe, wenn derselbe mit Wasser und schleimigen Substanzen (Emulsin) in Berührung ist, indem er sich unter Wasseraufnahme in Zucker, Bittermandelöl und Blausäure spaltet:



Daher findet sich in der Bittermandelmilch, im Bittermandelwasser, Kirschchlorbeerwasser und Schwarzkirschwasser stets etwas Blausäure.

Darstellung. Concentrirte, wasserfreie Blausäure erhält man durch Zersetzung von Quecksilbercyanid mit HCl in einer Retorte:



Das Gas wird durch eine Chlorcalciumröhre in eine stark abgekühlte U-förmige Röhre geleitet, worin es sich zu einer farblosen Flüssigkeit verdichtet.

Versuch in einer Proberöhre und Anzünden des sich entwickelnden Gases.

Wässrige Blausäure erhält man durch Destillation von gelbem Blutlaugensalz, K_4FeCy_6 mit verdünnter Schwefelsäure:



Das Gas wird, durch einen Kühlapparat geleitet, zu einer farblosen Flüssigkeit verdichtet.

Eigenschaften. Die concentrirte Blausäure ist eine farblose, leicht bewegliche, durchdringend nach bitteren Mandeln riechende, höchst giftige Flüssigkeit; Dichte = 0.7, Siedepunkt 27° ; erstarrt bei -15° . Sie verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur so rasch, dass auf einem Glasstab ein Tropfen Blausäure, durch die rasche Ver-

dunstung und Wärmebindung, gefriert. Sie ist brennbar und verbrennt mit blauer Flamme zu CO_2 , H_2O und N . Ist in allen Verhältnissen im Wasser und Alkohol löslich. Sie erleidet namentlich in wässriger Lösung, insbesondere in Gegenwart eines Alkalis eine freiwillige Zersetzung, indem sie sich braun färbt und unter Wasseraufnahme theilweise in Ammoniumformat sich verwandelt:



Durch rasches Erhitzen erhält man aus dem Ammoniumformat wieder Blausäure und Wasser.

Die Blausäure ist das heftigste Gift, sowohl als Gas eingeathmet, oder sonst in den Körper gebracht, wirkt sie fast augenblicklich tödtlich. Selbst die verdünnte Säure, welche als Medicament dient, ist nur mit grösster Vorsicht zu gebrauchen. Als Gegengift dient verdünnte Ammoniakflüssigkeit.

Kaliumcyanid oder **Cyankalium**, KCN oder KCy . Dieses Salz entsteht durch Synthese auf verschiedene Art, wie schon früher erwähnt wurde, es bildet sich ferner beim Zusammenschmelzen thierischer Substanzen mit Pottasche und beim Erhitzen von Kalium im Cyanase, worin dasselbe mit rothem Lichte zu Cyankalium verbrennt. Man stellt es gewöhnlich dar durch Sättigen einer alkoholischen Lösung von Kaliumhydroxyd mit Blausäure oder durch Schmelzen von entwässertem gelben Blutlaugensalz in einem eisernen Tiegel. Dieses zersetzt sich hiebei in Cyankalium, Kohlenstoffeisen und Stickstoff:



Durch Auflösen trennt man es vom Kohlenstoffeisen. Es bildet farblose Würfel, schmilzt leicht zu einer krystallinisch erstarrenden weissen Masse, ist zerfliesslich, leicht löslich im Wasser und verdünnten Alkohol. Es reagirt stark alkalisch, wird schon durch die Kohlensäure der Luft zersetzt und riecht daher nach Blausäure. An feuchter Luft nimmt es Wasser auf und verwandelt sich in Kaliumformat, unter Abgabe von Ammoniak:



Daher riecht es auch etwas nach Ammoniak.

Es ist wie alle einfachen Cyanide, besonders aber wegen seiner grossen Löslichkeit, eines der heftigsten Gifte. Beim Schmelzen an der Luft oder mit Metalloxyden erleidet es Oxydation, wobei sich Kaliumcyanat bildet und die Oxyde reducirt werden. Hierauf beruht seine Anwendung bei Löthrohrproben. Es bildet mit Gold- und Silbercyanid lösliche Doppelsalze, welche zum Vergolden und Versilbern verwendet werden. Ausserdem findet es in der Photographie und Galvanoplastik Anwendung.

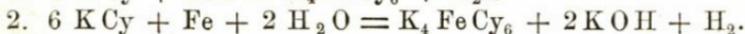
Quecksilbercyanid, $\text{Hg} (\text{CN})_2$, erhält man durch Auflösen von

Quecksilberoxyd in Blausäure und Eindampfen der Lösung in farblosen luftbeständigen Prismen, welche sich im Wasser leicht lösen und beim Erhitzen in metallisches Quecksilber und Cyangas zerfallen; dabei bleibt eine braune Substanz zurück, welche eine polymere Verbindung des Cyans, Paracyan, ist. Das Quecksilbercyanid ist ebenfalls höchst giftig.

Die Alkalicyanide gehen mit den Cyaniden des Eisens, Kobalts, Platins eigenthümliche Doppelverbindungen ein, worin sich die letzteren Metalle durch die gewöhnlichen Reagentien nicht mehr nachweisen lassen, wie im Kaliumferrocyanid $4 \text{KCy} + \text{FeCy}_2$, Kaliumferridcyanid $6 \text{KCy} + \text{Fe}_2\text{Cy}_6$, Kaliumplatincyanid $2 \text{KCy} + \text{PtCy}_2$ etc. Dies hat zu der Ansicht geführt, dass diese Verbindungen das Eisen etc. nicht als selbstständiges Element, sondern als Bestandtheil von zusammengesetzten Radicalen enthalten, bestehend aus Eisen etc. und den Elementen des Cyans. Darnach ist also in den Ferrocyanverbindungen das vierwerthige Radical Ferrocyan: FeCy_6 , in den Ferridcyanverbindungen das sechswerthige Radical Ferridcyan: $\text{Fe}_2\text{Cy}_{12}$, in den Platincyanverbindungen das zweiwerthige Radical Platincyan: PtCy_4 enthalten. Die oben erwähnten Verbindungen schreibt man daher: K_4FeCy_6 , $\text{K}_6\text{Fe}_2\text{Cy}_{12}$ und K_2PtCy_4 . Diese Verbindungen sind nicht giftig.

Ferrocyanverbindungen.

Kaliumferrocyanid oder **Ferrocyankalium**, K_4FeCy_6 , gewöhnlich gelbes Blutlaugensalz genannt, wird im Grossen dargestellt, indem man Pottasche in einem dickwandigen eisernen Kessel schmilzt und in die geschmolzene Masse stickstoffhaltige thierische Stoffe, z. B. Lederabfälle, Hornspähne, getrocknetes Blut, Haare etc. mit Eisenspähnen gemengt in kleinen Portionen einträgt. Hiebei bildet sich Kaliumcyanid und der Schwefel der thierischen Stoffe vereinigt sich mit dem Eisen zu Schwefeleisen. Wird die geschmolzene Masse dann mit warmem Wasser ausgelaugt (Blutlauge), so bildet sich unter Entwicklung von Wasserstoff Blutlaugensalz, indem das Cyankalium auf das Schwefeleisen und das noch vorhandene metallische Eisen einwirkt:



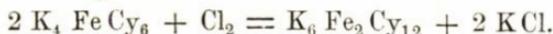
Durch Eindampfen der Lauge erhält man Krystalle, welche man durch Umkrystallisiren reinigt.

Das Kaliumferrocyanid krystallisirt mit 3aq in gelben, wachsglänzenden, leicht spaltbaren, grossen tafelförmigen Krystallen des quadratischen Systems. Es verliert beim Erhitzen auf 100° sein Krystallwasser und wird in der Glühhitze unter Bildung von Cyan-

kalium zersetzt. Von kalter verdünnter Schwefelsäure wird es nicht angegriffen, mit kochender verdünnter Schwefelsäure entwickelt sich Blausäure. Es löst sich im Wasser sehr leicht auf, die Lösung gibt mit Ferrosalzen einen hellblauen, an der Luft dunkler werdenden Niederschlag, mit Ferridsalzen einen dunkelblauen (Berlinerblau) und mit Kupfersalzen einen braunen Niederschlag (Hattchet Braun) von Ferrocyan Kupfer Cu_2FeCy_6 . Daher findet die Lösung von Ferrocyan kalium in der analytischen Chemie Anwendung als empfindliches Reagens auf Ferro-, Ferrid- und Kupfersalze. Ebenso findet es in der Färberei, Zeugdruckerei und zur Darstellung anderer Cyanverbindungen häufige Verwendung.

Durch Zersetzen von Ferrocyan kalium mit concentrirter Salzsäure erhält man Ferrocyan wasserstoffsäure, H_4FeCy_6 , in weissen löslichen Krystallen, die sich an der Luft blau färben.

Kaliumferridecyanid oder **Ferridecyan kalium**, $\text{K}_6\text{Fe}_2\text{Cy}_{12}$, auch rothes Blutlaugensalz genannt, erhält man, indem man in eine kaltgesättigte Lösung von Ferrocyan kalium so lange Chlor einleitet, bis ein Tropfen der Flüssigkeit mit Eisenchlorid keinen blauen Niederschlag mehr gibt. Das Chlor führt hier die Ferroverbindung in eine Ferridverbindung über:



Durch langsames Verdampfen erhält man schöne hyacinthrothe rhombische Krystalle, welche sich im Wasser leicht lösen. Die Lösung gibt mit Ferridsalzen keinen, aber mit Ferrosalzen einen dunkelblauen Niederschlag. Wird ebenfalls in der Färberei verwendet.

Berlinerblau. $\text{Fe}_4(\text{FeCy}_6)_3$. Mischt man die Lösungen von Ferrocyan kalium und Eisenchlorid oder eines anderen Ferridsalzes, so entsteht ein schön dunkelblauer Niederschlag:



welcher beim Trocknen eine dunkelblaue Masse von muschligem Bruche gibt, die beim Reiben Kupferglanz annimmt. Es ist in Wasser und Alkohol unlöslich, löst sich aber in Oxalsäure mit schön blauer Farbe auf. Mit Kalilauge wird das Berlinerblau unter Bildung von Eisenhydroxyd und Ferrocyan kalium braun gefärbt.

Turnbullsblau. $\text{Fe}_3\text{Fe}_2\text{Cy}_{12}$ wird erhalten durch Fällung eines Ferrosalzes mit rothem Blutlaugensalz als schön dunkelblauer Niederschlag, welcher die grösste Aehnlichkeit mit dem Berlinerblau zeigt:



Das Turnbullsblau unterscheidet sich vom Berlinerblau dadurch, dass es durch Kalilauge schiefergrau gefärbt wird.

Berlinerblau und Turnbullsblau werden als Malerfarben benützt.

Platincyanverbindungen.

Die Platincyanverbindungen $M_2 Pt Cy_4$ zeichnen sich durch ihre leichte Krystallisirbarkeit und ihr prachtvolles Farbenspiel aus, die meisten zeigen Dichroismus oder Trichroismus. Sie gehören zu den schönsten chemischen Präparaten. Den besten Ausgangspunkt für die Darstellung der Platincyanverbindungen bildet das **Platinocyankalium** $K_2 Pt Cy_4$ oder das **Platinocyanbarium** $Ba Pt Cy_4$. Das erstere erhält man durch Auflösen von Platinchlorür in Cyankalium: $4 K Cy + Pt Cl_2 = 2 K Cl + K_2 Pt Cy_4$. Es krystallisirt aus der farblosen Lösung in gelben himmelblauschillernden Prismen.

Das **Platinocyanbarium** erhält man, wenn man ein Gemenge von Bariumcarbonat, Platinchlorür und einer grösseren Menge Wassers mit Blausäure vermischt:



Die filtrirte Lösung gibt beim Eindampfen gelbe, violettschillernde Krystalle.

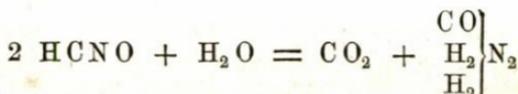
Aus diesem stellt man die schönste Platincyanverbindung, das **Platinocyanmagnesium** $Mg Pt Cy_4$, durch Wechselersetzung mit Magnesiumsulfat dar. Aus der fast farblosen Lösung krystallisirt es in rothen quadratischen Prismen, welche an den Seitenflächen goldkäfegrün und an den Endflächen violett schillern.

Nitroprussidverbindungen.

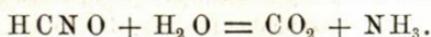
Durch Einwirkung von Salpetersäure auf Ferrocyankalium entsteht eine Reihe eigenthümlicher Verbindungen, welche man Nitroprusside nennt. Das bekannteste darunter, das **Natriumnitroprussid**, $Na_2 Fe Cy_5 NO + 2 aq$ erhält man, wenn man gelbes Blutlaugensalz mit verdünnter kochender Salpetersäure oxydirt, mit Natriumcarbonat neutralisirt eindampft, wobei dann beim Erkalten zuerst Salpeter, dann das Natriumnitroprussid in rubinrothen Krystallen auskrystallisirt. Seine Lösung gibt mit löslichen Schwefelmetallen eine prachtvoll purpurrothe Färbung, welche aber bald wieder verschwindet. Es dient deshalb als empfindliches Reagens auf Schwefelmetalle.

Oxy- und Sulfosäuren des Cyans und ihre Salze.

Cyansäure, $HCNO$ oder $C \begin{matrix} H \\ \diagup \\ N \\ \diagdown \end{matrix} O$ oder $CN.OH$, erhält man durch Destillation der Cyanursäure, deren Dampf man in einer stark abgekühlten Vorlage verdichtet. Sie ist eine farblose, stechend riechende, nur unter 0° beständige Flüssigkeit. Bei gewöhnlicher Temperatur verwandelt sie sich unter freiwilliger Erhitzung und heftigem Aufschäumen in eine polymere Modification, das Cyanmelid, welches eine weisse, porcellanartige Masse bildet. In wässriger Lösung zersetzt sich die Cyansäure allmählig in Kohlensäure und Carbamid (Harnstoff):



Die Cyanate entstehen bei der Oxydation der Cyanide durch Erhitzen an der Luft oder mit Metalloxyden, Braunstein, Bleioxyd etc. Wird die Cyansäure aus ihren Salzen durch stärkere Säuren abgeschieden, so zerfällt sie in Kohlensäure und Ammoniak:



Cyanursäure, Tricyansäure, $\text{H}_3\text{C}_3\text{N}_3\text{O}_3$ oder $\left. \begin{matrix} \text{H}_3 \\ \text{C}_3\text{N}_3 \end{matrix} \right\} \text{O}_3$ ist eine Polymerie der Cyansäure, und entsteht beim vorsichtigen Erhitzen des Harnstoffs, bis die Ammoniakentwicklung aufgehört hat. Sie ist krystallisirbar und wird beim Erhitzen in Cyansäure verwandelt.

Ammoniumcyanat, $\text{NH}_4.\text{CNO}$ oder $\left. \begin{matrix} \text{NH}_4 \\ \text{CN} \end{matrix} \right\} \text{O}$, erhält man durch Wechselersetzung von Kaliumcyanat und Ammoniumsulfat, oder wenn die Dämpfe von Cyansäure mit trockenem Ammoniak zusammenkommen, als feste, weisse Masse. Beim Erhitzen oder in wässriger Lösung geht es in eine isomere Verbindung, in Carbamid oder Harnstoff über.

Harnstoff, Carbamid, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ oder $\left. \begin{matrix} \text{CO} \\ \text{H}_2 \\ \text{H}_2 \end{matrix} \right\} \text{N}_2$, findet sich im

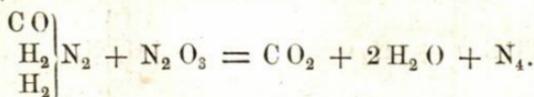
Harn und einigen anderen thierischen Flüssigkeiten. Er ist das Zersetzungsproduct der stickstoffhaltigen Gewebe des Thierkörpers. Der Harnstoff entsteht auch beim Erhitzen des Ammoniumcarbonats in zugeschmolzenen Röhren auf 140° , unter Austritt von Wasser:



Um den Harnstoff aus Harn darzustellen, dampft man diesen zur Syrupconsistenz ein, setzt nichtrauchende Salpetersäure zu, wobei sich schwer löslicher, salpetersaurer Harnstoff bildet, dieser wird mit Bariumcarbonat zersetzt und der Harnstoff mit starkem Alkohol ausgezogen. Durch Eindampfen der alkoholischen Lösung erhält man Harnstoffkrystalle. Am häufigsten stellt man ihn durch Erhitzen des Ammoniumcyanats dar.

Der Harnstoff bildet nadelförmige Krystalle, ist leicht im Wasser löslich, schmeckt kühlend wie Salpeter. Seine Lösung reagirt neutral, er verbindet sich aber leicht mit Säuren zu krystallisirbaren Salzen. Er geht auch mit Metalloxyden und Metallsalzen Verbindungen ein; unter diesen ist die Verbindung mit Quecksilbernitrat unlöslich und dient um die Menge Harnstoff im Harn quantitativ zu bestimmen.

Erhitzt man Harnstoff mit Wasser auf 100° , so geht er unter Aufnahme von Wasser in Ammoniumcarbonat über. Für sich erhitzt verwandelt er sich in Cyanursäure, durch salpetrige Säure wird er in Kohlensäure, Wasser und Stickstoff zersetzt:



Knallsäure, $H_2 C_2 N_2 O_2$ oder $\begin{matrix} \{CN \\ CN O_2 \cdot H_2 \end{matrix}$. Diese Säure, welche ein Cyan enthaltender Nitrokörper ist, ist nur in ihren Verbindungen den knallsauren Salzen bekannt. Löst man 1 T. Quecksilber in 12 T. Salpetersäure und setzt allmählig 12 T. Alkohol zu, so tritt eine heftige Reaction ein, welche man durch weiteren Zusatz von 12 T. Alkohol mässigt. Nach Aufhören der Reaction scheidet sich **Knallsilber**: $Hg C_2 N_2 O_2$ ab. Dasselbe bildet gelblich weisse Krystalle, welche im trocknen Zustande durch einen gelinden Stoss explodiren. Sie werden mit $\frac{1}{3}$ Salpeter gemengt, als Entzündungsmasse in den Zündhütchen angewendet. Ebenso wird das Knallsilber $Ag_2 C_2 N_2 O_2$ dargestellt, welches noch leichter explodirt.

Sulfocyan Säure, $HCNS$ oder $\begin{matrix} H \\ CN \end{matrix} S$, ist analog der Cyansäure.

Ihre Salze, die Sulfocyanate, werden durch Zusammenschmelzen der Cyanide mit Schwefel erhalten, z. B. das **Kalium-sulfocyanat**, (Rhodankalium) $KCNS$, durch Zusammenschmelzen von Cyankalium oder gelbem Blutlaugensalz mit Schwefel. Es krystallisirt in langen, wasserhellen Nadeln, welche im Wasser sehr leicht löslich sind. Mit sauren Lösungen von Ferridsalzen gibt es eine dunkelblutrothe Färbung. Daher es als Reagens auf Ferridsalze Anwendung findet.

Mit Mercuridnitrat gibt es einen weissen Niederschlag von **Quecksilbersulfocyanat**, $Hg(CNS)_2$, der im trocknen Zustande angezündet, unter starkem Aufblähen verbrennt, und dabei einen äusserst voluminösen Rückstand hinterlässt. Es dient zur Erzeugung der sog. Pharaoschlangen.

An die Cyanverbindungen schliesst sich die **Harnsäure**, $C_5 H_4 N_4 O_3$ oder $\begin{matrix} H_2 \\ C_5 H_2 N_4 O \end{matrix} O_2$. Diese findet sich in geringer Menge im Harn, in manchen Harnsteinen, in reichlichster Menge aber in den Excrementen der Schlangen und Vögel (Guano). Man stellt sie aus dem Guano dar, indem man denselben mit Natronlauge kocht, die filtrirte Lösung des so gewonnenen harnsauren Natriums siedend heiss in verdünnte heisse Schwefelsäure giesst. Die dadurch gefällte Harnsäure wird ausgewaschen und getrocknet.

Sie bildet ein weisses, krystallinisches, in Wasser schwer lösliches Pulver; wegen dieser Schwerlöslichkeit sondert sie sich zuweilen von selbst aus dem Harne aus, und bildet die Harnsteine. Beim Erhitzen zersetzt sie sich in Harnstoff, Cyanursäure, Cyanwasserstoff, Ammoniumcarbonat etc. Mit Salpetersäure erhitzt gibt sie verschiedene Producte, unter diesen auch Purpursäure; welche mit Ammoniak eine schön purpurrothe Verbindung, das Murexyd gibt. (Murexydprobe). —

wasserstoff und Schwefelkohlenstoff geleitet wird. Gewöhnlich stellt man es durch Glühen von Natriumacetat mit Aetznatron dar:



Farb- und geruchloses Gas, welches mit schwach leuchtender Flamme brennt und mit Luft ein heftig explodirendes Gemenge bildet. Chlor wirkt auf Sumpfgas im zerstreuten Sonnenlichte derart ein, dass die Wasserstoffatome successive durch Chloratome ersetzt werden, und es entstehen der Reihe nach: CH_3Cl , $\text{C H}_2\text{Cl}_2$, C H Cl_3 u. C Cl_4 .

Methylverbindungen.

Methylalkohol, CH_4O oder $\left. \begin{array}{c} \text{C H}_3 \\ \text{H} \end{array} \right\} \text{O}$ oder CH_3OH bildet sich bei der trockenen Destillation des Holzes und wird deshalb auch Holzgeist genannt. Durch Synthese erhält man ihn, wenn man Sumpfgas mit Chlor behandelt und das dabei entstandene Methylchlorid in verschlossenen Gefässen längere Zeit mit Kalilauge erhitzt:



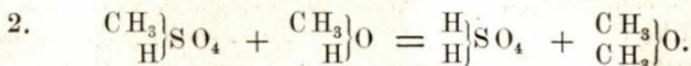
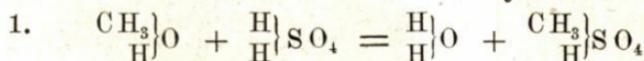
Man stellt den Holzgeist aus dem wässerigen Destillationsproducte des Holzes dar, indem man dasselbe mit Kalk neutralisirt und destillirt. Das Destillat, der käufliche Holzgeist, wird mit geschmolzenem Chlorcalcium im Wasserbade eingedampft, wobei die Verunreinigungen entweichen, und der Methylalkohol mit Chlorcalcium verbunden zurückbleibt. Bei höherer Temperatur entweicht daraus auch der Methylalkohol, den man über gebranntem Kalk rectificirt.

Der Methylalkohol ist eine farblose geistig riechende Flüssigkeit von 0.814 spec. Gew., siedet bei 65°C . und brennt angezündet mit schwach leuchtender Flamme. Er lässt sich mit Wasser, Alkohol oder Aether in allen Verhältnissen mischen, löst wie der Weingeist Harze, ätherische Oele und andere Stoffe auf und gleicht in den meisten Beziehungen dem Weingeist, daher kann er wie dieser zu ähnlichen Zwecken verwendet werden. Alkalimetalle lösen sich darin unter Wasserstoffentwicklung auf, wobei sich ein Methylat bildet, z. B. Natriummethylat $\left. \begin{array}{c} \text{C H}_3 \\ \text{Na} \end{array} \right\} \text{O}$. Mit Calciumcarbonat bildet er eine Verbindung, welche bei 100° noch nicht zerlegt wird. Unter Einwirkung oxydirender Agentien geht er in Ameisensäure über; mit Chlorkalk destillirt liefert er Chloroform.

Methyläther, $\left. \begin{array}{c} \text{C H}_3 \\ \text{C H}_3 \end{array} \right\} \text{O}$, erhält man durch Wechselersetzung von Jodmethyl und Natriummethylat:



oder wenn man Methylalkohol und Schwefelsäure destillirt. Hierbei bildet sich zuerst Methylschwefelsäure, welche durch eine neue Menge Methylalkohol sich in Schwefelsäure und Methyläther umsetzt:



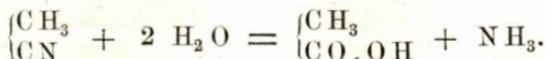
Er ist ein farbloses, ätherartig riechendes Gas, welches sich bei -21° zu einer Flüssigkeit verdichtet.

Methylchlorid, $\text{C H}_3 \text{Cl}$ oder $\begin{array}{c} \text{C H}_3 \\ | \\ \text{Cl} \end{array}$ ist das Hauptproduct bei der Einwirkung gleicher Raumtheile Sumpfgas und Chlor. Gewöhnlich stellt man es dar durch Destillation eines Gemenges von Methylalkohol, Kochsalz und Schwefelsäure. Es ist ein ätherartig riechendes Gas, welches sich bei -20° zu einer farblosen Flüssigkeit verdichtet.

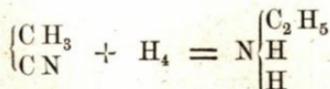
Chloroform, C H Cl_3 , entsteht bei der Einwirkung von Chlor auf Sumpfgas, Methylchlorid, bei der Destillation des Holzgeistes, Alkohols oder essigsaurer Salze mit Chlorkalk. Man stellt es gewöhnlich durch Destillation von 4 T. Alkohol, 3 T. Wasser und 1 T. Chlorkalk dar. Das Destillat wird mit verdünnter Sodalösung geschüttelt und über Schwefelsäure destillirt. Das Chloroform ist eine farblose, süßlich ätherisch riechende Flüssigkeit, deren Dichte = 1.48 ist, und welche bei 61° siedet. Es löst sich sehr wenig im Wasser, reichlich in Alkohol und Aether und ist schwer entzündlich. Sein Dampf zeigt eingeathmet vorübergehende Bewusst- und Gefühllosigkeit, weshalb es bei schmerzhaften Operationen gebraucht wird. Auch äusserlich angewendet, wirkt es schmerzstillend. Es dient ferner als Lösungsmittel für Schwefel, Phosphor, Fette und Harze.

Methylecyanid, $\begin{array}{c} \text{C H}_3 \\ | \\ \text{C N} \end{array}$ und **Isomethylecyanid**, $\begin{array}{c} \text{C H}_3 \\ | \\ \text{N C} \end{array}$. Diese beiden isomeren Cyanide erhält man gleichzeitig, wenn man Methyljodid mit Silbercyanid erhitzt, als farblose Flüssigkeiten.

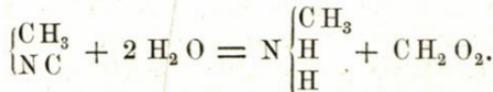
Das Methylecyanid oder Acetonitril siedet bei 77° , riecht ätherisch und wird durch Säuren nicht angegriffen. Mit Kalilauge erhitzt, verwandelt es sich unter Wasseraufnahme in Essigsäure und Ammoniak:



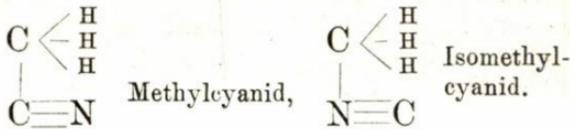
Mit Wasserstoff im Entstehungszustande vereinigt es sich zu Aethylamin:



Das Isomethylcyanid, $\left\{ \begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{NC} \end{array} \right.$, siedet bei 55° und hat einen äusserst unangenehmen Geruch. Es wird durch Säuren leicht zersetzt unter Bildung von Methylamin und Ameisensäure:



Aus diesen Zersetzungsweisen geht hervor, dass im Methylcyanid das Cyan durch das Kohlenstoffatom und im Isomethylcyanid durch das Stickstoffatom mit dem Methyl zusammenhängt, und ihre Structurformeln sind:



Es ist somit im ersteren das gewöhnliche Cyan, im letzteren das Isocyan enthalten.

Formylverbindungen.

Methylaldehyd oder **Formaldehyd**, CH_2O oder $\left. \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{CHO} \end{array} \right\}$, entsteht durch Oxydation von Methylalkohol, wenn man dessen Dämpfe mit Luft gemengt über eine glühende Platinspirale leitet. Er bildet ein farbloses Gas, welches einen stechenden, die Augen und Nasen stark reizenden Geruch besitzt. Durch Sauerstoffaufnahme geht er in Ameisensäure über.

Ameisensäure, $\text{CH}_2\text{O}_2 = \left. \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{CHO} \end{array} \right\} \text{O}$ oder $\left\{ \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{CO.OH} \end{array} \right.$ findet sich im fertigen Zustande in den Waldameisen, in den Brennesseln, Fichtennadeln etc. Sie entsteht bei der Oxydation des Methylalkohols und vieler anderer Substanzen, wie Zucker, Stärkemehl u. s. w. Durch Synthese erhält man Ameisensäure, indem man Kohlenoxyd durch kochende Kalilauge leitet, wobei sich Kaliumformat bildet.

$\text{KOH} + \text{CO} = \text{KCHO}_2$, oder wenn man Kohlensäure und Wasserdampf mit Kalium zusammenbringt. Hiebei entsteht Kaliumhydrocarbonat und Kaliumformat:



In reichlicher Menge erhält man Ameisensäure durch längeres Erhitzen von krystallisirter Oxalsäure mit Glycerin bei 90° . Die Oxalsäure zerfällt dabei in Kohlensäure und Ameisensäure:



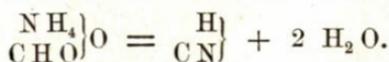
Zur Flüssigkeit setzt man Wasser und destillirt, wodurch verdünnte Ameisensäure erhalten wird. Diese sättigt man mit Bleioxyd

und erhält durch Eindampfen das Bleisalz, welches man in einer Retorte unter Erwärmen mit Schwefelwasserstoff zersetzt, wobei die reine concentrirte Ameisensäure überdestillirt.

Die Ameisensäure ist eine farblose, stechend und nach Ameisen riechende, stark sauer schmeckende Flüssigkeit, welche bei 0° krystallinisch erstarrt, bei 99° siedet und eine Dichte von 1.25 besitzt. Ihr Dampf ist brennbar, sie erzeugt auf der Haut Blasen. Mit Schwefelsäure erhitzt, zerfällt sie in Kohlenoxyd und Wasser, durch oxydirende Substanzen in Kohlensäure und Wasser. Silbernitrat wird durch dieselbe zu Metall reducirt.

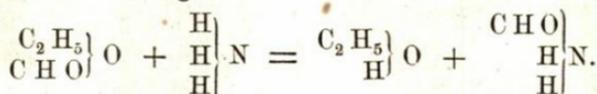
Die ameisensauren Salze oder Formate entstehen durch Auflösen der Metalloxyde in Ameisensäure oder durch doppelte Zersetzung. Sie sind alle löslich und reduciren Silbernitrat.

Ammoniumformat, $\begin{matrix} \text{NH}_4 \\ \text{CHO} \end{matrix} \text{O}$, ist krystallisirbar; die Krystalle zerfallen beim raschen Erhitzen in Blausäure und Wasser:



Umgekehrt verwandelt sich die Blausäure durch Aufnahme von Wasser leicht in Ammoniumformat. Die Blausäure ist das Nitril der Ameisensäure.

Formamid, $\begin{matrix} \text{CHO} \\ \text{H} \\ \text{H} \end{matrix} \text{N}$ entsteht durch Erhitzen von Aethylformat mit trockenem Ammoniakgas:

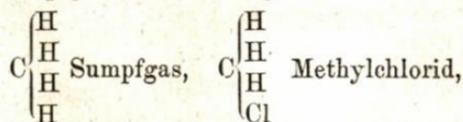


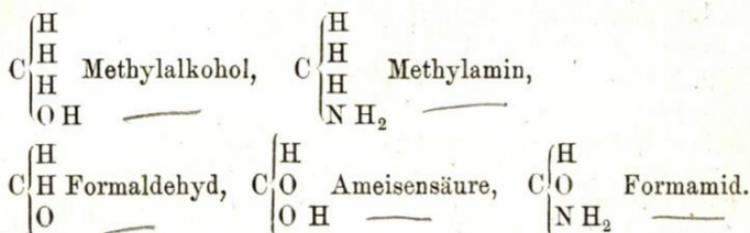
Es bildet eine farblose Flüssigkeit, welche bei 194° siedet. Durch Wasseraufnahme geht es in Ammoniumformat über.

Rückblick.

In den Methylverbindungen findet sich die einwerthige Atomgruppe Methyl CH_3 als Alkoholradical. Werden in demselben 2 Atome Wasserstoff durch 1 Atom Sauerstoff vertreten, so entsteht das einwerthige Säureradical Formyl CHO , welches den Ameisensäure- oder Formylverbindungen zu Grunde liegt.

Die Ableitung der Verbindungen dieser genetischen Reihe aus dem Sumpfgas wird in folgender Weise ersichtlich:

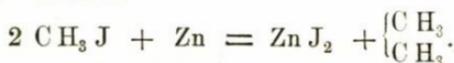




2. Aethangruppe.

Verbindungen mit zwei Atomen Kohlenstoff.

Der Kohlenwasserstoff, aus welchem diese Verbindungen abgeleitet werden, ist das **Aethan**, **Dimethyl**, oder **Aethylwasserstoff**, C_2H_6 oder $\left\{ \begin{array}{c} \text{C H}_3 \\ \text{C H}_3 \end{array} \right\}$ oder $\left\{ \begin{array}{c} \text{C}_2 \text{H}_5 \\ \text{H} \end{array} \right\}$. Dieser Kohlenwasserstoff entsteht durch Synthese, wenn man Methyljodid mit Zink in verschlossenen Röhren auf 150° erhitzt:



Aus Aethyljodid erhält man ihn dadurch, dass man dasselbe mit Zink und Wasser in der angegebenen Weise erhitzt:

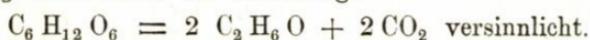


Das Aethan ist ein farb- und geruchloses Gas, welches mit wenig leuchtender Flamme verbrennt. Mit Chlorgas gemischt bildet es im zerstreuten Tageslichte, als erstes Substitutionsproduct, Aethylchlorid $\text{C}_2 \text{H}_5 \text{Cl}$, als letztes Kohlenstoffhexachlorid $\text{C}_2 \text{Cl}_6$.

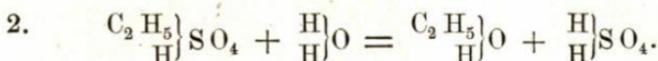
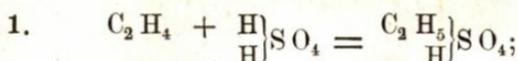
Aethylverbindungen.



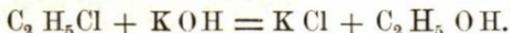
$\left\{ \begin{array}{c} \text{C H}_3 \\ \text{C H}_2 \end{array} \right\} \cdot \text{O H}$, schlechtweg Alkohol oder Weingeist genannt, bildet sich bei der geistigen Gährung des Zuckers, und findet sich in geistigen Getränken, Wein, Bier, Branntwein. Der Zerfall des Zuckers bei der Gährung wird durch die Gleichung:



Darstellung. Durch Synthese erhält man Alkohol aus Acetylen $\text{C}_2 \text{H}_2$, welches sich leicht mit Wasserstoff zu Aethylen $\text{C}_2 \text{H}_4$ vereinigt. Leitet man Aethylen in concentrirte Schwefelsäure, so bildet sich Aethylschwefelsäure, welche mit Wasser verdünnt und destillirt in Alkohol und Schwefelsäure zerfällt:



Auch erhält man Alkohol aus Aethylchlorid durch Erhitzen desselben mit Kalilauge:



Im Grossen erzeugt man Alkohol durch Gährenlassen zuckerhaltiger Flüssigkeiten (Korn- oder Kartoffelmaische) und wiederholte Destillation der vergohrenen Flüssigkeit bei möglichst niedriger Temperatur. Der Alkohol siedet bei 78° , daher verflüchtigt er sich leichter als das Wasser und kann durch Destillation vom letzteren grösstentheils getrennt werden. Durch wiederholte Rectification gelingt es aber nur einen Alkohol zu gewinnen, der noch immer 5—10% Wasser enthält (höchst rectificirter Alkohol). Die letzten Mengen Wasser können ihm nur durch chemische Mittel, wie geschmolzenes Chlorcalcium, ungelöschten Kalk etc., entzogen werden. Um wasserfreien, sog. absoluten Alkohol zu erzeugen, digerirt man starken Alkohol in einem Destillirgefässe einige Zeit mit ungelöschtem Kalk und destillirt ihn dann bei gelinder Wärme ab.

Eigenschaften. Der reine Aethylalkohol ist eine farblose, leicht bewegliche Flüssigkeit von angenehmem geistigem Geruch und brennendem Geschmack. Seine Dichte ist 0.794, Siedepunkt 78° , er wird bei der grössten Kälte nicht fest (Weingeist-Thermometer). Der Alkohol brennt, angezündet, mit blassblauer, schwach leuchtender Flamme. Er zieht Wasser mit grosser Begierde an und mischt sich damit in jedem Verhältnisse, wobei sich Wärme entwickelt und eine Volumverminderung eintritt. Absoluten Alkohol muss man daher in gut verschlossenen Gefässen aufbewahren.

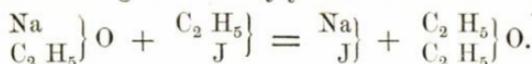
Alkohol ist wie das Wasser ein allgemeines Lösungsmittel für verschiedene Stoffe. Concentrirter Alkohol wirkt giftig, mit Wasser verdünnt, bewirkt er, in grösserer Menge genossen, vorübergehende Vergiftungserscheinungen (Rausch), mässig genossen, veranlasst er eine erhöhte Thätigkeit der Respirationsorgane und damit eine gewisse Aufregung; er ist der wirksame Bestandtheil der geistigen Getränke. Einigen Salzen gegenüber verhält sich der Alkohol wie Wasser, er verbindet sich mit denselben und vertritt das Krystallwasser. So erhält man aus einer Auflösung von Chlorcalcium in Alkohol Krystalle von der Zusammensetzung $\text{CaCl}_2 + 4\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$. Durch Oxydation wird der Alkohol zuerst in Aldehyd und dann in Essigsäure verwandelt.

Der im Handel vorkommende Alkohol enthält immer einige Procente Wasser. Je grösser sein Wassergehalt, desto grösser ist seine Dichte, daher wird seine Concentration durch Bestimmung seiner Dichte

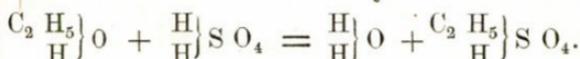
ermittelt. Dieses geschieht durch ein Aräometer (Alkoholometer) unter Berücksichtigung der Temperatur. Der Theilstrich, bis wohin das Aräometer einsinkt, gibt directe die Volumsprocente (Tralles) oder die Gewichtsprocente (Richter) an absolutem Alkohol an.

Anwendung. Der absolute Alkohol wird selten, desto häufiger der gewöhnliche Alkohol verwendet. Er dient als Lösungsmittel für Harze, ätherische Oele, Farbstoffe, sowie zur Bereitung von Tincturen, zur Conservirung von anatomischen Präparaten, als Brennmaterial und ist der Ausgangspunkt für alle Aethyl- und Acetylverbindungen.

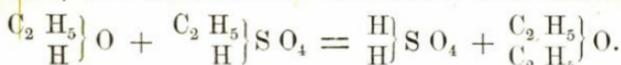
Aethyläther, $\left. \begin{matrix} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{C}_2\text{H}_5 \end{matrix} \right\} \text{O}$ oder schlechtweg Aether genannt, bildet sich bei der Einwirkung von Aethyljodid auf Natriumäthylat:



Gewöhnlich stellt man den Aether dar durch Erhitzen eines Gemisches von Alkohol und Schwefelsäure auf 140° , wobei man fortwährend so viel Alkohol zufließen lässt, dass die Temperatur nicht unter 140° sinkt und nicht über 145° steigt. Hiebei finden zwei Reactionen statt. Zuerst bildet sich Aethylschwefelsäure und Wasser:



Die Aethylschwefelsäure wirkt bei 140° auf ein zweites Molekül Alkohol derart ein, dass in derselben das Aethyl wieder durch H ausgetauscht wird, und Schwefelsäure und Aether sich bildet:



Der Aether und das Wasser destilliren beständig ab und werden, durch einen Kühlapparat geleitet, verdichtet, während in der Retorte die ursprüngliche Schwefelsäure zurückbleibt und auf neu zufließenden Alkohol immer in gleicher Weise einwirkt.

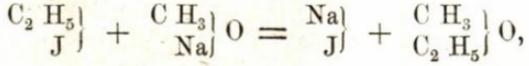
Der so erhaltene Aether wird durch einen Heber vom Wasser abgenommen, mit frischem Wasser geschüttelt, und über gebranntem Kalk rectificirt.

Der Aether ist eine farblose, sehr bewegliche Flüssigkeit von eigenthümlichem durchdringendem Geruch und brennendem Geschmack. Dichte = 0.736 , Siedepunkt 35.5° . Er verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur sehr rasch und erzeugt hiebei eine bedeutende Temperaturerniedrigung. Er ist äusserst leicht entzündlich und verbrennt mit helleuchtender Flamme.

Mit Luft gemengt, verbrennt sein Dampf mit heftiger Explosion, daher bei der Handhabung mit Aether brennende Körper ferne zu halten sind. Aetherdämpfe bewirken eingeathmet, ebensowohl wie Chloroform,

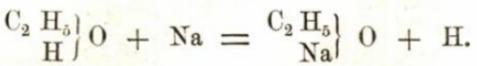
Gefühl- und Bewusstlosigkeit. Aether oxydirt an der Luft sehr leicht unter Ozonbildung, und nimmt saure Reaction an. In Wasser löst er sich nur in sehr geringer Menge auf, dagegen mischt er sich in allen Verhältnissen mit Alkohol. Ein Gemisch von 1 Thl. Aether und 3 Thl. Alkohol bildet die bekannten Hoffmann'schen Tropfen. Der Aether löst Schwefel, Phosphor, Brom und Jod und ist das Hauptlösungsmittel für Fette, Harze, ätherische Oele, weshalb er in der Chemie und Pharmacie häufige Verwendung findet.

Methyläthyläther, $\left. \begin{matrix} C H_3 \\ C_2 H_5 \end{matrix} \right\} O$. Dieser gemischte Aether entsteht, wenn Aethyljodid auf Natriummethylat einwirkt:



oder wenn Aethylschwefelsäure und Methylalkohol aufeinander einwirken.

Natriumäthylat, $\left. \begin{matrix} C_2 H_5 \\ Na \end{matrix} \right\} O$ entsteht in derselben Weise wie Natriummethylat, wenn man blankes Natrium in wasserfreien Alkohol bringt, unter Wasserstoffentwicklung:



Durch Erhitzen der rückständigen Masse auf 200° erhält man es rein als weisse, voluminöse Substanz.

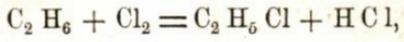
Aethylhydrosulfid od. Aethylmercaptan $C_2 H_6 S = \left. \begin{matrix} C_2 H_5 \\ H \end{matrix} \right\} S$, ist Alkohol, in welchem der O durch S ersetzt ist. Man erhält die Verbindung durch Erhitzen von Aethylchlorid mit Kaliumhydrosulfid:



Das Aethylhydrosulfid ist eine farblose Flüssigkeit, welche bei 36° siedet und einen höchst unangenehmen zwiebelartigen Geruch besitzt. Wie im Alkohol kann der Wasserstoff durch Metalle ersetzt werden, wodurch Aethylmercaptide entstehen.

Aethylsulfid, Sulfäther, $\left. \begin{matrix} C_2 H_5 \\ C_2 H_5 \end{matrix} \right\} S$, steht zum Aethylmercaptan in derselben Beziehung, wie der Aether zum Alkohol. Man erhält den Sulfäther, wenn man Aethylchlorid mit einer alkoholischen Lösung von Kaliumsulfid erhitzt, als eine farblose, lauchartig riechende, bei 91° siedende Flüssigkeit.

Aethylchlorid, $C_2 H_5 Cl$, entsteht bei der Behandlung von Aethan mit Chlor:

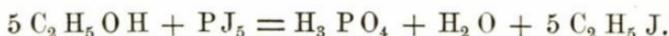


oder durch Einleitung von trockenem Chlorwasserstoffgas in absoluten Alkohol unter gleichzeitiger Destillation:



Farblose, ätherartigriechende Flüssigkeit, die schon bei 12° siedet und, sich leicht entzündend, mit grün gefärbter Flamme brennt.

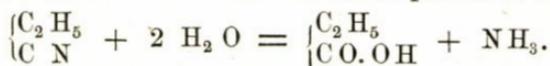
Aethylbromid, $C_2 H_5 Br$ und **Aethyljodid**, $C_2 H_5 J$, erhält man durch Erwärmen von Alkohol mit rothem Phosphor unter Zusatz von Brom oder Jod. Dadurch entsteht zunächst Brom- oder Jodphosphor, welcher sich dann mit Alkohol zu Brom- oder Jodäthyl, Phosphorsäure und Wasser umsetzt:



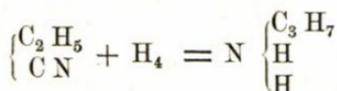
Aethylbromid ist eine farblose Flüssigkeit, welche bei 40° siedet. Das Aethyljodid ist ebenfalls eine farblose Flüssigkeit, welche bei 72° siedet und sich am Lichte unter Ausscheidung von Jod und Braunfärbung zerlegt. In Wasser ist es unlöslich. Es geht mit anderen Substanzen sehr leicht doppelte Zersetzung ein und findet deshalb häufige Anwendung, um andere Aethylverbindungen darzustellen.

Aethylecyanid, $\left\{ \begin{array}{l} C_2 H_5 \\ C N \end{array} \right.$ und **Isoäthylecyanid**, $\left\{ \begin{array}{l} C_2 H_5 \\ N C \end{array} \right.$. Diese beiden isomeren Verbindungen erhält man gleichzeitig beim Erhitzen von Jodäthyl mit Cyansilber als farblose Flüssigkeiten, welche durch Destillation getrennt werden können.

Das Aethylecyanid oder Propionitril $\left\{ \begin{array}{l} C_2 H_5 \\ C N \end{array} \right.$ wird übrigens zweckmässiger durch Erhitzen von Kaliumäthylsulfat mit Cyankalium dargestellt. Es besitzt einen angenehmen Geruch, siedet bei 98° und wird von Säuren nicht angegriffen. Mit Kalilauge erhitzt, verwandelt es sich unter Wasseraufnahme in Propionsäure und Ammoniak:

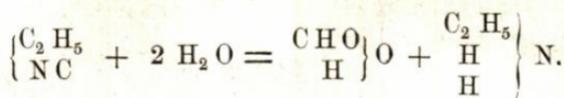


Mit Wasserstoff im Entstehungszustande vereinigt es sich zu Propylamin:



In dieser Verbindung hängt das Cyan durch das Kohlenstoffatom mit dem Aethyl zusammen, sie ist somit die Stickstoffverbindung des dreierwerthigen Radicals $C_3 H_5$, und heisst daher auch Propionitril.

Das Isoäthylecyanid, $\left\{ \begin{array}{l} C_2 H_5 \\ N C \end{array} \right.$, riecht durchdringend widerlich und siedet bei 79°. Durch Säuren wird es unter Wasseraufnahme in Ameisensäure und Aethylamin verwandelt:



Diese Reaction beweist, dass in dieser Verbindung das Cyan, als Isocyan, durch das Stickstoffatom mit dem Aethyl verbunden ist.

Aethylschwefelsäure, $\left\{ \begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{H} \end{array} \right\} \text{SO}_4$, entsteht, wenn Alkohol mit Schwefelsäure gemischt, oder wenn Aethylen von Schwefelsäure absorbiert wird. Von überschüssiger Schwefelsäure lässt sich die Aethylschwefelsäure leicht trennen, indem man die saure Flüssigkeit mit Wasser verdünnt und mit Bariumcarbonat neutralisirt. Es scheidet sich unlösliches Bariumsulfat aus, während Bariumäthylsulfat in Lösung bleibt. Aus diesem erhält man die Aethylschwefelsäure durch Fällung des Bariums mit der genau erforderlichen Menge Schwefelsäure und Eindampfen der Lösung im luftleeren Raume. Die Aethylschwefelsäure ist eine syrupdicke Flüssigkeit und verhält sich als monohydrische Säure. Ihre Salze sind sämmtlich im Wasser löslich und meist krystallisirbar. Da sie leicht doppelte Zersetzungen eingehen, so benützt man sie häufig, um andere Aethylverbindungen darzustellen.

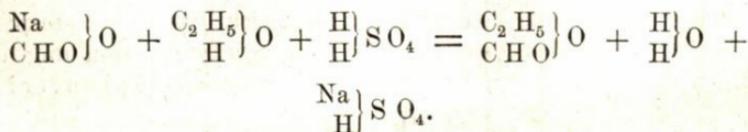
Aethylnitrit, $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$, entsteht neben verschiedenen Oxydationsproducten durch Einwirkung der Salpetersäure auf Alkohol oder durch Einleiten von Stickstofftrioxyd in Alkohol:



Schwach gelbliche, süsslich nach Aepfeln riechende Flüssigkeit, welche bei 18° siedet. Der Salpeteräther, Spiritus nitri dulcis, ist eine alkoholische Lösung dieser Verbindung.

Aethylnitrat, $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_3$, wird durch Destillation des Alkohols mit Salpetersäure unter Zusatz von Harnstoff erhalten. Farblose, angenehm riechende Flüssigkeit, welche bei 86° siedet.

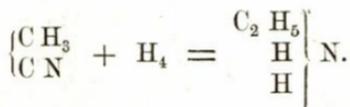
Aethylformat, $\left\{ \begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{CHO} \end{array} \right\} \text{O}$, auch Rumäther genannt, wird durch Destillation von Natriumformat mit Alkohol und Schwefelsäure erhalten:



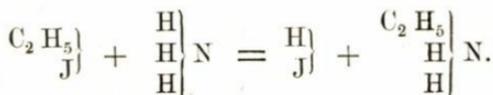
Ist eine farblose, bei 54° siedende, angenehm nach Rum oder Arrak riechende Flüssigkeit, welche zur Bereitung von Fruchtesenzen, künstlichem Rum und Arrak verwendet wird.

Aethylamin, $C_2 H_5 N H_2 = \left. \begin{array}{c} C_2 H_5 \\ H \\ H \end{array} \right\} N$, entsteht durch Synthese

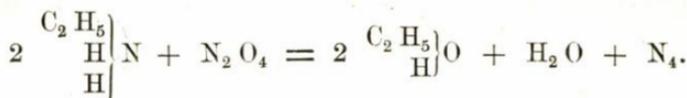
aus dem Methylcyanid, wenn dieses mit Wasserstoff (durch Zink- und Salzsäure, oder Natriumamalgam und Wasser erzeugt) im Entstehungszustande zusammentrifft:



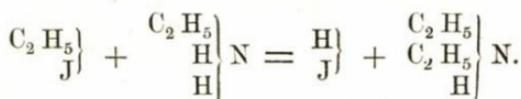
Man erhält es ferner, wenn man Ammoniak auf Jodäthyl in einer verschlossenen Röhre einige Zeit bei einer Temperatur von 100° einwirken lässt, wobei sich erst jodwasserstoffsäures Aethylamin bildet, welches dann durch Destillation mit Kalilauge in Kaliumjodid und Aethylamin zerlegt wird:



Das Aethylamin ist eine leicht bewegliche, bei 18° siedende in Wasser lösliche Flüssigkeit von stark ammoniakalischem Geruch, starker alkalischer Reaction und verhält sich ganz wie Ammoniak. Es ist eine sog. primäre Aminbase. Durch Stickstofftrioxyd wird es wieder in Alkohol verwandelt:



Diäthylamin, $C_2 H_5 \left. \begin{array}{c} C_2 H_5 \\ H \\ H \end{array} \right\} N$, erhält man durch Einwirkung von Jodäthyl auf Aethylamin unter den gleichen Verhältnissen:

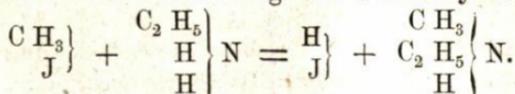


Dasselbe siedet bei 57° , ist im Wasser leicht löslich und reagirt stark basisch. Es ist eine secundäre Aminbase.

Triäthylamin, $C_2 H_5 \left. \begin{array}{c} C_2 H_5 \\ C_2 H_5 \\ C_2 H_5 \end{array} \right\} N$, erhält man in derselben Weise,

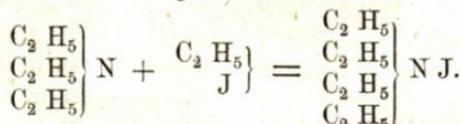
durch Einwirken von Jodäthyl auf Diäthylamin. Es siedet bei 89° , ist im Wasser schwerer löslich als die vorhergehende Verbindung. Es ist eine tertiäre Aminbase.

Gemischte Amine erhält man durch Einwirkung der Jodide verschiedener Radicale auf ein primäres Amin. So erhält man z. B. Methyläthylamin bei der Einwirkung von Jodmethyl auf Aethylamin:



Lässt man Jodäthyl auf Triäthylamin bei höherer Temperatur einwirken, so vereinigen sich beide directe zu:

Teträthylammoniumjodid, $(\text{C}_2 \text{H}_5)_4 \text{N J}$:



Dieses ist eine dem Salmiak ähnlich zusammengesetzte Verbindung. Aus diesem Jodid lässt sich Teträthylammoniumhydroxyd nicht mit Kaliumhydroxyd darstellen, da es dadurch bei der Destillation zersetzt wird. Lässt man dagegen auf die wässrige Lösung des Jodids feuchtes Silberoxyd einwirken, so bildet sich Jodsilber und aus der stark alkalischen Lösung erhält man beim Verdunsten über Schwefelsäure nadelförmige Krystalle von

Teträthylammoniumhydroxyd, $(\text{C}_2 \text{H}_5)_4 \left. \begin{array}{c} \text{N} \\ \text{H} \end{array} \right\} \text{O}$.

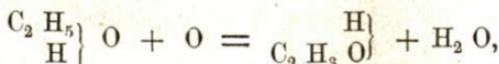
Das Teträthylammoniumhydroxyd ist analog dem Kalium- und Natriumhydroxyd zerfließlich, seine Lösung reagirt stark alkalisch, zieht aus der Luft Kohlensäure an, verseift Fette und verhält sich ganz wie die Alkalien. Mit Säuren bildet es den Ammoniumsalzen correspondirende Salze. Es ist eine sogenannte Ammoniumbase.

Die Wasserstoffatome können auch durch verschiedene Alkoholradicale ersetzt werden, wodurch gemischte Ammoniumbasen entstehen.

Acetylverbindungen.

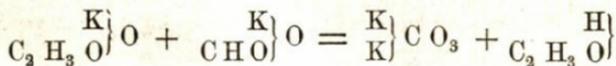
Acetaldehyd, $\text{C}_2 \text{H}_4 \text{O} = \left. \begin{array}{c} \text{H} \\ \text{C}_2 \text{H}_3 \text{O} \end{array} \right\}$ oder $\left\{ \begin{array}{c} \text{C H}_3 \\ \text{C O H} \end{array} \right.$, gewöhnlich

kurzweg Aldehyd genannt, ist das erste Product bei der Oxydation des Alkohols und entsteht dadurch, dass demselben 2 At. H entzogen werden:



wobei aus dem Alkoholradical $\text{C}_2 \text{H}_5$ (Aethyl) das Säureradical $\text{C}_2 \text{H}_3 \text{O}$ (Acetyl) entsteht.

Durch Synthese erhält man Aldehyd, wenn man ein Gemisch von Kaliumacetat und Kaliumformat erhitzt:



Gewöhnlich stellt man Aldehyd durch Destillation eines Gemenges von Alkohol, Braunstein und Schwefelsäure dar. Das Destillat wird durch Destillation über geschmolzenem Chlorcalcium entwässert, mit dem doppelten Volum Aether vermischt und durch Einleiten von Ammoniak in Aldehydammoniak, einer in Aether unlöslichen Verbindung, übergeführt, aus der man durch Destillation mit Schwefelsäure den Aldehyd rein erhält.

Der Acetaldehyd ist eine farblose, erstickend, in verdünntem Zustande nicht unangenehm riechende Flüssigkeit, welche bei 21° siedet, sich in allen Verhältnissen mit Wasser, Alkohol und Aether mischt und ohne Wirkung auf Lackmus ist. Beim Aufbewahren bilden sich zwei polymere Modificationen, der Paraldehyd und Metaldehyd. Mit den sauren Sulfiten bildet er krystallisirbare Verbindungen. Der Aldehyd wird leicht, schon durch den Sauerstoff der Luft, zu Essigsäure oxydirt. Aus Silberlösungen reducirt er metallisches Silber, welches sich als glänzender Metallspiegel an den Gefässwänden ausscheidet. Mit Natriumamalgam und verdünnter Salzsäure in Berührung geht er unter Aufnahme von 2 At. H in Alkohol über.

Chloral, $C_2Cl_3O\overset{H}{\underset{|}{\text{O}}}$, ist Aldehyd, worin die 3 Atome H des Radicals durch Cl substituirt sind. Chloral wird durch Einleiten von Chlor in Aldehyd erhalten. Es ist eine farblose, durchdringend riechende Flüssigkeit, welche bei 99° siedet, und sich dem Aldehyd ganz ähnlich verhält. Es bildet wie dieser mit Ammoniak eine feste Verbindung und verbindet sich mit den sauren Sulfiten der Alkalimetalte zu krystallisirenden Verbindungen. Salpetersäure oxydirt es zu Trichloressigsäure. Mit Wasser verbindet es sich zu

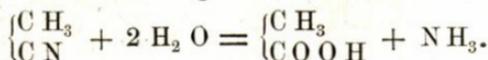
Chloralhydrat, $C_2Cl_3H(OH)_2$, welches man auch durch Einleiten von Chlor in absoluten Alkohol erhält. Das Chloralhydrat bildet meist angenehm riechende Krystalle, welche sich leicht in Wasser lösen; es siedet bei 120° . Durch Schwefelsäure wird es in Chloral und Wasser zerlegt. Alkalien verwandeln es in Chloroform und ein Salz der Ameisensäure:



Das Chloralhydrat wird in der Medicin als schlafmachendes Mittel angewendet. Seine Wirkung beruht darauf, dass es durch das alkalisch reagirende Blut allmählig in Chloroform verwandelt wird.

Essigsäure, Acetylsäure, $C_2H_4O_2 = C_2H_3O\overset{H}{\underset{|}{\text{O}}}$ oder $\begin{matrix} C H_3 \\ | \\ C O . O H \end{matrix}$ findet sich in Form essigsaurer Verbindungen in verschiedenen Pflanzen- und Thiersäften vor, und bildet sich bei der Oxydation des Alkohols, oder alkoholhaltiger Flüssigkeiten bei der sauren Gährung, sowie bei der trockenen Destillation des Holzes und anderer organischer Substanzen.

Durch Synthese erhält man Essigsäure aus dem Methylocyanid (Acetonitril), indem man dasselbe mit Kalilauge erhitzt, wobei es sich unter Wasseraufnahme in Essigsäure und Ammoniak verwandelt.



Darstellung. Essigsäure wird aus den Producten der sauren Gährung (Weinessig, Schnelllessig) oder aus dem bei der trockenen Destillation des Holzes erhaltenen rohen Holzessig dargestellt. Aus Schnelllessig erhält man sie durch Neutralisation desselben mit Natriumcarbonat, Eindampfen der Lösung zur Trockne und Destillation des Natriumacetats mit Schwefelsäure.

Aus dem rohen Holzessig stellt man die Essigsäure dar, indem man denselben mit Kalk neutralisirt, eindampft, den trockenen Rückstand von Calciumacetat an der Luft zur Zerstörung der brenzlichen Stoffe längere Zeit erhitzt und dann mit Salzsäure destillirt. Das Destillat, die Holzessigsäure, wird zur vollständigen Reinigung mit Natriumcarbonat neutralisirt, eingedampft, das Natriumacetat bei Luftzutritt längere Zeit auf 250° erhitzt, um alle Theerbestandtheile zu zerstören, und schliesslich mit Schwefelsäure destillirt.

Eigenschaften. Die reine Essigsäure ist eine farblose, stechend riechende und stark sauer schmeckende Flüssigkeit, welche bei 118° siedet, eine Dichte von 1.063 hat und unter 17° zu weissen Krystallblättchen erstarrt, weshalb man die ganz concentrirte Essigsäure auch Eisessig nennt. Sie ist ätzend und zerstört die Haut; mischt sich leicht mit Wasser und Alkohol, löst Campher, Harze und ätherische Oele. Die im Handel unter dem Namen concentrirte Essigsäure vorkommende Säure hat gewöhnlich 30—40 Procent Säuregehalt und ist für die meisten Verwendungsweisen brauchbar.

Die aus Wein, Obstsaften, verdünntem Branntwein, durch saure Gährung erzeugte, verdünnte Essigsäure, der Essig, enthält meistens nur 2 bis 5% Säure, sowie die übrigen wohlriechenden Bestandtheile der Muttersubstanz, daher zum Würzen der Speisen nur diese Essigsorten ihres angenehmen Geschmackes wegen verwendet werden.

Anwendung. Die Essigsäure ist der Ausgangspunkt zur Darstellung aller essigsäuren Verbindungen, und wird sehr häufig in der Industrie verwendet.

Acetate oder essigsäure Salze, $\begin{array}{l} \text{M} \\ | \\ \text{C}_2 \text{H}_3 \text{O} \end{array} \text{O}$.

Die Acetate stellt man fast ausnahmslos durch Auflösen der Oxyde, Hydroxyde oder Carbonate in der verdünnten Säure dar.

Die normalen Acetate sind alle in Wasser löslich, die basischen theils löslich, theils unlöslich. Mit Alkohol und Schwefelsäure erhitzt,

entwickelt sich daraus Essigäther, der an seinem Geruche leicht erkenntlich ist.

Kaliumacetat, $K C_2 H_3 O_2$, ist äusserst leicht im Wasser löslich, krystallisirt schwer, zerfliesst an der Luft, schmilzt bei 300° und erstarrt dann zu einer blätterigen Masse.

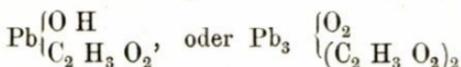
Natriumacetat, $Na C_2 H_3 O_2 + 3aq$, krystallisirt leicht, ist luftbeständig, leicht löslich.

Ammoniumacetat, $N H_4 C_2 H_3 O_2$, zerfliessliches, sehr leicht lösliches Salz, wird in Lösung als Spiritus Mindereri, in der Medicin verwendet.

Aluminiumacetat, $Al_2 (C_2 H_3 O_2)_6$, wird durch doppelte Zersetzung aus Aluminiumsulfat und Natriumacetat erhalten. Findet in der Färberei und Zeugdruckerei als Beize (Rothbeize) Verwendung.

Eisenacetat, Ferridacetat, $Fe_2 (C_2 H_3 O_2)_6$, wird durch Auflösen von Eisenrost in Essig erhalten, und wird als Schwarzbeize in der Färberei verwendet.

Bleiacetat, $Pb (C_2 H_3 O_2)_2 + 3aq$, gewöhnlich Bleizucker genannt, wird durch Auflösen von Bleioxyd in Essigsäure dargestellt. Es krystallisirt in grossen, farblosen Prismen, welche an der Luft verwittern und einen süsslichen Geschmack besitzen. Es ist in Wasser und Alkohol leicht löslich und sehr giftig, wird häufig zur Darstellung anderer essigsaurer Verbindungen angewendet. Die wässrige Lösung von Bleizucker löst beim Digeriren und zeitweiligem Schütteln viel gepulvertes Bleioxyd auf und durch Zusatz von Alkohol scheiden sich aus dieser Lösung je nach der Menge des aufgelösten Bleioxyds basische Salze von der Zusammensetzung



ab. Die wässrige Lösung dieser Salze führt den Namen Bleiessig, und wird sowie Bleizucker häufig zur Darstellung anderer Bleiverbindungen, Farben und in der Färberei verwendet, und spielt in der Bleiweissfabrikation eine wichtige Rolle.

Kupferacetat, $Cu (C_2 H_3 O_2)_2 + aq$, wird durch Auflösen von Kupferoxyd oder von gewöhnlichem Grünspan in Essigsäure und Abdampfen der Lösung in dunkelgrünen Krystallen erhalten. Es führt im Handel den Namen destillirter Grünspan. Der gewöhnliche Grünspan des Handels ist ein Gemenge von basischen Kupferacetaten, und wird im Grossen dargestellt, indem man Kupferplatten mit Essigsäure oder sauren Weintrestern unter Luftzutritt in Berührung bringt. Der in Krusten sich bildende Grünspan wird von Zeit zu Zeit abgeklopft. Man benützt ihn als Malerfarbe und zur Darstellung des Schweinfurter Grüns, welches eine Doppelverbindung von

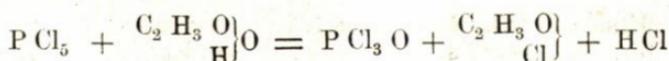
Kupferarsenit und Kupferacetat ist. Diese Farbe ist feurig grün aber sehr giftig, und darf deshalb nicht als Anstrich für Spielwaren, Tapeten etc. verwendet werden.

Aethylacetat, Essigäther, $\begin{matrix} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{C}_2\text{H}_3\text{O} \end{matrix} \text{O}$, entsteht bei der Destillation eines Gemisches von Alkohol, Natriumacetat und Schwefelsäure:

$$\begin{matrix} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{H} \end{matrix} \text{O} + \begin{matrix} \text{Na} \\ \text{C}_2\text{H}_3\text{O} \end{matrix} \text{O} + \begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix} \text{S O}_4 = \begin{matrix} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \text{C}_2\text{H}_3\text{O} \end{matrix} \text{O} + \begin{matrix} \text{H} \\ \text{H} \end{matrix} \text{O} + \begin{matrix} \text{Na} \\ \text{H} \end{matrix} \text{S O}_4.$$

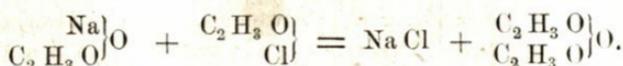
Der Essigäther ist eine farblose Flüssigkeit, welche bei 74° siedet und einen angenehmen erfrischenden Geruch besitzt. Ist im Weinessig enthalten.

Acetylchlorid, $\begin{matrix} \text{C}_2\text{H}_3\text{O} \\ \text{Cl} \end{matrix}$, entsteht, wenn Phosphorchlorid auf Essigsäure einwirkt:



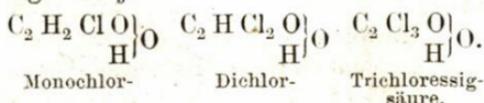
Es ist eine farblose Flüssigkeit, welche bei 55° siedet, stechend riecht, an der Luft stark raucht und mit Wasser sich in Essigsäure und Salzsäure umsetzt.

Essigsäureanhydrid, $\begin{matrix} \text{C}_2\text{H}_3\text{O} \\ \text{C}_2\text{H}_3\text{O} \end{matrix} \text{O}$, wird erhalten, wenn man Acetylchlorid auf entwässertes Natriumacetat einwirken lässt:



Farblose, stechend riechende Flüssigkeit, welche bei 138° siedet. Es mischt sich nicht mit Wasser, sondern sinkt darin unter, zersetzt sich aber damit, besonders schnell beim Kochen, in Essigsäure. Mit Basen vereinigt es sich eben so wenig, wie die Anhydride der unorganischen Säuren.

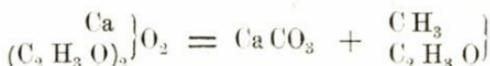
Chloressigsäuren. So wie im Aldehyd kann auch in der Essigsäure der Wasserstoff des Radicals ganz oder theilweise durch Chlor substituirt werden. So entsteht bei der Einwirkung von Chlor auf kochende Essigsäure je nach der Dauer der Einwirkung:



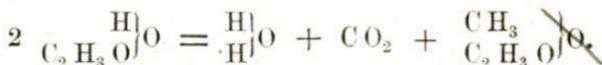
Diese drei Verbindungen sind starke Säuren und bilden Salze, Aether etc. In den wässrigen Lösungen ihrer Salze lässt sich das Chlor durch Silbernitrat nicht nachweisen, was ein Beweis ist, dass das Chlor im Radical enthalten ist. Mit Wasserstoff im Entstehungszustande (Natriumamalgam und Wasser) gehen sie wieder in gewöhnliche Essigsäure über.

Aceton, $C_3H_6O = \left. \begin{array}{l} CH_2 \\ C_2H_3O \end{array} \right\}$ oder $\left. \begin{array}{l} CH_3 \\ CO \\ CH_3 \end{array} \right\}$ findet sich im rohen

Holzgeist und bildet sich in verschiedener Weise. Es entsteht, wenn Calciumacetat der trocknen Destillation unterworfen wird:



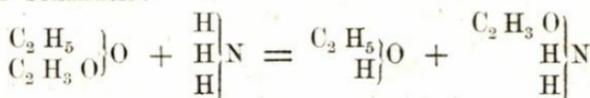
oder wenn man die Dämpfe der Essigsäure durch eine rothglühende Röhre leitet:



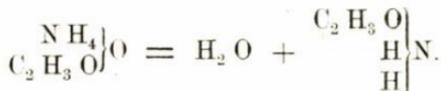
Das Aceton ist eine farblose Flüssigkeit von ätherischem Geruch, welche bei 56° siedet, sich mit Wasser, Alkohol und Aether in allen Verhältnissen mischt und brennbar ist. Es ist ähnlich dem Alkohol, ein gutes Lösungsmittel für Harze, Farbstoffe etc. Mit saurem Natriumsulfit vereinigt es sich wie der Aldehyd zu einer krystallisirenden Verbindung. Es ist weniger leicht oxydirbar wie Aldehyd. In wässriger Lösung mit Natriumamalgam und Wasser nimmt es 2 Atome H auf und verwandelt sich in Isopropylalkohol. Das Aceton ist der Repräsentant einer Gruppe von Körpern, die man Ketone nennt.

Acetamid, $\left. \begin{array}{l} C_2H_3O \\ H \end{array} \right\} N$, bildet sich, wenn man Essigäther mit

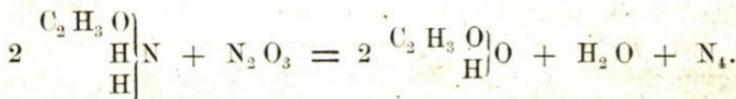
Ammoniak behandelt:



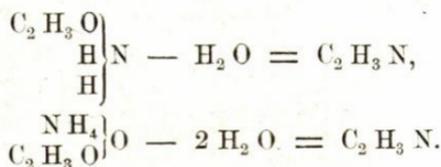
oder wenn man Ammoniumacetat erhitzt, wobei ein Molekül Wasser austritt:



Das Acetamid ist eine weisse, krystallisirbare Substanz, welche bei 78° schmilzt und bei 221° siedet, sich im Wasser und Alkohol leicht löst. Mit Säuren verbindet es sich, dem Ammoniak ähnlich, zu salzartigen Verbindungen. Der Wasserstoff desselben kann noch durch weitere Säureradicale (Diamid, Triamid), sowie durch Alkoholradicale und Metalle vertreten werden. Durch Stickstofftrioxyd wird wieder Essigsäure restituiert:

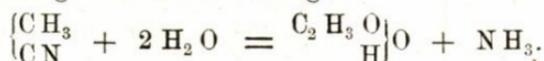


Acetonitril, $C_2 H_3 N$ oder $\begin{Bmatrix} C H_3 \\ C N \end{Bmatrix}$, entsteht, wenn man Acetamid oder Ammoniumacetat mit wasserentziehenden Substanzen, wie Phosphorpenoxyd, erhitzt, unter Austritt von Wasser:



Das Acetonitril ist identisch mit dem Methylecyanid $\begin{Bmatrix} C H_3 \\ C N \end{Bmatrix}$.

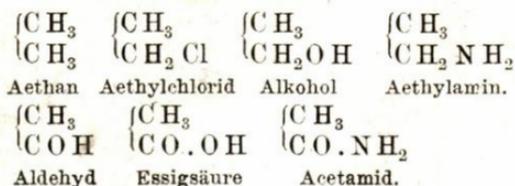
Durch Behandlung mit kochenden Alkalien¹⁾ nimmt es 2 Mol. Wasser auf und geht wieder in Essigsäure über:



Die den Aethyl- und Acetylverbindungen zu Grunde liegenden einwerthigen Radicale sind Aethyl $C_2 H_5$ und Acetyl $C_2 H_3 O$.

In diesen Verbindungen sind zwei Kohlenstoffatome so aneinander gekettet, dass sie sich mit je einem Verbindungsarme festhalten, während an jedem Kohlenstoffatome noch 3 Arme durch andere Atome oder Atomgruppen abgesättigt sind:

Ihre genetische Ableitung aus dem Aethan wird in folgender Weise ersichtlich:



Man ersieht hieraus, dass die Veränderungen nur immer an einem Atom Kohlenstoff stattfinden, und dass in den Aethylverbindungen die Gruppe $\begin{Bmatrix} C H_3 \\ C H_2 \end{Bmatrix} = C_2 H_5$ und in den Acetylverbindungen die Gruppe $\begin{Bmatrix} C H_3 \\ C O \end{Bmatrix} = C_2 H_3 O$ unangegriffen bleibt.

Recapitulation.

Eine heterologe oder genetische Reihe ist eine Gruppe von Verbindungen desselben Kohlenstoffgehaltes, aber verschiedenen chemischen Charakters. Jede dieser Verbindungen ist ein Glied einer homologen Reihe, und die eben besprochenen Verbindungen der Methan- und Aethangruppe sind die Anfangsglieder ebenso vieler homologer Reihen.

Die Aethangruppe ist am besten bekannt, und ihre Verbindungen geben uns die besten Vorbilder zur Charakteristik homologer Substanzen.

Kohlenwasserstoffe, $C_n H_{2n} + 2$. Die Kohlenwasserstoffe der Sumpfgasreihe bilden die Grundlage für die heterologen Verbindungen. Ein grosser Theil derselben findet sich im amerikanischen Petroleum, aus welchem sie durch fractionirte Destillation gewonnen werden.

Man stellt sie durch Synthese oder aus der Jodverbindung des Alkoholradicals mit Zink dar.

Der Wasserstoff derselben kann ganz oder theilweise durch Chlor ersetzt werden. Durch Austritt von 1, 2, 3 oder mehr Atomen Wasserstoff entstehen daraus 1, 2, 3 oder mehrwerthige Alkoholradicale.

Alkohole (einwerthige) $C_n H_{2n} + 2 O$. Die Alkohole sind Verbindungen im Wassertypus, worin 1 Atom H durch ein Alkoholradical vertreten ist. Sie bilden sich bei verschiedenen Processen. Die neun ersten lassen sich durch Synthese darstellen, der Aethylalkohol und die folgenden fünf entstehen bei der geistigen Gährung, und nur die drei letzten Glieder der Reihe finden sich in der Natur fertig gebildet in verschiedenen Fetten und Wachsarten vor.

Durch Synthese erhält man sie aus der Chlorverbindung des Alkoholradicals durch Erhitzen mit Aetzkali.

Durch Oxydation gehen sie zuerst in Aldehyde und dann in fette Säuren über.

Aether nennt man Verbindungen im Wassertypus, worin beide Wasserstoffatome durch ein- und dasselbe Alkoholradical (einfache) oder durch zwei verschiedene Alkoholradicale (gemischte Aether) vertreten sind.

Sie entstehen bei der Einwirkung der Jodide der Alkoholradicale auf Alkoholate, oder der Aetherschwefelsäure auf Alkohol.

Alkoholate sind Verbindungen im Wassertypus, worin das eine Atom Wasserstoff durch ein Alkoholradical, das andere durch ein Metall vertreten ist. Sie entstehen bei der Einwirkung eines Alkalimetalls auf Alkohole.

Mercaptane sind Verbindungen im Schwefelwassertypus, worin das eine Atom H durch ein Alkoholradical ersetzt ist. Sie entstehen durch Einwirkung von Kaliumhydrosulfid auf die Chloride der Alkoholradicale.

Mercaptide sind den Alkoholaten analoge Verbindungen im Schwefelwassertypus.

Sulfäther sind Aether, worin der Sauerstoff durch Schwefel vertreten ist. Sie entstehen bei der Einwirkung von Kaliumsulfid auf die Chloride der Alkoholradicale.

Haloidäther nennt man Verbindungen der Alkoholradicale mit den Halogenen. Sie entstehen bei der Einwirkung der Wasserstoffsäuren, oder der Halogene bei Gegenwart von Phosphor auf Alkohole.

Cyanide sind Verbindungen der Alkoholradicale mit Cyan, und entstehen bei der Einwirkung der Cyanmetalle auf Haloidäther oder ätherschwefelsaures Kalium.

Aethersäuren sind dihydrische Säuren, worin 1 Atom Wasserstoff durch ein Alkoholradical vertreten ist. Sie entstehen bei der Einwirkung der entsprechenden Säuren oder ihrer Anhydride auf Alkohole.

Zusammengesetzte Aether sind Verbindungen im Wassertypus, worin das eine Atom H durch ein Alkohol-, das andere durch ein Säureradical substituirt ist. Sie entstehen bei der Einwirkung der Haloidäther auf die Alkalisalze der betreffenden Säure, oder durch Destillation des Alkohols mit einem Salze der Säure und Schwefelsäure.

Aminbasen sind Ammoniake, worin der Wasserstoff ganz oder theilweise durch ein Alkoholradical vertreten ist. Sie entstehen bei der Einwirkung der Haloidäther auf Ammoniak oder bereits theilweise substituirt Ammoniake, oder durch Synthese bei der Einwirkung von nascirendem Wasserstoff auf das Cyanid des Alkoholradicals mit nächst niedrigerem Kohlenstoffgehalt. Sie sind starke Basen, verbinden sich mit Säuren zu Salzen, und sind ohne Zersetzung flüchtig.

Ammoniumbasen sind Ammoniumhydroxyd, worin sämtliche Wasserstoffatome durch Alkoholradicale ersetzt sind. Sie sind ebenfalls starke Basen.

Aldehyde sind die Wasserstoffverbindungen der Säureradical und entstehen durch Oxydation der Alkohole, oder durch Destillation des Kaliumsalzes der entsprechenden Säure mit Kaliumformat. Sie sind meist flüchtig und flüssig, nehmen leicht Sauerstoff auf und verwandeln sich in Säuren. Sie wirken reducirend und haben die Eigenthümlichkeit, mit Ammoniak sowie mit den sauren Alkalisulfiten krystallisirbare Verbindungen zu geben, und zeigen grosse Neigung, sich zu polymerisiren. Durch Wasserstoff im Entstehungszustande werden sie in den ursprünglichen Alkohol zurückverwandelt.

Fette Säuren $C_n H_{2n} O_2$ sind Verbindungen im Wassertypus, worin 1 Atom H durch ein Säureradical vertreten ist. Die Mehrzahl derselben findet sich in den Fetten, daher der Name.

Sie entstehen durch Oxydation der entsprechenden Alkohole, ferner bei der Oxydation hochzusammengesetzter organischer Substanzen. Durch Synthese erhält man sie durch Einwirkung kochender alkalischer Laugen auf das Cyanid des vorhergehenden Alkoholradicals.

In den fetten Säuren findet sich stets das Alkoholradical, mit nächst niedrigerem Kohlenstoffgehalt, mit der Gruppe $CO.OH$, Carboxyl genannt, in Verbindung.

Die Säuren mit geringerem Kohlenstoffgehalt sind bei gewöhnlicher Temperatur flüssig und lassen sich unzersetzt destilliren. (Flüchtige fette Säuren.) Diese sind im Wasser, Alkohol und Aether löslich. Die übrigen Säuren (eigentliche fette Säuren) sind bei gewöhnlicher Temperatur fest und lassen sich nur mit überhitzten

Wasserdämpfen ohne Zersetzung destilliren. Ihre Schmelzpunkte steigen mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt. Sie sind im Wasser unlöslich, in Alkohol nur in der Siedhitze, in Aether jedoch leicht löslich.

Ihre Alkalisalze sind im Wasser löslich, die Salze der übrigen Metalle werden um so schwerer löslich, je höher zusammengesetzt die Säure ist.

Durch Destillation derselben mit überschüssigem Alkalihydroxyd entsteht unter Bildung eines Carbonats der Kohlenwasserstoff mit nächst niedrigerem Kohlenstoffgehalte.

Durch trockene Destillation ihrer Salze entstehen Ketone.

Ketone sind Verbindungen der Säureradiale mit dem vorhergehenden Alkoholradical, oder Aldehyde, worin der Wasserstoff durch das vorausgehende Alkoholradical ersetzt ist. Sie entstehen bei der trockenen Destillation der fettsauren Salze, oder wenn man die Dämpfe der Fettsäuren durch glühende Röhren leitet.

Sie sind meist flüchtige, aromatisch riechende Flüssigkeiten, zeigen wie die Aldehyde grosse Neigung, sich zu polymerisiren, gehen wie diese Verbindungen mit Ammoniak und den sauren Sulfiten der Alkalimetalle ein, sind aber weniger leicht oxydirbar, wie die Aldehyde. Mit Wasserstoff im Entstehungszustande, bilden sie Alkohole der nächst höheren Reihe.

Amide sind Ammoniak, worin 1 oder 2 Atome Wasserstoff durch ein Säureradical vertreten sind. Sie entstehen durch Austritt eines Mol. Wasser aus dem Ammoniumsalz der betreffenden Säure oder durch Einwirkung von Ammoniak auf einen zusammengesetzten Aether. Durch Stickstofftrioxyd werden sie wieder in die ursprüngliche Säure, durch Aufnahme von Wasser in das Ammoniumsalz zurückgeführt.

Nitrile sind identisch mit den Cyaniden der Alkoholradiale mit nächst niedrigerem Kohlenstoffgehalt. Sie werden wie diese dargestellt, und entstehen, wenn aus dem Ammoniumsalz zwei Moleküle Wasser austreten.

Durch kochende Alkalien werden sie in die entsprechende Säure und durch Aufnahme von 2 Mol. Wasser in das Ammoniumsalz zurückgeführt.

Verbindungen zweiwerthiger Radiale der Aethangruppe.

Aethylen, C_2H_4 , bildet sich bei der trocknen Destillation von Holz oder Steinkohlen und ist ein Hauptbestandtheil des Leuchtgases. Man erhält es auch, wenn man dem Alkohol durch wasserentziehende Substanzen, wie concentrirte Schwefelsäure oder Zinkchlorid, die Elemente des Wassers entzieht:



Oder wenn man dem Aethylchlorid Chlorwasserstoff entzieht, indem man es mit einer alkoholischen Lösung von Kaliumhydroxyd kocht: $C_2 H_5 Cl + KOH = KCl + H_2 O + C_2 H_4$.

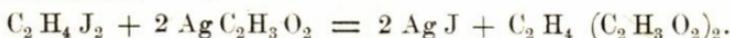
Das Aethylen ist ein farbloses Gas, welches mit helleuchtender Farbe brennt. Es ist ein zweiwerthiges Radical, und verbindet sich direct mit 2 Atomen Cl, Br oder J. Von concentrirter Schwefelsäure wird es absorbirt, indem sich Aethylschwefelsäure bildet.

Aethylendichlorid, $C_2 H_4 Cl_2$, entsteht durch directe Vereinigung von Aethylen mit Chlorgas als farblose, ölige Flüssigkeit, welche bei 82.5° siedet, unlöslich im Wasser ist, sich aber leicht in Alkohol und Aether löst.

Aethylendibromid, $C_2 H_4 Br_2$, entsteht beim Einleiten von Aethylengas in Wasser, worin Brom vertheilt ist. Es ist eine farblose, ölige Flüssigkeit, welche bei 129° siedet.

Aethylendijodid, $C_2 H_4 J_2$, erhält man, durch Hinüberleiten von Aethylengas über erwärmtes Jod, als festen, weissen, krystallinischen Körper.

Aethylenalkohol, oder **Aethylenglycol**, $C_2 H_6 O_2 =$
 $C_2 H_4 \left\{ \begin{array}{l} O_2 \\ H_2 \end{array} \right\}$ oder $\left\{ \begin{array}{l} C H_2 \cdot O H \\ C H_2 \cdot O H \end{array} \right.$ Um diesen Alkohol darzustellen, behandelt man Aethylendijodid oder -Bromid mit Silberacetat, wobei sich Aethylendiacetat bildet:

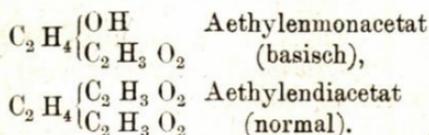


Aethylendiacetat wird dann bei 180° mit Kaliumhydroxyd erhitzt, wobei sich Aethylenalkohol bildet, der bei höherer Temperatur überdestillirt, während Kaliumacetat zurückbleibt:



Der Aethylenalkohol ist eine farblose, etwas dickliche, süßschmeckende Flüssigkeit, die eine Dichte von 1.125 hat, bei 197.5° siedet und sich mit Wasser und Alkohol in allen Verhältnissen mischt. Durch oxydirende Agentien wird er in Glycolsäure und dann in Oxalsäure übergeführt.

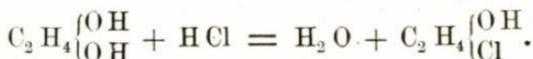
Zusammengesetzte Aether des Aethylen. Aethylenglycol bildet mit Säuren zweierlei zusammengesetzte Aether, je nachdem in demselben 1 oder beide Atome Wasserstoff des Hydroxyls durch Säureradiale vertreten sind, z. B.:



Ersteres wird durch Erhitzung des Aethylenjodids oder -Bromids

in verschlossenen Gefässen mit Kaliumacetat, letzteres mit Silberacetat erhalten.

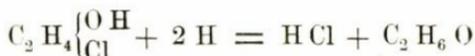
Bei der Einwirkung von Haloidsäuren auf Aethylenglycol entstehen den basischen Chloriden, Bromiden etc. entsprechende Verbindungen, welche man Hydrine nennt. So entsteht beim Erhitzen von Aethylenglycol mit Salzsäure **Aethylenchlorhydrin**, oder **Aethylenoxychlorid**, $C_2H_4 \begin{matrix} \{OH \\ | \\ Cl \end{matrix}$:



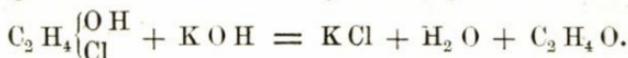
Ist eine farblose Flüssigkeit, die bei 120° siedet. Wird dieses mit Phosphorpentachlorid erhitzt, so geht es in Aethyldichlorid über:



Mit Wasserstoff im Entstehungszustande geht es in Aethylalkohol über:

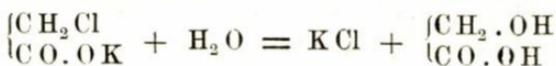


Aethylenäther, oder **Aethylenoxyd**, C_2H_4O , wird durch Einwirkung von Aetzkali auf Aethylenchlorhydrin erhalten:

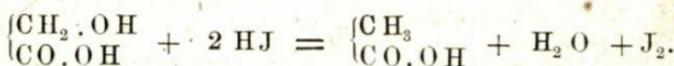


Farblose Flüssigkeit, welche sich mit Wasser mischt und bei 13.5° siedet. Es ist stark basisch und verbindet sich directe mit Säuren zu zusammengesetzten Aethern, und fällt aus Metallsalzlösungen Hydroxyde. Das Aethylenoxyd ist isomer mit Acetaldehyd, und geht wie dieser durch Wasserstoff im Entstehungszustande in Aethylalkohol über.

Glycolsäure, $C_2H_4O_3 = C_2H_2 \begin{matrix} \{H_2 \\ | \\ O \end{matrix} \} O_2$ oder $\begin{matrix} \{CH_2 \cdot OH \\ | \\ CO \cdot OH \end{matrix}$ findet sich im Saft der unreifen Weintrauben. Sie bildet sich bei der Oxydation des Aethylenglycols mit Salpetersäure, sowie beim anhaltenden Kochen eines monochloressigsauren Salzes mit Wasser:

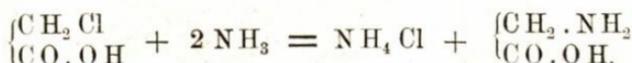


Die Glycolsäure bildet eine krystallinische zerfliessliche Substanz, welche im Wasser, Alkohol und Aether leicht löslich ist. Erwärmt man Glycolsäure mit concentrirter Jodwasserstoffsäure, so entsteht Essigsäure:



Glycolate oder glycolsaure Salze. Die Glycolsäure ist eine zweiwerthige, einbasische Säure. Nur der Wasserstoff der Carboxylgruppe, CO.OH , kann leicht durch Metalle ersetzt werden, während der Wasserstoff des anderen Hydroxyls sich genau wie der H eines Alkohols verhält, und durch Alkohol- oder Säureradiale vertretbar ist. Die Glycolate sind leicht löslich und krystallisirbar.

Glycolaminsäure oder **Glycocoll**, auch Amidoessigsäure genannt $\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$ oder $\begin{cases} \text{CH}_2.\text{NH}_2 \\ \text{CO.OH} \end{cases}$, entsteht bei mannigfachen Zersetzungs Vorgängen thierischer Substanzen, so bei der Zersetzung des Leims durch Schwefelsäure und durch Alkalien. Man erhält sie bei der Einwirkung von Ammoniak auf Monochloressigsäure:



Das Glycocoll bildet farblose, süß schmeckende, durchsichtige, im Wasser lösliche Krystalle. Es ist eine schwache Säure, verbindet sich aber auch als Aminbase mit Säuren, und findet sich in der Galle und im Harn der Pflanzenfresser.

Oxalsäure, $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4 = \begin{matrix} \text{H}_2 \\ \text{C}_2\text{O}_2 \end{matrix} \text{O}_2$ oder $\begin{cases} \text{CO.OH} \\ \text{CO.OH} \end{cases}$. Die Oxalsäure findet sich im Pflanzenreiche (Oxalis-, Rumexarten) sehr verbreitet und kommt gewöhnlich als Kalium- oder Calciumsalz darin vor. Sie findet sich im Harne, Scheweisse und in verschiedenen anderen thierischen Substanzen. Sie bildet sich bei der Oxydation der Glycolsäure und vieler anderer organischer Substanzen. Synthetisch erhält man Oxalsäure bei der Einwirkung von Kohlensäure auf Natrium, das zum Siedepunkt des Quecksilbers erhitzt ist:



Man stellt sie am besten durch Oxydation des Rohrzuckers mit Salpetersäure dar. Fabrikmässig gewinnt man Oxalsäure, indem man Sägespäne mit einem Gemenge von Kalium- und Natriumhydroxyd auf eisernen Platten erhitzt, das durch Auslaugen erhaltene Natriumoxalat in unlösliches Calciumoxalat verwandelt und dieses mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt. Aus der vom gebildeten Gyps abgossenen Flüssigkeit krystallisirt beim Eindampfen die Säure in grossen, farblosen Prismen mit 2 aq, die sich im Wasser und Alkohol lösen. Beim Erhitzen auf 100° schmilzt sie zuerst, verliert dann das Krystallwasser und zerfällt zu einem weissen Pulver. Bei 160° sublimirt ein kleiner Theil unverändert, der grössere Theil wird in Kohlensäure, Kohlenoxyd und Ameisensäure zerlegt. Mit Schwefelsäure erhitzt, zersetzt sie sich in Wasser, Kohlensäure und Kohlenoxyd. Die Oxalsäure ist giftig, sie wird in der Zeugdruckerei verwendet.

Oxalate oder oxalsaure Salze. Die Oxalsäure ist eine zweiwerthige und zweibasische Säure. Sie enthält die Carboxylgruppe zweimal, es können also beide H-Atome leicht durch Metalle ersetzt werden. Man kennt daher normale und saure Oxalate. Die Oxalate werden theils directe, theils durch Wechszersetzung dargestellt. Sie geben mit Schwefelsäure erhitzt Kohlensäure und Kohlenoxyd. Die löslichen geben mit Calciumsalzen einen weissen, in Salzsäure löslichen, in Essigsäure und Ammoniak unlöslichen Niederschlag.

Kaliumoxalat. Normales: $K_2 C_2 O_4 + aq$, erhält man durch Sättigen der Säure oder des sauren Salzes mit Kaliumcarbonat. Bildet leicht lösliche Prismen.

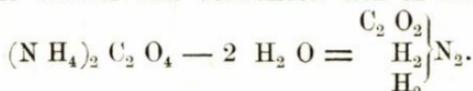
Saures: $\left. \begin{array}{c} K \\ H \end{array} \right\} C_2 O_4 + aq$, auch Kleesalz genannt, findet sich im Saft des Sauerklees und kann daraus durch Eindampfen gewonnen werden. Gewöhnlich stellt man es dar, indem man Oxalsäure in zwei Theile theilt, den einen mit Kaliumcarbonat neutralisirt und den anderen Theil dann zusetzt.

Es krystallisirt leicht und ist im Wasser weniger leicht löslich als das normale. Wird in der Zeugdruckerei und zum Ausbringen von Rost- und Tintenflecken verwendet.

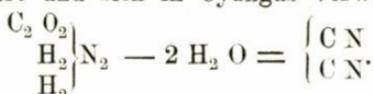
Ammoniumoxalat. Normales: $(N H_4)_2 C_2 O_4$, krystallisirt aus der mit Ammoniak übersättigten Lösung der Oxalsäure in leicht löslichen Prismen und wird als Reagens auf Calciumsalze verwendet.

Saures: $\left. \begin{array}{c} N H_4 \\ H \end{array} \right\} C_2 O_4$, fällt als schwer löslicher Niederschlag, wenn man zur Lösung des normalen Salzes Oxalsäure setzt.

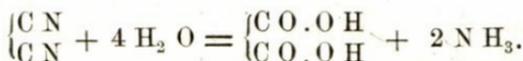
Oxamid, $\left. \begin{array}{c} C_2 O_2 \\ H_2 \\ H_2 \end{array} \right\} N_2$. Erhitzt man Ammoniumoxalat, so verliert es zwei Moleküle Wasser und verwandelt sich in Oxamid:



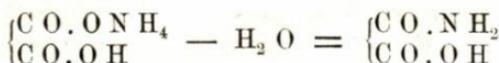
Das Oxamid ist ein weisses, in Wasser und Alkohol unlösliches Pulver, welches beim Erhitzen mit Phosphorpentoxyd noch zwei Moleküle Wasser verliert und sich in Cyangas verwandelt.



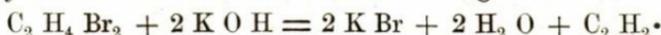
Das Cyan ist somit das Nitril der Oxalsäure und verwandelt sich durch Aufnahme von 4 Molekülen Wasser wieder in Oxalsäure:



Das saure Ammoniumoxalat gibt beim Erhitzen ein Molekül Wasser ab und verwandelt sich in Oxaminsäure:



Acetylen, $\text{C}_2 \text{H}_2$. Dieses ist die einzige Kohlenwasserstoffverbindung, welche durch directe Vereinigung der beiden Elemente sich bildet, wenn man in einer Atmosphäre von Wasserstoff zwischen Kohlenspitzen mittelst einer kräftigen galvanischen Batterie einen Flammenbogen erzeugt. Acetylen tritt ferner auf bei der Zersetzung organischer Substanzen durch Hitze und bei der unvollständigen Verbrennung vieler kohlenwasserstoffhaltiger Körper, und ist stets in geringer Menge im Leuchtgas enthalten. Man erhält es durch Erhitzen von Aethylendibromid mit concentrirter Kalilauge:

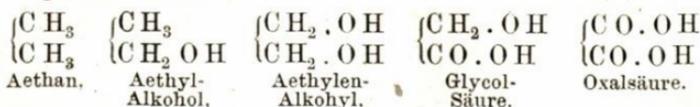


Es ist ein farbloses Gas, welches mit stark leuchtender und russender Flamme verbrennt, im Wasser ziemlich löslich ist und einen eigenthümlichen unangenehmen Geruch besitzt, den man bei russenden Flammen häufig wahrnimmt. Mit einigen Metallen, wie Kupfer und Silber geht es Verbindungen ein, welche leicht explodiren. Es verbindet sich directe mit Wasserstoff zu Aethylen: $\text{C}_2 \text{H}_2 + \text{H}_2 = \text{C}_2 \text{H}_4$. Das Acetylen verhält sich wie ein zweiwerthiges Radical. Es sind daher die beiden Kohlenstoffatome inniger aneinander gekettet, wie in den übrigen Verbindungen dieser Gruppe. Z. B.



Aethylen (zweiwerthig), Acetylen (zweiwerthig).

In den Aethylenverbindungen und ihren Derivaten treten folgende zweiwerthige Radicale auf: $\text{C}_2 \text{H}_4$ Aethylen, $\text{C}_2 \text{H}_2 \text{O}$ Glycolyl, $\text{C}_2 \text{O}_2$ Oxalyl. Der Zusammenhang dieser Verbindungen mit dem Aethan leitet sich in folgender Weise ab:



Recapitulation.

Die eben abgehandelten zweiwerthigen Verbindungen der Aethangruppe geben wieder Repräsentanten mehrerer wichtiger homologer Reihen:

Olefine nennt man die zweiwerthigen Kohlenwasserstoffe der Aethylenreihe nach der allgemeinen Formel $C_n H_{2n}$. Diese zweiwerthigen Alkoholradicale sind darstellbar, im Gegensatz zu den einwerthigen, welche im freien Zustande nicht dargestellt werden können. Sie entstehen bei der trockenen Destillation vieler organischer Körper und bilden daher einen Hauptbestandtheil des Steinkohlen- und Holztheers.

Sie werden dargestellt, entweder indem man dem einwerthigen Alkohol mittelst Schwefelsäure oder Zinkchlorid die Elemente des Wassers entzieht, oder wenn man den Chloriden der einwerthigen Alkoholradicale durch Erhitzen mit alkoholischer Kalilauge die Elemente von Chlorwasserstoff entzieht. Die Olefine sind alle flüchtig. Aethylen, Propylen und Butylen sind Gase, die übrigen sind Flüssigkeiten und die mit höchstem Kohlenstoffgehalte feste Körper.

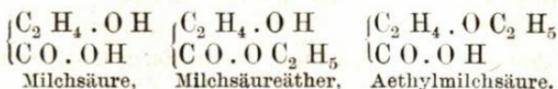
Sie vereinigen sich mit den Elementen der Chlorgruppe directe und bilden mit Hydroxyl in Verbindung süßschmeckende Alkohole, welche deshalb den Namen Glycole erhalten haben.

Glycole, $C_n H_{2n} + 2O_2$. Diese zweiwerthigen Alkohole werden durch Destillation ihrer zusammengesetzten Aether mit Kaliumhydroxyd dargestellt. Sie bilden zweierlei zusammengesetzte Aether, normale und basische, je nachdem der Wasserstoff der beiden Hydroxyle durch ein oder zwei Säureradiale vertreten ist. Wird der Hydroxylwasserstoff durch einwerthige Alkoholradicale vertreten, so entstehen gemischte Aether.

Hydrine nennt man mehrwerthige Alkohole, worin das Hydroxyl theilweise durch ein Halogen vertreten ist. Sie entstehen durch Einwirkung der Wasserstoffsäuren auf Glycole oder andere mehrwerthige Alkohole.

Säuren der Milchsäurereihe $C_n H_{2n} O_3$. Die Glycolsäure bildet das Anfangsglied einer homologen Reihe von zweiwerthigen Säuren, Milchsäurereihe genannt. Sie entstehen in verschiedener Weise, namentlich bei der Oxydation der Glycole und beim Erhitzen der gechlorten Fettsäuren mit Wasser oder Aetzkali. Durch Erhitzen mit Jodwasserstoffsäure gehen sie wieder in die entsprechenden fetten Säuren über. Sie sind zweiwerthige, einbasische Säuren, d. h. sie enthalten die Hydroxylgruppe, OH, zweimal, das eine Hydroxyl neben Sauerstoff im Carboxyl, das andere neben Wasserstoff an Kohlenstoff gebunden. Nur der Hydroxylwasserstoff des Carboxyls kann durch Metall ersetzt werden, während der Wasserstoff des anderen Hydroxyls durch Alkohol- und durch Säureradiale vertretbar ist. Ersetzt man den Wasserstoff im sauren Hydroxyl durch ein Alkoholradical, so erhält man eine neutrale Aetherart; ersetzt man aber den Wasserstoff des alkoholischen Hydroxyls durch ein Alkoholradical, so erhält man eine

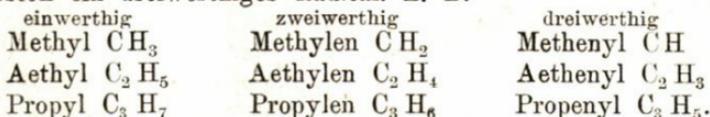
ätherartige Verbindung, welche eine so starke Säure ist, wie die reine Säure. Z. B.



Säuren der Oxalsäurereihe, $\text{C}_n\text{H}_{2n} - 2\text{O}_4$. Diese Säuren entstehen zunächst durch Oxydation der Säuren der Milchsäurereihe oder der fetten Säuren, sowie bei verschiedenen anderen Processen. Sie sind zweiwerthig und zweibasisch, d. h. sie enthalten zweimal die Hydroxylgruppe im Carboxyl und bilden daher normale und saure Salze. Durch Reductionsmittel können sie wieder in Säuren der Milchsäurereihe oder in fette Säuren übergeführt werden. Mit Alkalien zusammenschmolzen geben sie die nächst niedrigere fette Säure.

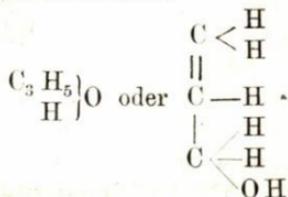
Aminsäuren. Diese einbasischen Säuren entstehen durch Austritt eines Moleküls Wasser aus dem sauren Ammoniumsalz einer zweiwerthigen Säure.

Glycerine. Wie aus den einwerthigen Alkoholradicalen durch Austritt eines Atoms Wasserstoff zweiwerthige Radicale entstehen, so entsteht aus jedem zweiwerthigen durch Entziehung eines Atoms Wasserstoff ein dreiwerthiges Radical. Z. B.



Die Alkohole der dreiwerthigen Radicale werden Glycerine genannt. Methenyl- und Aethenylglycerin sind noch nicht dargestellt worden, von den übrigen kennt man nur das Propenylglycerin, oder kurzweg Glycerin genannt, genauer. Aus diesem erhält man durch Oxydation eine dreiwerthige, einbasische Säure, welche zum Glycerin in demselben Verhältnisse steht, wie die Glycolsäure zum Aethylenalkohol.

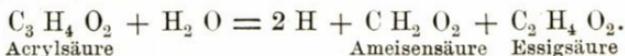
Wasserstoffarme oder ungesättigte Verbindungen. Die dreiwerthigen Radicale können auch, indem sich zwei Kohlenstoffatome mit je zwei Verwandtschaftseinheiten aneinanderketten, als einwerthige Radicale fungiren. Von den Alkoholen dieser Radicale ist nur der Allylalkohol genauer untersucht.



Die hierher gehörigen Säuren bilden die Oelsäurereihe $\text{C}_n\text{H}_{2n} - 2\text{O}_2$. Das erste Glied dieser Reihe leitet sich aus dem Allylalkohol ab und heisst Acrylsäure: $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_2$.

Die Säuren der Oelsäurereihe sind theils flüssig, theils fest, die flüssigen leicht flüchtig, die festen leicht schmelzbar. Die meisten sind Bestandtheile der Fette.

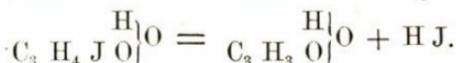
Die Oelsäuren sind zerleglicher und unbeständiger als die Säuren der Fettsäurereihe. Sie oxydiren sich namentlich leicht an der Luft unter Bildung von gelb- oder braungefärbten, übelriechenden Substanzen. Diese Veränderungen erleiden sie namentlich, wenn eiweissartige Stoffe zugegen sind. (Ranzigwerden der Fette.) Die Oelsäuren zerfallen beim Zusammenschmelzen mit Kaliumhydroxyd unter Aufnahme von Wasser in Essigsäure und in eine andere Säure der Fettsäurereihe unter gleichzeitigem Freiwerden von H, z. B.



Diese Säuren verbinden sich direct mit Wasserstoff und gehen dadurch in die entsprechenden Säuren der Fettsäurereihe über; so liefert Acrylsäure mit Natriumamalgam behandelt Propionsäure:

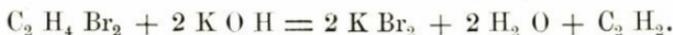


Umgekehrt können aber auch die Fettsäuren in Säuren der Oelsäurereihe verwandelt werden; so geht Monojodpropionsäure beim Erhitzen unter Austritt von Jodwasserstoff in Acrylsäure über:



Kohlenwasserstoffe der Acetylenreihe, $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$. Die Kohlenwasserstoffe dieser Reihe stehen zu den wasserstoffarmen oder ungesättigten Verbindungen in derselben Beziehung, wie die der Aethylenreihe zu den gewöhnlichen Alkoholen. Sie verbinden sich directe mit den Elementen der Chlorgruppe, indem sie zunächst zwei Atome aufnehmen, und zweiwerthige Chloride oder Bromide bilden, welche sich nochmals mit zwei Atomen verbinden können und so in eine gesättigte Verbindung übergehen.

Diese Kohlenwasserstoffe lassen sich leicht aus den Bromiden oder Jodiden der zweiwerthigen Radicale erhalten, indem man dieselben mit einer kochenden concentrirten Lösung von Kaliumhydroxyd in Alkohol erhitzt:



Aus den vorhergehenden Erörterungen entnimmt man, dass sich sämtliche Verbindungen der Fettkörper in mehrere parallele homologe Reihen bringen lassen, deren einzelne Glieder mit Gliedern derselben Anzahl von Kohlenstoffatomen eine heterologe oder genetische Reihe bilden.

Die nachfolgende Tabelle (S. 50 und 51) enthält die bekanntesten Reihen in übersichtlicher Zusammenstellung.

Sumpfgas- reihe $C_n H_{2n} + 2$	Einwerthige Alkohol- radicale $C_n H_{2n} + 1$	Alkohol- reihe $C_n H_{2n} + 2 O$	Fettsäure- reihe $C_n H_{2n} O_2$	Zweiwerthige Alkohol- radicale $C_n H_n$
CH_4 Methan	CH_3 Methyl	$CH_4 O$ Methylalkohol	$CH_2 O_2$ Ameisensäure	CH_2 Methylen
$C_2 H_6$ Aethan	$C_2 H_5$ Aethyl	$C_2 H_6 O$ Aethylalkohol	$C_2 H_4 O_2$ Essigsäure	$C_2 H_4$ Aethylen
$C_3 H_8$ Propan	$C_3 H_7$ Propyl	$C_3 H_8 O$ Propylalkohol	$C_3 H_6 O_2$ Propionsäure	$C_3 H_6$ Propylen
$C_4 H_{10}$ Butan	$C_4 H_9$ Butyl	$C_4 H_{10} O$ Butylalkohol	$C_4 H_8 O_2$ Buttersäure	$C_4 H_8$ Butylen
$C_5 H_{12}$ Pentan	$C_5 H_{11}$ Amyl	$C_5 H_{12} O$ Amylalkohol	$C_5 H_{10} O_2$ Valeriansäure	$C_5 H_{10}$ Amylen
$C_6 H_{14}$ Hexan	$C_6 H_{13}$ Hexyl	$C_6 H_{14} O$ Hexylalkohol	$C_6 H_{12} O_2$ Capronsäure	$C_6 H_{12}$ Hexylen
$C_7 H_{16}$ Heptan	$C_7 H_{15}$ Heptyl	$C_7 H_{16} O$ Heptylalkohol	$C_7 H_{14} O_2$ Oenanthsäure	$C_7 H_{14}$ Heptylen
$C_8 H_{18}$ Oktan	$C_8 H_{17}$ Oktyl	$C_8 H_{18} O$ Oktylalkohol	$C_8 H_{16} O_2$ Caprylsäure	$C_8 H_{16}$ Oktylen
$C_9 H_{20}$ Nonan	$C_9 H_{19}$ Nonyl	$C_9 H_{20} O$ Nonylalkohol	$C_9 H_{18} O_2$ Pelargonsäure	$C_9 H_{18}$ Nonylen
$C_{10} H_{22}$ Dekan	$C_{10} H_{21}$ Dekyl	$C_{10} H_{22} O$ Dekatylalkohol	$C_{10} H_{20} O_2$ Caprinsäure	$C_{10} H_{20}$ Dakatylen
$C_{11} H_{24}$ Undekan	$C_{11} H_{23}$ Undekyl			
$C_{12} H_{26}$ Dodekan	$C_{12} H_{25}$ Lauryl		$C_{12} H_{24} O_2$ Laurinsäure	
$C_{13} H_{28}$ Tridekan	$C_{13} H_{27}$ Cocyl			
$C_{14} H_{30}$ Tetradekan	$C_{14} H_{29}$ Myryl		$C_{14} H_{28} O_2$ Myristinsäure	
$C_{15} H_{32}$ Pentadekan				
$C_{16} H_{34}$ Hekdekan	$C_{16} H_{33}$ Cetyl	$C_{16} H_{34} O$ Cetylalkohol	$C_{16} H_{32} O_2$ Palmitinsäure	$C_{16} H_{32}$ Cetylen
			$C_{18} H_{36} O_2$ Stearinsäure	
			$C_{25} H_{50} O_2$ Hyänasäure	
	$C_{27} H_{55}$ Ceryl	$C_{27} H_{56} O$ Cerylalkohol	$C_{27} H_{54} O_2$ Cerotinsäure	$C_{27} H_{54}$ Cerylen
	$C_{30} H_{81}$ Myricyl	$C_{30} H_{82} O$ Myricylalkohol	$C_{30} H_{80} O_2$ Melissinsäure	$C_{30} H_{80}$ Myricylen

heterologe Reihen.

Glycolreihe $C_n H_{2n} + 2 O_2$	Milchsäure- Reihe $C_n H_{2n} O_3$	Oxalsäure- Reihe $C_n H_{2n} - 2 O_4$	Oelsäure-Reihe $C_n H_{2n} - 2 O_2$	Acetylen-Reihe $C_n H_{2n} - 2$
$C_2 H_6 O_2$ Aethylenglycol	$C_2 H_4 O_3$ Glycolsäure	$C_2 H_2 O_4$ Oxalsäure		$C_2 H_2$ Acetylen
$C_3 H_8 O_2$ Propylenglycol	$C_3 H_6 O$ Milchsäure	$C_3 H_4 O_4$ Malonsäure	$C_3 H_4 O_2$ Acrylsäure	$C_3 H_4$ Allylen
$C_4 H_{10} O_2$ Butylenglycol	$C_4 H_8 O_3$ Butylactinsäure	$C_4 H_6 O_4$ Bernsteinsäure	$C_4 H_6 O_2$ Crotonsäure	$C_4 H_6$ Crotylen
$C_5 H_{12} O_2$ Amylenglycol	$C_5 H_{10} O_3$ Velerolactins.	$C_5 H_8 O_4$ Brenzweinsäure	$C_5 H_8 O_2$ Angelicasäure	$C_5 H_8$ Valerylen
$C_6 H_{14} O_2$ Hexylenglycol	$C_6 H_{12} O_3$ Lencinsäure	$C_6 H_{10} O_4$ Adipinsäure	$C_6 H_{10} O_2$ Brenzterebins.	$C_6 H_{10}$ Hexoylen
		$C_7 H_{12} O_4$ Pimelinsäure	$C_7 H_{12} O_2$ Damalursäure	$C_7 H_{12}$ Oenanthyliden
$C_8 H_{18} O_2$ Oktylenglycol		$C_8 H_{14} O_4$ Suberinsäure		$C_8 H_{14}$ Capryliden
		$C_9 H_{16} O_4$ Agelainsäure		
		$C_{10} H_{18} O_4$ Sebacinsäure		$C_{10} H_{18}$ Decenylen
		$C_{11} H_{20} O_4$ Brassylsäure		
			$C_{15} H_{28} O_2$ Cimicinsäure	$C_{15} H_{28}$ Benylen
			$C_{16} H_{30} O_2$ Hypogäasäure	$C_{16} H_{30}$ Cetenylen
		$C_{17} H_{32} O_4$ Rocellsäure		
			$C_{18} H_{34} O_2$ Oelsäure	
			$C_{19} H_{36} O_2$ Döglingsäure	
			$C_{22} H_{42} O_2$ Erucasäure	

3. Propangruppe.

Verbindungen mit drei Atomen Kohlenstoff.

Der Stammkohlenwasserstoff ist:

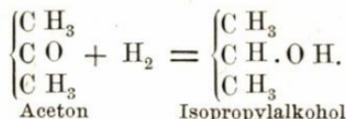
Propan, $C_3 H_8$, od. **Propylwasserstoff**, $C_3 H_7 \left. \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{H} \end{array} \right\}$, findet sich im Petroleum und kann aus Propyljodid (und Isopropyljodid) durch Einwirkung von Zink und Salzsäure erhalten werden. Brennt mit leuchtender Flamme. Durch Einwirkung von Cl entsteht daraus Propylchlorid, $C_3 H_7 Cl$, aus welchem man durch Behandlung den Propylalkohol erhält.

Propylalkohol, (primärer), $C_3 H_8 O = C_3 H_7 \left. \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{H} \end{array} \right\} O$ oder

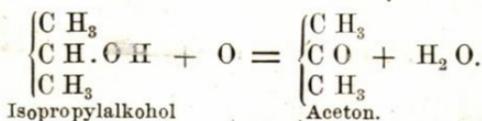
$\left. \begin{array}{l} C H_3 \\ C H_2 \\ C H_2 \cdot O H \end{array} \right\}$, bildet sich bei der Gärung von Weintrestern und verschiedenen Fruchtsäften, und kann aus der bei der Destillation des Alkohols zuletzt übergehenden Flüssigkeit, dem sog. Fuselöl, durch fractionirte Destillation gewonnen werden. Es ist eine angenehm nach Früchten riechende Flüssigkeit, welche bei 97° siedet und mit Wasser in allen Verhältnissen mischbar ist. Durch Oxydation geht er in Propylaldehyd und Propionsäure über.

Isopropylalkohol, secundärer Propylalkohol,

$C_3 H_8 O = \left\{ \begin{array}{l} C H_3 \\ C H \cdot O H \\ C H_3 \end{array} \right.$ Man erhält diesen dem Propylalkohol isomeren Alkohol, wenn man Aceton mit Natriumamalgam und Wasser destillirt:



Er ist eine farblose geistig riechende Flüssigkeit, welche bei 84° siedet und sich mit Wasser, Alkohol und Aether in jedem Verhältnisse mischt. Er bildet zusammengesetzte Aether, Amine u. s. w. wie der primäre Propylalkohol, unterscheidet sich aber von diesem dadurch, dass er bei der Oxydation keinen Aldehyd und keine Säure, sondern Aceton bildet:

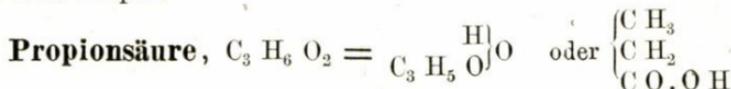


Alkohole dieser Art nennt man secundäre Alkohole. Die Verschiedenheit ihres Verhaltens erklärt sich aus ihrer Structur. Während bei den primären Alkoholen die Veränderungen an einem am Ende der Kette liegenden Kohlenstoffatom vor sich gehen, so finden bei den secundären Alkoholen die Veränderungen an einem in der Mitte liegenden Kohlenstoffatom statt, an welchem sich nur 2 Atome Wasserstoff, oder 1 Atom Sauerstoff, oder 1 Atom Wasserstoff und Hydroxyl anhängen können, niemals aber die für Säuren charakteristische Carboxylgruppe bilden kann.

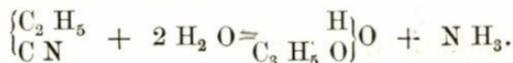
Erhitzt man Isopropylalkohol mit Jodwasserstoff, so erhält man Isopropyljodid. Diese Verbindung stellt man am besten durch Erhitzen von Glycerin mit concentrirter Jodwasserstoffsäure dar, als eine farblose, schwere Flüssigkeit, welche bei 90° siedet:



Bringt man Isopropyljodid mit Zink und Salzsäure zusammen, so bildet sich Propan.



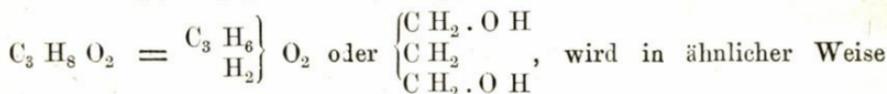
entsteht bei der Oxydation des Propylalkohols und findet sich im rohen Holzessig. Gewöhnlich stellt man sie durch Erhitzen von Aethylcyanid (Propionitril) mit Kalilauge dar:



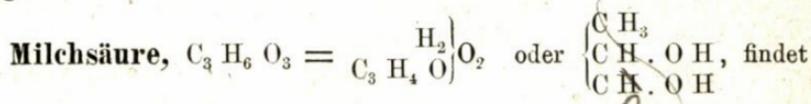
Sie ist der Essigsäure sehr ähnlich und siedet bei 137°.

Die Propionate sind krystallisirbar, fühlen sich fettig an, benetzen sich langsam mit Wasser, worin sie sich allmählig lösen.

Propylenglycol oder Propylenalkohol,

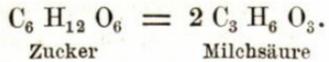


wie das Aethylenglycol dargestellt, durch Einwirkung von Kaliumhydroxyd auf Propylenacetat. Es ist eine farblose, ölige, süßschmeckende Flüssigkeit, die bei 188° siedet.



sich in der sauren Milch, wo sie durch Zersetzung des Milchzuckers entsteht, bildet sich aber auch bei Anwesenheit eines entsprechenden Gährungsmittels aus anderen Zuckerarten und findet sich daher häufig

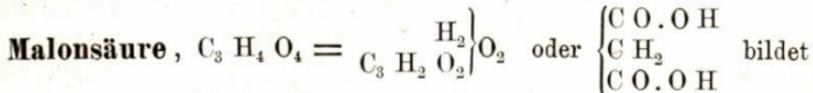
in gegohrenen Flüssigkeiten, wie im Wein, Bier, sowie in gesäuerten Pflanzenstoffen, wie Sauerkraut, Gurken, Rüben. Man stellt sie am besten dar, indem man eine Zuckerlösung mit Zinkoxyd und faulem Käse 8 bis 10 Tage bei einer Temperatur von 30° bis 40° stehen lässt:



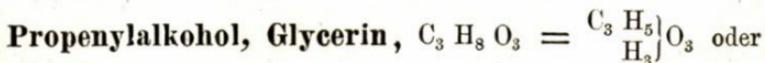
Es bilden sich reichlich Krystalle von Zinklactat, welche durch Umkrystallisiren gereinigt, dann im Wasser wieder gelöst und mit Schwefelwasserstoff behandelt werden, wobei das Zink vollständig als Schwefelzink abgeschieden wird.

Die Milchsäure ist eine farblose, syrupdicke, stark saure Flüssigkeit, welche sich leicht im Wasser und Alkohol löst und nicht flüchtig ist.

Im Muskelfleisch findet sich die isomere Fleischmilchsäure vor, $\left\{ \begin{array}{l} \text{C H}_2 \text{ O H} \\ \text{C H}_2 \\ \text{C H}_2 \text{ O H} \end{array} \right.$, welche der Milchsäure in den meisten Beziehungen sehr ähnlich ist.

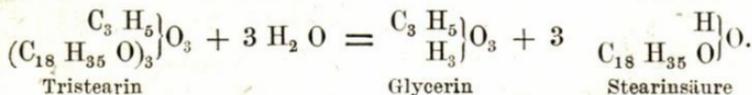


sich bei der Oxydation der Aepfelsäure durch Kaliumdichromat. Sie ist krystallisirbar und im Wasser löslich. Durch Zusammenschmelzen mit Alkalien geht sie unter Abspaltung von Kohlensäure in Essigsäure über.



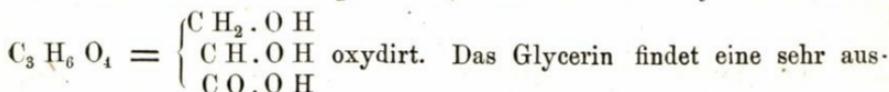
$\left\{ \begin{array}{l} \text{C H}_2 \text{ O H} \\ \text{C H O H} \\ \text{C H}_2 \text{ O H} \end{array} \right.$ Die meisten Fette und Oele sind zusammengesetzte Aether dieses Alkohols.

So ist das Tristearin, welches den Hauptbestandtheil des Unschlitts ausmacht, ein zusammengesetzter Aether des Glycerins, worin die 3 Atome Wasserstoff des Hydroxyls durch das Radical der Stearinsäure ersetzt sind. In kleiner Menge bildet sich das Glycerin bei der geistigen Gährung des Zuckers und findet sich daher im Wein. Das Glycerin wird durch Zersetzung der Fette mit Metalloxyden (Verseifung) gewonnen, wobei die Fettsäuren sich mit den Metalloxyden verbinden und das Glycerin frei wird, oder durch Zersetzung der Fette mit überhitztem Wasserdampf, wobei sie sich unter Wasseraufnahme in Glycerin und Fettsäuren spalten, z. B.



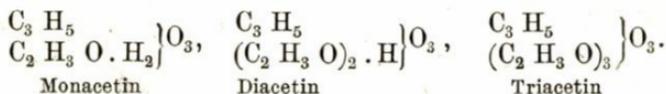
Das Glycerin ist eine farb- und geruchlose, syrupdicke Flüssigkeit, welche auch bei starker Abkühlung flüssig bleibt. Es schmeckt auffallend süß, hat eine Dichte von 1.27, zieht Feuchtigkeit aus der Luft an und mischt sich in allen Verhältnissen mit Wasser und Alkohol. Glycerin löst Jod, Alkalien, alkalische Erden, Chlornatrium, Bleioxyd, Kupfervitriol. Mit Wasser erhitzt, verflüchtigt sich ein Theil mit den Wasserdämpfen, für sich erhitzt, destillirt es bei 290° unter theilweiser Zersetzung.

Mit verdünnter Salpetersäure wird es zu Glycerinsäure



gedehnte Anwendung. Man benützt es in der Medicin als äusserliches Mittel, als Zusatz zu Seifen und Pomaden, als Conservationsmittel für pflanzliche und thierische Stoffe, als Schmiermittel, zum Versüssen der Liqueure und des Weines, als Zusatz zum Modellirthon, um das Austrocknen zu verhindern, zur Füllung der Gasuhren u. s. w.

Das Glycerin bildet als dreiwertiger Alkohol mit den Säuren drei Reihen zusammengesetzter Aether, sogenannte Glyceride. Man unterscheidet Mono-, Di- und Triglyceride, je nachdem 1, 2 oder 3 Hydroxylwasserstoffatome durch Säureradiale vertreten sind. Man bezeichnet solche Aether gewöhnlich dadurch, dass man die Anfangsilben des lateinischen Namens der Säure mit der Endsilbe in combinirt. So heissen z. B. die Verbindungen des Glycerins mit Essigsäure:

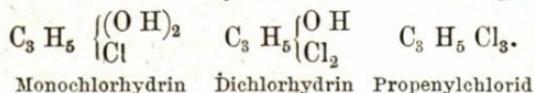


Trinitrin oder **Propenylnitrat**, $C_3 H_5 (N O_2)_3 \} O_3$, bildet sich bei

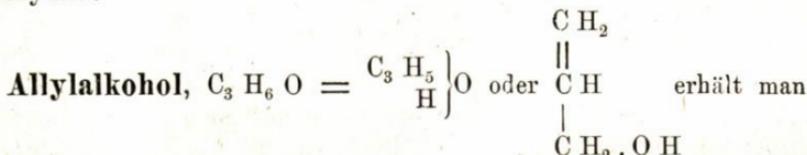
Einwirkung eines kalten Gemisches von Salpetersäure und Schwefelsäure auf Glycerin. Auf Zusatz von Wasser scheidet sich das Trinitrin als eine öartige, gelbliche Flüssigkeit ab. Es ist geruchlos, löst sich schwer im Wasser, leicht in Alkohol oder Aether und wirkt sehr giftig. Beim vorsichtigen Erhitzen lässt es sich destilliren, mit einem brennenden Spahn angezündet, verpufft es wie Schiesspulver, aber beim raschen Erhitzen in einem eisernen Gefäss, sowie durch Stoss oder Schlag explodirt es mit furchtbarer Gewalt. Nach einiger Zeit zersetzt es sich von selbst, oft unter heftigster Explosion. In Lösung oder von porösen Stoffen aufgesaugt, zersetzt es sich nicht so leicht. Das Trinitrin wird fabrikmässig in grossen Quantitäten erzeugt und unter dem Namen Nitroglycerin oder Sprengöl zu Sprengarbeiten benützt. Zu diesem Behufe wird es aber mit Infusorienerde, Bergkreide,

Sägspänen oder Kohlenpulver gemischt und in Patronenform als Dynamit, Rhexit, Dualin in den Handel gebracht.

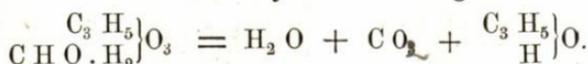
Mit Chlor bildet das Glycerin drei Verbindungen:



Die ersten beiden erhält man durch Einwirkung von Salzsäure auf Glycerin, das letztere durch Einwirken von Phosphorchlorid auf Dichlorhydrin.



durch Erhitzen eines Gemenges von Glycerin und Oxalsäure auf 190°, wobei zuerst Monoformin entsteht, welches sich bei stärkerem Erhitzen in Wasser, Kohlensäure und Allylkohol zerlegt:

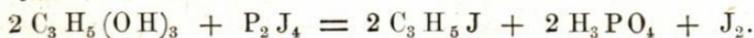


Allylkohol bildet eine farblose, stechend riechende Flüssigkeit, welche bei 97° siedet und sich mit Wasser, Alkohol und Aether in allen Verhältnissen mischt. Natrium löst sich darin unter Wasserstoffentwicklung zu Natriumallylat, welches mit Aethyljodid den Allyläthyläther gibt. Mit H im Entstehungszustande geht er in Propylalkohol über.

Allylsulfid, $\text{C}_3 \text{H}_5 \left\{ \begin{array}{l} \text{S} \\ \text{C}_3 \text{H}_5 \end{array} \right\}$, ist der Hauptbestandtheil des Knoblauchöls, und wird künstlich erhalten, indem man Allyljodid auf eine alkoholische Lösung von Kaliumsulfid einwirken lässt. Es riecht intensiv nach Knoblauch und siedet bei 140°.

Allylsulfocarbamin, $\text{C}_3 \text{H}_5 \left\{ \begin{array}{l} \text{N} \\ \text{C S} \end{array} \right\}$, bildet den Hauptbestandtheil des Senföls, das durch Digeriren und Destilliren von gemahlenem schwarzem Senf mit Wasser erhalten wird. Künstlich kann es durch Einwirken von Allyljodid auf Silbersulfocyanat dargestellt werden. Es ist eine farblose, ausserordentlich scharf riechende, die Augen zu Thränen reizende Flüssigkeit, welche bei 148° siedet und auf der Haut Blasen zieht. (Senfteig.)

Allyljodid, $\text{C}_3 \text{H}_5 \text{J}$, wird durch Einwirkung von Phosphorjodid auf Glycerin erhalten:



Das Allyljodid ist eine farblose, schwere, senfartig riechende, in Wasser unlösliche Flüssigkeit.

Acrylaldehyd oder **Acrolein**, $C_3H_4O = C_3H_3O \left. \begin{array}{l} H \\ \end{array} \right\}$

entsteht durch Oxydation des Allylalkohols. Dieselbe Verbindung entsteht auch bei der trocknen Destillation der Fette oder des Glycerins unter Austritt von Wasser: $C_3H_8O_3 - 2H_2O = C_3H_4O$. Der widrige Geruch, der beim Anbrennen der Fette wahrnehmbar wird, rührt von Acrolein her.

Es ist eine farblose, bei 52° siedende Flüssigkeit von heftigem, zu Thränen reizenden Geruch, deren Dampf die Augen und Nasenschleimhäute angreift. Durch Oxydation geht es in Acrylsäure über.

Acrylsäure, $C_3H_4O_2 = C_3H_3O \left. \begin{array}{l} H \\ O \end{array} \right\}$. Diese ist eine farblose

Flüssigkeit von ähnlichem Geruche, wie die Essigsäure. Durch Wasserstoff im Entstehungszustande geht sie in Propionsäure über. Mit schmelzenden Alkalien behandelt, zerfällt sie unter Aufnahme von Wasser in Essigsäure und Ameisensäure:



Recapitulation.

Aus den bisher betrachteten organischen Verbindungen ersieht man, dass dieselben in innigem Zusammenhange stehen und vermöge ihrer nahen Beziehungen zu einander durch einfache Reactionen ineinander umgewandelt werden können.

Stickstoffgas, Cyan, Ameisensäure als die einfachsten organischen Substanzen, sowie noch einige andere, lassen sich durch Synthese aus ihren Elementen darstellen.

Aus diesen lassen sich auf verschiedene Weise immer höhere Verbindungen aufbauen. Z. B.:

1. Aus Methyljodid erhält man durch Erhitzen mit Zink Aethan, aus diesem durch Behandlung mit Chlor Aethylchlorid und aus dem Aethylchlorid durch Erhitzen mit Kalilauge Aethylalkohol.
2. Aus Methylecyanid entsteht durch Wasserstoff im Entstehungszustande Aethylamin, aus diesem durch Stickstofftrioxyd wieder Alkohol.
3. Methylecyanid wird durch Erhitzen mit Kalilauge in Essigsäure übergeführt, Kaliumacetat mit Kaliumformat erhitzt, gibt Aldehyd und dieser mit nascirendem Wasserstoff wieder Alkohol.
4. Aethylcyanid mit Kalilauge gekocht gibt Propionsäure, welche wieder in ähnlicher Weise in Propylalkohol umgewandelt werden kann.

5. Calciumacetat gibt bei der trocknen Destillation Aceton, dieses wird durch nascirenden Wasserstoff in Isopropylalkohol umgewandelt. Isopropylalkohol mit Jodwasserstoff gibt Isopropyljodid, welches mit Zink erhitzt Propan gibt, aus welchem auf bekannte Weise Propylalkohol erhalten werden kann.
6. Aus den einwerthigen Alkoholen erhält man durch Wasserentziehung Olefine und aus diesen die zweiwerthigen Alkohole. Aus den Glycolen entstehen durch Oxydation die Säuren der Milchsäure- und Oxalsäure-Reihe.
7. Mit schmelzenden Alkalien geben die essigsauen Salze Methan, die propionsauren Aethan, die Salze der Oxalsäure-Reihe (mit Ausnahme der Oxalate) die nächst niedrigere fette Säure.
8. Aus Glycerin erhält man Allylalkohol; umgekehrt bildet sich aus Allyljodid durch Behandlung mit Brom Propenyltribromid, welches mit Silberacetat in Triacetin sich verwandelt, aus welchem durch Behandlung mit Aetzkali wieder Glycerin entsteht.
9. Allylalkohol verwandelt sich durch nascirenden Wasserstoff in Propylalkohol, Acrylsäure in Propionsäure.
10. Aethyljodid mit Zink erhitzt gibt Butan.

4. Butangruppe.

Verbindungen mit vier Atomen Kohlenstoff.

Butan, $C_4 H_{10}$, **Butylwasserstoff**, $\left. \begin{matrix} C_4 H_9 \\ H \end{matrix} \right\}$ oder **Diaethyl**,

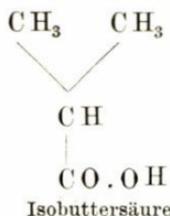
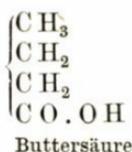
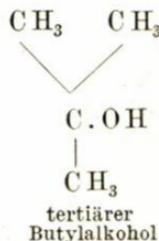
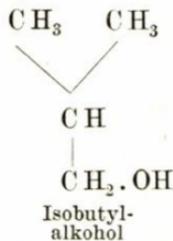
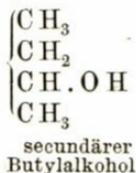
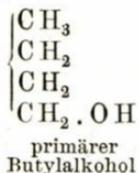
$\left. \begin{matrix} C_2 H_5 \\ C_2 H_5 \end{matrix} \right\}$ erhält man, wenn man Aethyljodid mit Zink in verschlossenen Gefässen auf 150° erhitzt. Es ist ein farbloses Gas, welches sich bei 0° zu einer Flüssigkeit verdichtet, deren Dichte 0.6 ist. Dieser Kohlenwasserstoff findet sich im flüchtigsten Theil des amerikanischen Steinöls und in dem Destillationsproducte der Steinkohlen. Durch Cl wird er im zerstreuten Licht in Butylchlorid, $C_4 H_9 Cl$, verwandelt, aus welchem man mit Kaliumhydroxyd den Butylalkohol erhält.

Butylalkohol, $C_4 H_{10} O = \left. \begin{matrix} C_4 H_9 \\ H \end{matrix} \right\} O$ oder $\left. \begin{matrix} CH_3 \\ CH_2 \\ CH_2 \\ CH_2 \cdot OH \end{matrix} \right\}$ Dieser

Alkohol wird am besten dargestellt, indem man Kaliumbutyrat mit Kaliumformat destillirt, wobei man Butylaldehyd erhält, welcher durch Natriumamalgam und verdünnte Schwefelsäure in den Alkohol übergeht. Er siedet bei 115° und geht bei der Oxydation in Butter-säure über. Ausser diesem primären Butylalkohol kennt man noch

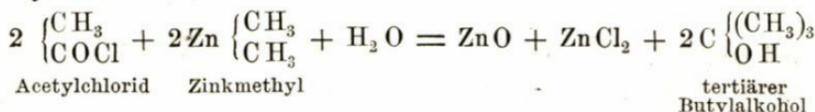
drei isomere Alkohole, einen secundären Butylalkohol, einen Isobutylalkohol und tertiären Butylalkohol.

Nur der primäre und der Isobutylalkohol werden durch Oxydationsmittel in Säuren umgewandelt. Ihre Constitution wird aus den aufgelösten Formeln ersichtlich:

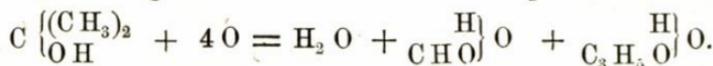


Der Isobutylalkohol oder Gährungsbutylalkohol ist ein Bestandtheil des Fuselöls der Runkelrübenmelasse und lässt sich durch fractionirte Destillation daraus darstellen. Er siedet bei 109° und liefert bei der Oxydation Isobuttersäure, diese siedet bei 153°.

Der secundäre Butylalkohol wird durch Reduction des Erythrits, und der tertiäre durch Einwirkung von Zinkmethyl auf Acetylchlorid erhalten:

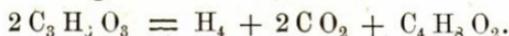


Im tertiären Butylalkohol ist das Hydroxyl mit einem Kohlenstoffatom verbunden, das mit drei anderen Kohlenstoffatomen vereinigt ist. Alkohole dieser Art nennt man tertiäre Alkohole. Sie gehen bei der Oxydation unmittelbar in Säuren mit niederem Kohlenstoffgehalt über. So geht der tertiäre Butylalkohol bei der Oxydation in ein Gemenge von Ameisensäure und Propionsäure über:



Buttersäure, $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 = \text{C}_4\text{H}_7\text{O} \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} \text{H} \\ \text{O} \end{array} \right. \text{O}$ oder $\left\{ \begin{array}{l} \text{C}_3\text{H}_7 \\ \text{CO} \cdot \text{OH} \end{array} \right.$ Diese Säure findet sich im freien Zustande im Johannisbrod und als Glycerid in der Butter vor. Sie ist ausserdem im Sauerkraut, im Schweisse

und anderen thierischen Flüssigkeiten aufgefunden worden. Sie bildet sich reichlich bei der Buttersäuregährung, die dann sich einleitet, wenn man eine Zuckerlösung mit etwas Weinsäure, Kreide und faulem Käse 5—6 Wochen lang bei einer Temperatur von 30° stehen lässt. Hierbei bildet sich zuerst Milchsäure, welche sich dann unter Wasserstoff- und Kohlensäureentwicklung in Buttersäure verwandelt:



Aus dem Calciumbutyrat stellt man durch Wechselersetzung das krystallisirbare Natriumbutytrat dar, welches durch Schwefelsäure zerlegt wird.

Die Buttersäure ist eine farblose, ölige, ranzig riechende Flüssigkeit, welche bei 160° siedet und mit Wasser und Alkohol in allen Verhältnissen mischbar ist.

Aethylbutyrat, Buttersäureäther, $\left. \begin{matrix} C_2 H_5 \\ C_4 H_7 O \end{matrix} \right\} O$, wird durch

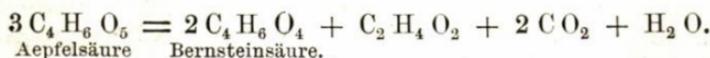
Vermischen von Buttersäure mit Alkohol und Schwefelsäure und Verdünnen mit Wasser als eine angenehm nach Ananas riechende Flüssigkeit erhalten, welche zur Bereitung von Fruchtesenzen und Rum verwendet wird.

Bernsteinsäure, $C_4 H_6 O_4 = C_4 H_4 O_2 \left. \begin{matrix} H_2 \\ \end{matrix} \right\} O_2$ oder $\left\{ \begin{matrix} CO.OH \\ C_2 H_4 \\ CO.OH \end{matrix} \right.$. Die

Bernsteinsäure findet sich im Bernstein und in anderen Harzen. Sie entsteht bei der geistigen Gährung neben Glycerin aus Zucker, bei der Gährung des äpfelsauren Calciums und bei der Oxydation verschiedener Fette und Fettsäuren mit Salpetersäure, namentlich der Buttersäure:



Man gewinnt sie entweder durch Destillation des Bernsteines oder durch Gährung von äpfelsaurem Calcium unter Zusatz von faulem Käse bei 30—40°:

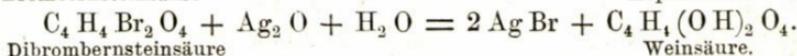
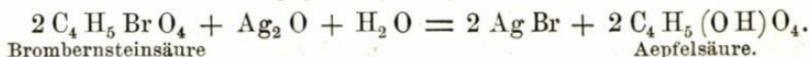


Das entstehende bernsteinsaure Calcium wird mit Schwefelsäure zerlegt. Sie bildet farblose, in heissem Wasser lösliche Krystalle, welche bei der Destillation in Bernsteinsäureanhydrid und Wasser zerfallen.

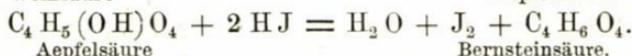
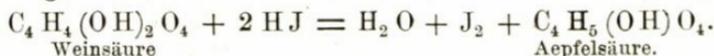
Mit Brom erhitzt gibt sie Monobrombernsteinsäure, $C_4 H_5 Br O_4$ und Dibrombernsteinsäure, $C_4 H_4 Br_2 O_4$.

Von den bernsteinsauren Salzen oder Succinaten findet das Ammoniumsuccinat in der analytischen Chemie Anwendung. Zu der Bernsteinsäure in sehr naher Beziehung stehen zwei im Pflanzenreiche sehr verbreitete Säuren, die Aepfelsäure und die Weinsäure. Diese Säuren entstehen nämlich, wenn man die Monobrom-

und Dibrombernsteinsäure mit Silberoxyd kocht, wobei dieselben das Brom Atom für Atom gegen Hydroxyl vertauschen.



Umgekehrt können Aepfelsäure und Weinsäure durch Reductionsmittel, z. B. durch Erhitzen mit Jodwasserstoff, wieder in Bernstein-säure übergeführt werden:



Diese drei Säuren unterscheiden sich durch den Sauerstoffgehalt und in ihren Structurformeln:

Bernstein-, C ₄ H ₆ O ₄	Aepfel-, C ₄ H ₆ O ₅	Weinsäure C ₄ H ₆ O ₆
CO.OH	CO.OH	CO.OH
CH ₂	CH ₂	CH.OH
CH ₂	CH.OH	CH.OH
CO.OH	CO.OH	CO.OH
zweierthig zweibasisch	dreierthig zweibasisch	viererthig zweibasisch.

Aepfelsäure, C₄H₆O₅, findet sich im Saft der meisten sauren Früchte und wird erhalten, wenn man den Saft von unreifen Aepfeln oder Vogelbeeren mit Bleizucker fällt und das ausgeschiedene äpfel-saure Blei mit Schwefelwasserstoff zersetzt.

Die Aepfelsäure bildet weisse, nadelförmige, zerfliessliche Krystalle, welche sich leicht in Wasser lösen und einen angenehm sauren Geschmack besitzen. Das Amid der Aepfelsäure, das Asparagin

C₄H₄O₃ }
H₂ } N₂ findet sich in den Spargeln, in der Eibischwurzel, im Süss-

H₂ }
holz und den Keimen vieler Pflanzen. Durch salpetrige Säure wird es unter Entwicklung von Stickstoff in Aepfelsäure verwandelt.

Weinsäure, C₄H₆O₆, findet sich theils als freie Säure, theils als saures Kaliumsalz (Weinstein) in den Trauben, den Tamarinden und den meisten anderen sauren Früchten vor. Sie wird aus Weinstein gewonnen, indem man diesen mit Kreide kocht, wobei sich lösliches normales Kaliumtartrat und unlösliches normales Calciumtartrat bildet:



Die Lösung des normalen Kaliumtartrat versetzt man mit Chlorium, wodurch alle Weinsäure als normales Calciumtartrat gefällt

wird. Die vereinigten Niederschläge von Calciumtartrat werden durch verdünnte Schwefelsäure zerlegt und die vom Gyps abfiltrirte Lösung der Weinsäure durch Abdampfen zur Krystallisation gebracht.

Die Weinsäure bildet grosse monokline Krystalle, welche in Wasser leicht löslich sind und angenehm sauer schmecken. Die Lösung dreht die Polarisationsebene nach rechts und zersetzt sich an der Luft allmählig unter Schimmelbildung. Bei 180° schmilzt sie und geht dabei in die isomere *Meta weinsäure* über. Bei längerem Erhitzen verliert sie Wasser und zersetzt sich bei noch stärkerem Erhitzen unter Verbreitung des Geruches nach verbranntem Zucker in Brenzweinsäure, $C_5H_8O_4$, Brenztraubensäure, $C_3H_4O_3$ und andere Körper. Mit Aetzkali geschmolzen, zersetzt sie sich in Essigsäure und Oxalsäure.

Die Weinsäure dient als Reagens in der analytischen Chemie, in der Zeugdruckerei als Beize, dann zur Bereitung von Brausepulver und säuerlicher Getränke.

Kaliumtartrat. Normales, $K_2C_4H_4O_6$, erhält man durch Neutralisiren des sauren Salzes mit Kaliumcarbonat. Ist leicht löslich in Wasser.

Saures, $\left. \begin{matrix} K \\ H \end{matrix} \right\} C_4H_4O_6$ Weinstein. Dieses Salz ist ein wesentlicher Bestandtheil des Traubensaftes und scheidet sich bei der Gährung desselben in dem Masse aus, als der Alkoholgehalt zunimmt. Er setzt sich an der Innenseite der Weinfässer in Gestalt brauner Krusten ab. (Rohr Weinstein.) Durch mehrmaliges Umkrystallisiren des rohen Weinstains aus heissem Wasser und Entfärben der Lösung mit Thierkohle erhält man den gereinigten Weinstein oder Weinsteinrahm. Dieser bildet weisse, harte, in kaltem Wasser schwer lösliche Krystalle. Er wird zur Erzeugung von reinem Kaliumcarbonat, zum Weissnieren von Silberwaaren und in der Färberei und Zeugdruckerei verwendet.

Durch Sättigen einer heissen Lösung von Weinstein mit Natriumcarbonat erhält man Kaliumnatriumtartrat, $\left. \begin{matrix} K \\ Na \end{matrix} \right\} C_4H_4O_6$, welches in grossen rhombischen Prismen krystallisirt und unter dem Namen Seignettesalz in der Medicin und Färberei Verwendung findet.

Durch Kochen einer Weinsteinlösung mit Antimontrioxyd erhält man das unter dem Namen Brechweinstein bekannte

Kaliumstibiumtartrat, $\left. \begin{matrix} K \\ SbO \end{matrix} \right\} C_4H_4O_6$, welches in der Medicin als Brechmittel Verwendung findet.

Die Weinsäure tritt in vier isomeren Modificationen auf, welche sich durch ihre physikalischen Eigenschaften, namentlich in ihrem optischen Verhalten unterscheiden. Man kennt eine Rechtswein-

säure, eine Linksweinsäure, Traubensäure und eine optisch inactive Weinsäure.

Die gewöhnliche Weinsäure lenkt in ihren Lösungen die Ebene des polarisirten Lichtstrahls nach rechts ab und heisst daher Rechtsweinsäure.

In gewissen, namentlich italienischen Weinsteinarten findet sich neben der Weinsäure noch Traubensäure, welche auf den polarisirten Lichtstrahl nicht einwirkt. Sättigt man dieselbe zur Hälfte mit Ammoniak, zur Hälfte mit Natronlauge, mischt diese zwei Lösungen und lässt krystallisiren, so erhält man zweierlei Krystalle, welche dieselbe Zusammensetzung haben:

$\text{NH}_4\text{Na} \text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$, und isomorph mit Seignettesalz sind. Sie unterscheiden sich von einander dadurch, dass bei den einen gewisse kleine Flächen nur auf der rechten, bei den anderen nur auf der linken Seite auftreten, so dass sich die einen Krystalle genau wie das Spiegelbild der anderen verhalten. Trennt man dieselben von einander und stellt die Säuren daraus dar, so erhält man aus den einen die Rechtsweinsäure, aus den anderen die Linksweinsäure, welche die Ebene des polarisirten Lichtstrahls nach links dreht. Aus der gemischten Lösung von Rechts- und Linksweinsäure krystallisirt wieder die Traubensäure, welche auf den polarisirten Lichtstrahl keine Wirkung ausübt.

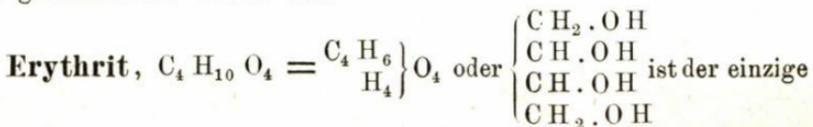
Die aus Dibrombernsteinsäure dargestellte Weinsäure ist optisch unwirksam und lässt sich nicht in eine Rechts- und Linksweinsäure zerlegen.

In naher Beziehung zur Aepfelsäure und Weinsäure steht die vierwerthige, dreibasische:

Citronensäure, $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, welche gleich jenen im Pflanzenreiche sehr verbreitet ist. Man gewinnt sie aus dem Citronensaft durch Aufkochen und Filtriren, Sättigen mit Calciumcarbonat und Zerlegung des unlöslichen Calciumsalzes mit Schwefelsäure. Sie krystallisirt mit 1 aq in grossen rhombischen Prismen, löst sich leicht im Wasser und hat einen angenehm säuerlichen Geschmack. Beim Erhitzen schmilzt sie und geht unter Abgabe von Wasser in die dreibasische Aconitssäure, $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}_6$, über, die in höherer Temperatur sich in drei isomere Säuren von der Zusammensetzung $\text{C}_5\text{H}_6\text{O}_4$, die Itacon-, Citracon- und die Mesaconsäure zersetzt. Diese Säuren verbinden sich in wässriger Lösung, mit Natriumamalgam zusammengebracht, mit dem freiwerdenden Wasserstoff und liefern alle drei dieselbe Säure, die Brenzweinsäure.

Die Citronensäure erleidet dieselbe Anwendung wie die Weinsäure.

Die Citrate der Alkalimetalle sind im Wasser löslich. Calciumcitrat ist im kalten Wasser etwas löslich, in kochendem fast unlöslich. Uebersättigt man daher eine Lösung von Citronensäure mit Kalkwasser, so bleibt die Flüssigkeit in der Kälte klar, beim Kochen aber trübt sie sich und der entstandene Niederschlag löst sich beim Erkalten grösstentheils wieder auf.



bis jetzt bekannte vierwerthige Alkohol. Er findet sich in einigen Flechten und Algen, krystallisirt in grossen quadratischen Prismen, ist leicht im Wasser löslich und hat einen schwachsüssen Geschmack. Löst man ihn in kalter Salpetersäure, so erhält man Erythrylnitrat, in grossen weissen Krystallen, die beim Schlagen mit dem Hammer heftig explodiren.

5. Verbindungen

mit mehr als vier Kohlenstoffatomen.

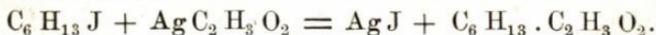
Amylalkohol, $C_5H_{12}O = C_5H_{11} \left. \begin{matrix} \\ H \end{matrix} \right\} O$, ist der Hauptbestandtheil des sogenannten Fuselöls, welches bei der Rectification des Kartoffel- und Kornbranntweins als Nebenproduct erhalten wird. Er ist eine farblose, bei 132° siedende Flüssigkeit von unangenehmem, durchdringendem Geruch, welche sich im Wasser wenig, in Alkohol und Aether leicht löst.

Amylacetat, $C_5H_{11} \left. \begin{matrix} \\ C_2H_3O \end{matrix} \right\} O$, Birnäther, wird durch Destillation von Amylalkohol mit Natriumacetat und Schwefelsäure erhalten. Wasserhelle Flüssigkeit, welche bei 140° siedet, angenehm nach Bergamottbirnen riecht und in der Conditorei und Parfumerie Verwendung findet.

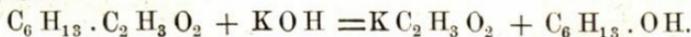
Valeriansäure, $C_5H_{10}O_2 = C_5H_9 \left. \begin{matrix} H \\ O \end{matrix} \right\} O$, findet sich in der Baldrianwurzel. Entsteht neben Amylvalerat und Valeraldehyd bei der Oxydation des Amylalkohols mit Kaliumdichromat und Schwefelsäure. Sie ist eine farblose, ölige Flüssigkeit von durchdringendem, käseartigem Geruch und siedet bei 175° . Sie löst sich im Wasser schwer.

Amylvalerat, $C_5H_{11} \left. \begin{matrix} \\ C_5H_9O \end{matrix} \right\} O$, Aepfeläther, bildet sich bei der Oxydation des Amylalkohols. Siedet bei 188° , riecht angenehm nach Aepfeln und findet in der Conditorei Verwendung.

Hexylalkohol, $C_6H_{14}O$. Hexylwasserstoff oder Hexan, der bei 68° siedende Theil des amerikanischen Steinöls, bildet mit Jod Hexyljodid, welches mit Hilfe von Silberacetat in Hexylacetat übergeführt werden kann:



Durch Zersetzung von Hexylacetat mit Kaliumhydroxyd erhält man Hexylalkohol als eine in Wasser unlösliche, bei 150° siedende Flüssigkeit:



Aehnlich wie dieser werden alle folgenden Alkohole aus den Kohlenwasserstoffen des amerikanischen Steinöls dargestellt.

Capronsäure, $C_6H_{12}O_2$, findet sich als Glycerid neben den Glyceriden der Buttersäure, Caprylsäure und Caprinsäure in manchen Fetten, wie in der Butter, im Cocosnussöl. Oelige Flüssigkeit von eigenenthümlichem Schweissgeruch, ist schwer löslich in Wasser und siedet bei 190° .

Mannit, $C_6H_{14}O_6 = \left. \begin{matrix} C_6H_8 \\ H_6 \end{matrix} \right\} O_6$. Dieser sechswerthige Alkohol findet sich vorzugsweise in der Manna, aus welcher man den Mannit mit kochendem Alkohol auszieht, und die beim Erkalten sich auscheidenden Krystalle durch Umkrystallisiren reinigt. Er bildet feine, weisse, seidenglänzende Krystallnadeln, die schwach süss schmecken und sich im Wasser und Alkohol lösen. Künstlich erhält man Mannit, wenn man Traubenzucker mit H im Entstehungszustande zusammenbringt: $C_6H_{12}O_6 + H_2 = C_6H_{14}O_6$.

Umgekehrt kann man durch mässige Oxydation Mannit wieder in Traubenzucker verwandeln.

Durch Platinschwarz wird Mannit zu Mannitsäure, $C_6H_{12}O_7$, und durch Salpetersäure zu Zuckersäure $C_6H_{10}O_8$ oxydirt, ähnlich wie Aethylenglycol in Glycolsäure und Oxalsäure verwandelt wird.

Das Mannylnitrat wird erhalten durch Vermischen von Mannit mit Salpetersäure und Schwefelsäure, bildet kleine seidenglänzende Nadeln, welche beim Schlag heftig explodiren.

Cetylalkohol, $C_{16}H_{34}O$, findet sich als Cetylpalmitinat im Wallrath, dem festen Theil des Fettes, welches die Schädelhöhlen einiger Cetaceen ausfüllt, aus welchem der Alkohol durch Zersetzung mit Kaliumhydroxyd dargestellt wird. Der Cetylalkohol bildet eine weisse, geruch- und geschmacklose Masse, welche in Wasser unlöslich, in Alkohol löslich ist, schmilzt bei 50° und ist in starker Hitze unzersetzt flüchtig. Der Cetylalkohol geht beim Erhitzen mit einem Gemenge von Kaliumhydroxyd und Calciumhydroxyd unter Wasserstoffentwicklung in die correspondirende Säure, die

Palmitinsäure, $C_{16}H_{32}O_2$, über. Diese findet sich als Glycerid (Tripalmitin) fast in allen Fetten, vorzüglich im Palmöl. Sie bildet feine, weisse, fettig anzufühlende, geruch- und geschmacklose Nadeln, welche bei 62° schmelzen und beim Erkalten zu einer schuppigen Masse erstarren. Sie ist im Wasser unlöslich, in Alkohol und Aether leicht löslich.

Stearinsäure, $C_{18}H_{36}O_2$, kommt als Glycerid (Tristearin) neben Palmitinsäure und Oelsäure in den meisten Fetten, vorzüglich im Unschlitt vor und bildet den Hauptbestandtheil der Stearinkerzenmasse. Die

Stearinsäure stellt silberglänzende, weisse Krystalle dar, schmilzt bei 69° und ist weniger leicht in Alkohol löslich als Palmitinsäure. Ein Gemenge von Stearin- und Palmitinsäure hat einen niedrigeren Schmelzpunkt als die Palmitinsäure.

Darstellung der festen fetten Säuren. Die fetten Säuren werden im Allgemeinen aus den Fetten durch Zersetzung derselben mit Metalloxyden dargestellt. Man nennt diese Zersetzung Verseifung. Hierbei verbinden sich die fetten Säuren mit dem Metalloxyd und bilden Seifen, während Glycerin ausgeschieden wird. Die Seife ist entweder an und für sich unlöslich, oder sie wird durch Kochsalzzusatz aus der Lösung ausgeschieden. Durch Zersetzung der Seife mit Schwefelsäure werden die fetten Säuren frei und scheiden sich an der Oberfläche der Flüssigkeit aus. Die Trennung zweier oder mehrerer fester fetter Säuren wird nach zweierlei Methoden vorgenommen: entweder durch Krystallisation aus Alkohol oder durch partielle Fällung. Nach der ersten Methode löst man das Säuregemenge in kochendem Alkohol und lässt erkalten. Es krystallisirt zunächst die kohlenstoffreichste Säure heraus, beim weiteren Verdunsten des Alkohols krystallisiren dann successive die Säuren mit geringerem Kohlenstoffgehalt heraus. Nach der zweiten Methode wird eine alkoholische Lösung der fetten Säuren portionenweise mit einer alkoholischen Lösung von Magnesiumacetat versetzt, wobei wiederum die kohlenstoffreichste Säure zuerst als unlösliche Magnesiumseife herausfällt, und so werden durch neue Zusätze von Magnesiumacetat die anderen der Reihe nach, dem geringeren Kohlenstoffgehalte entsprechend ausgefällt. Die so getrennten Säuren müssen aber noch durch Umkrystallisiren gereinigt werden, bis ihr Schmelzpunkt constant bleibt.

Oelsäure, $C_{18}H_{34}O_2$, ist als Glycerid (Triolein, Olein) in vielen Fetten, namentlich in den flüssigen enthalten. Zur Darstellung derselben wird Mandelöl oder Olivenöl mit Kalilauge gekocht (verseift), die erhaltene Lösung der Seife mit Bleiacetat gefällt, wobei unlösliche Bleiseife entsteht. Die getrocknete Bleiseife wird mit Aether behandelt, worin sich nur Bleioleat auflöst; durch Zersetzung desselben mit Salzsäure wird die Oelsäure abgeschieden.

Die Oelsäure ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, farblos von öligem Consistenz, ohne Geruch und Geschmack, reagirt nicht sauer, löst sich in Alkohol und Aether in allen Verhältnissen. Bei 4° erstarrt sie zu einer weissen krystallinischen Masse und schmilzt dann erst bei 14° . Sie ist nicht ohne Zersetzung flüchtig. An der Luft nimmt sie rasch O auf und bildet eine gelbe, öartige Flüssigkeit von stark saurer Reaction. Leitet man Stickstofftrioxyd in Oelsäure, so erstarrt dieselbe zu einer Krystallmasse, die eine neue Säure darstellt, die mit Oelsäure isomere Elaïdinsäure.

Die Oele, wie Mandelöl, Olivenöl etc., welche Triolein enthalten, bleiben der Luft ausgesetzt lange dünn und flüssig, ohne sich zu verändern, und werden häufig als Schmiermittel verwendet. Man nennt sie nicht trocknende Oele oder Schmieröle. Einige andere Oele, wie Leinöl, werden an der Luft durch Sauerstoffaufnahme dickflüssig und in dünnen Lagen harzartig fest. Diese heissen trocknende Oele oder Firnissöle. Sie enthalten eine der Oel-

säure nicht homologe Säure, die Leinölsäure, $C_{18}H_{34}O_2$, welche dünnflüssig ist, aber an der Luft unter Sauerstoffaufnahme rasch zähe und dickflüssig wird.

6. Anhang.

Natürlich vorkommende Fette.

Fette sind stets Gemenge verschiedener Glyceride, namentlich von Tristearin, Tripalmitin und Triolein.

Vorkommen. Die Fette sind sowohl im Pflanzen- als auch im Thierreiche ausserordentlich verbreitet. In den Pflanzen finden sie sich vorzugsweise in den Samen; im Thierorganismus zeigt sich das Fett in eigenen Zellen eingeschlossen, vorzugsweise in grösserer Menge im Bindegewebe unter der Haut, im Netz der Bauchhöhle, in der Umgebung der Nieren, im Knochen- und Nervenmark, in der Milch.

Gewinnung. Die Pflanzenfette werden meistens durch Auspressen der zerkleinerten Pflanzentheile, häufig unter Vermittlung gelinder Wärme, gewonnen. Die flüssigen Fette sind dann noch häufig durch Wasser, Schleim, Eiweisskörper und andere Stoffe verunreinigt, von welchen sie durch Absetzenlassen, dann durch Schütteln mit 1 bis 2 Procent Schwefelsäure, welche die Verunreinigungen verkohlt, befreit werden. Auch durch Ausziehen der Pflanzentheile mit Schwefelkohlenstoff, und nachheriges Abdestilliren des letzteren können Pflanzenfette vortheilhaft gewonnen werden. Die Gewinnung der Thierfette geschieht gewöhnlich durch Ausschmelzen derselben aus den zerkleinerten Geweben, häufig mit Beihilfe von verdünnten Aetzlaugen.

Eigenschaften. Die Fette sind bei gewöhnlicher Temperatur fest (Talgarten), halbfest und salbenartig (Butter und Schmalzarten) oder flüssig (Oele). Die festen enthalten hauptsächlich Stearin, die halbfesten Palmitin, die flüssigen Olein. Die ersteren schmelzen sämmtlich unter 100° . Alle Fette machen die Haut schlüpfrig, Papier und Gewebe durchscheinend (Fettflecken), sie werden von porösen Körpern (Thon) begierig aufgesaugt. Im frischen Zustande sind sie geruch- und geschmacklos und ohne Wirkung auf Lackmus. Sie nehmen aber an der Luft bald, namentlich wenn sie mit Eiweiss, Schleim etc. verunreinigt sind, in Folge einer eigenthümlichen Zersetzung gelbliche Färbung, üblen Geruch und Geschmack und saure Reaction an, sie werden ranzig. Sie sind unlöslich im Wasser und leichter als dieses, sie schwimmen daher auf dem Wasser. In Wasser aber, welches Gummi, Eiweiss oder Emulsin enthält und deshalb eine schleimige Beschaffenheit besitzt, lassen sich die Fette in Form

kleiner Tröpfchen vertheilen und die Flüssigkeit erhält das Ansehen der Milch. (Emulsionen.) Einige Fette sind in Alkohol, alle aber in Aether, ätherischen Oelen, Schwefelkohlenstoff, Aceton, Benzol und anderen Destillationsproducten des Steinkohlentheers löslich. Sie sind nicht flüchtig und fangen bei 300° unter Zersetzung zu kochen an, indem sich Acrolein und andere übelriechende Zersetzungsproducte bilden. Für sich brennen sie nur bei sehr starker Erhitzung, mit Docht aber leicht mit helleuchtender Flamme.

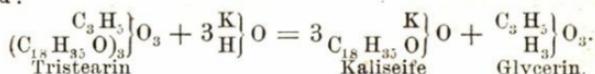
Anwendung. Die Fette werden vorzugsweise als Nahrungsmittel (Respirationsnahrungsmittel), als Leuchtmaterial, Schmiermittel, zu Salben, zur Erzeugung von Seifen, Pflaster, Firnissen, Oelfarben und Arzneimittel verwendet.

Feste Thierfette sind: Rinds- und Hammeltalg; halbfeste: Schweinschmalz, Butter, Gänsefett, flüssige: Fischthran, Leberthran, Klauenfett, Eieröl.

Feste und halbfeste Pflanzenfette sind: Cacaobutter, Muskatbutter, Cocosnussöl, Palmöl, Lorbeeröl. Flüssige oder Oele: Olivenöl, Baumöl, Mandelöl, Ripsöl sind Schmieröle; Leinöl, Nussöl, Hanföl, Mohnöl, Ricinusöl sind Firnissöle.

Seifen.

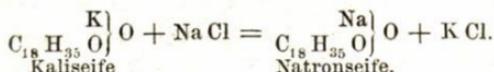
Unter Seifen versteht man im Allgemeinen die Salze der fetten Säuren, speciell die fettsauren Salze der Alkalimetalle. Diese werden dadurch gewonnen, dass man die Fette mit Kali- oder Natronlauge kocht, verseift. Hierbei verbinden sich die fetten Säuren mit dem Alkali, während Glycerin ausgeschieden wird:



Man unterscheidet Kali- und Natronseifen. Die Kaliseifen sind weich und heißen auch Schmierseifen, sie werden namentlich zum Entfetten des Tuches und in Bleichereien angewendet. Die Natronseifen sind fest, heißen harte Seifen und dienen für den gewöhnlichen Gebrauch.

Die Kaliseifen werden durch Kochen der Fette mit Kalilauge, bis die Flüssigkeit klar und dick geworden, dargestellt. Sie enthalten noch Glycerin und überschüssige Lauge.

Die Natronseifen bereitet man entweder directe durch Kochen der Fette mit Natronlauge (Soda seifen) oder auch dadurch, dass man zunächst Kaliseife darstellt, und diese dann durch Zusatz von Kochsalz in Natronseife überführt:



Man kocht demnach ein Fett mit verdünnter Kalilauge so lange, bis die anfangs milchartige Flüssigkeit durchscheinend klar und dick geworden ist, versetzt diese Lösung, den Seifenleim, mit einer hinreichenden Menge Kochsalz und lässt diese einige Zeit mit dem Seifenleim kochen. Durch das Aussalzen wird die Kaliseife in Natronseife übergeführt, und diese auch

ausgeschieden, weil Seifen in Kochsalzlösungen unlöslich sind. Die ausgeschiedene Seife sammelt sich an der Oberfläche der Flüssigkeit als dickbreiige durchscheinende Masse, welche um so weniger Wasser enthält, je mehr Kochsalz zugesetzt wurde. Sie wird in Formen geschöpft, und liefert beim Erkalten eine feste grauweisse Masse, welche man zum Unterschiede von wasserreicheren Seifen, Kernseife heisst. Die Flüssigkeit, die sogenannte Unterlage, enthält das überschüssige Kochsalz, Chlorkalium, Glycerin und andere Substanzen. Die Salze (Seifensiederfluss) und das Glycerin können daraus gewonnen werden.

Wendet man zur Verseifung Natronlauge an, so hat das Aussalzen nur den Zweck, die Seife abzuscheiden und sie so von dem grössten Theil Wasser zu befreien. Werden solche Seifen nicht ausgesalzen, so enthalten sie noch Glycerin und überschüssige Lauge und heissen gefüllte Seifen.

Kernseifen enthalten 15–30%, gefüllte Seifen 3)–60% Wasser.

Je nach dem Fett, aus dem die Seifen entstanden sind, unterscheidet man: Talgseife, Cocosnussölseife, Palmölseife, Baumölseife (Venetianer, Mar-seiller Seife). Toiletteseifen werden mit ätherischen Oelen parfümirt und verschieden gefärbt. Transparente Seifen werden durch Lösen der Seife in Alkohol, Filtriren und Abdestilliren des Alkohols dargestellt. Harzseifen werden durch Verseifung eines Gemenges von Fett und Colophonium mit Natronlauge erhalten.

Die Alkaliseifen fühlen sich fettig an, lösen sich im Wasser zu einer schäumenden Flüssigkeit, und noch leichter im Alkohol. Sie werden durch Kochsalz aus ihren Lösungen abgeschieden. Die wässrige Lösung wird auf Zusatz einer grossen Menge Wassers zerlegt in saures fettsaures Alkali und freies Alkali. Seifenlösungen geben mit Salzlösungen der Erdalkalimetalle und der schweren Metalle Niederschläge von unlöslichen Metallseifen; so gibt hartes Wasser mit einer Seifenlösung einen weissen Niederschlag von Kalkseife. Durch Säuren werden aus Seifen die Fettsäuren abgeschieden. Die Wirkung der Seifen als Reinigungsmittel beruht auf verschiedenen Eigenschaften. Die Seife vermittelt die Adhäsion des Wassers zur Haut und zu den Gewebefasern, so dass die Oberfläche dieser Körper viel vollständiger benetzt werden kann, als ohne Seife. Die concentrirte Seifenlösung führt das den Schmutz einschliessende Fett in den emulsionsartigen Zustand über, so dass sich dasselbe schon mechanisch durch Abreiben von den zu reinigenden Körpern trennen lässt. Endlich wird die Seife durch die grosse Verdünnung mit Wasser in saures fettsaures Alkali und freies Alkali zerlegt, welches das Schmutzfett verseift und auflöst, ohne jedoch in diesem verdünnten Zustande der Faser selbst schädlich zu sein.

Pflaster. Unter Pflaster versteht man im Allgemeinen Bleiseifen. Man erhält sie durch Kochen von feingepulverter Bleiglätte mit Fett, namentlich Olivenöl, unter Zusatz von Wasser. Sie werden als äusserliches Heilmittel verwendet.

Stearinkerzen.

Die Stearinkerzen bestehen aus Stearinsäure mit geringen Mengen Palmitinsäure. Die Stearinsäure wird aus Talg dargestellt, entweder durch Verseifung desselben mit 14% Kalk (Kalkmilch) bei gewöhnlichem Druck, oder mit Hochdruckdämpfen bei 200° und nur 3% Kalkzusatz. Die entstandene Kalkseife scheidet sich an der Oberfläche als schmutziggelbe, krümelige Masse aus und wird unter Vermittlung von heissem Wasser mit verdünnter Schwefelsäure zersetzt, wobei sich die fetten Säuren, Stearin-, Palmitin- und Oelsäure auf der Oberfläche abscheiden und beim Abkühlen zu einer halbfesten Masse erstarren. Diese Masse wird in Tücher geschlagen und unter die hydraulische Presse zwischen erwärmte Platten gebracht, um die flüssige Oelsäure und den

grösseren Theil der Palmitinsäure zu entfernen. Die ausgepresste Masse wird bei möglichst niedriger Temperatur geschmolzen, um das deutliche Krystallisiren zu verhindern und in Lichtformen gegossen. Der Docht ist geflochten und mit einer Lösung von Borsäure oder Phosphorsäure imprägnirt. Die aus den Formen genommenen Kerzen werden polirt und an die Luft gehängt, wobei sie blendend weiss werden.

Wachsorten.

Mit dem Namen Wachs bezeichnet man fettähnliche Substanzen, welche theils zusammengesetzte Aether höherer Alkohole sind, theils auch freie fette Säuren enthalten. Sie sind hart, in der Kälte brüchig, in mässiger Wärme klebend, schmelzen unter 100° und lassen sich schwieriger verseifen als die Fette. Wachsortige Stoffe finden sich in geringer Menge in allen Pflanzen, insbesondere in den glänzenden Ueberzügen der Blätter, Stengel, Früchte und in dem Blütenstaube.

Das Bienenwachs ist ein Product der Bienen. Dasselbe ist ursprünglich gelb, schmilzt bei 63° und besitzt einen angenehmen Geruch. Gewöhnlich wird es an der Sonne gebleicht (weisses Wachs), wobei der Schmelzpunkt auf 70° steigt. Es besteht aus einem in Alkohol löslichen (Cerotinsäure) und einem in Alkohol unlöslichen Bestandtheil (Myricylpalmitinat), ferner enthält es noch Cerolein, ein bei 28° schmelzendes Fett.

Das chinesische Wachs ist das Product der Wachsschildlaus und besteht aus Cerylcerotinat. Es ist weiss und krystallinisch, schmilzt bei 83° .

Mineralöle.

Mit dem Namen Mineralöle bezeichnet man verschiedene Kohlenwasserstoffe, welche theils an mehreren Orten aus dem Innern der Erde hervorquellen, theils Producte der trockenen Destillation von Steinkohlen, bituminösem Schiefer, Torf etc. sind.

Steinöl. Das Steinöl (Erdöl, Petroleum), welches an mehreren Orten, wie namentlich in Nordamerika, am caspischen Meere, in Galizien, der Erde entquillt, ist ein Gemenge von Kohlenwasserstoffen und wenigen anderen Substanzen. Im amerikanischen Steinöl hat man bis jetzt fünfzehn Kohlenwasserstoffe der Sumpfgasreihe, vom Aethan bis zum Hekdekan, nachgewiesen. Die untersten Glieder bis zum Butan sind gasförmig, lösen sich aber in den höheren leicht auf. Die höheren Glieder sind farblose, ätherisch riechende, mit Wasser nicht mischbare Flüssigkeiten, die einander sehr ähnlich sind, und sich nur durch die immer höher werdenden Dichten und Siedepunkte unterscheiden. Diese Kohlenwasserstoffe werden von Salpetersäure, Schwefelsäure und alkalischen Laugen nicht angegriffen, weshalb man sie von anderen

Substanzen, welche sie begleiten, durch Behandlung mit Säuren und Alkalien leicht trennen kann.

Das rohe Steinöl wird behufs seiner Verwendung als Beleuchtungsmittel destillirt und das Destillat nach der Behandlung mit Schwefelsäure, Natronlauge und Waschen mit Wasser der fractionirten Destillation unterworfen. Die Destillationsproducte, welche unter verschiedenen Namen in den Handel kommen, sind hauptsächlich folgende:

Der Petroleumäther (Ligroin, Naphtha), enthält die flüchtigsten Bestandtheile des Steinöls, d. h. alles, was bei einer Temperatur bis zu 120° überdestillirt. Er hat eine Dichte von $0.68-0.72$, ist äusserst leicht entzündlich und beginnt bei 45° zu sieden. Löst Kautschuk, Fette und Harze.

Das raffinirte Petroleum ist farblos oder schwach gelblich gefärbt mit bläulichem Schimmer, hat eine Dichte von $0.79-0.81$, entzündet sich erst bei $35^{\circ}-40^{\circ}$ und siedet bei $140^{\circ}-150^{\circ}$. Es wird vorzugsweise als Beleuchtungsmaterial verwendet.

Das Schmieröl oder Paraffinöl enthält die schwerst flüchtigen Bestandtheile. Es ist dickflüssig, braun, hat eine Dichte von $0.84-0.94$ und wird als Schmiermittel verwendet.

Paraffin. Das Paraffin ist ein Gemenge von festen Kohlenwasserstoffen und scheidet sich beim Erkalten aus der bei der Rectification des Steinöls oder gewisser Theeröle zuletzt übergehenden Flüssigkeit ab. Durch starkes Pressen und nachherige Behandlung mit Schwefelsäure, Petroleumäther oder Schwefelkohlenstoff wird es gereinigt. Auch wird es aus dem in Galizien vorkommenden Ozokerit gewonnen.

Das Paraffin ist eine weisse krystallinische, wachsartig durchscheinende Masse. Es schmilzt bei $45^{\circ}-65^{\circ}$ und verflüchtigt sich bei 400° . Es löst sich in Alkohol, Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff, ätherischen und fetten Oelen. Es wird zur Verfertigung von Kerzen, als Schmiermittel, zum Conserviren von Lebensmitteln und von Holz angewendet.

3. Gruppe.

Kohlenhydrate.

Unter der Bezeichnung Kohlenhydrate fasst man eine Reihe indifferenten organischer Verbindungen zusammen, deren allgemeine Formel $C_x H_{2n} O_n$ ist, in welchen H und O in demselben Verhältnisse enthalten ist, wie im Wasser. Sie gehören zu den verbreitetsten Pflanzenbestandtheilen, einige kommen auch im Thierorganismus vor. Nur wenige sind künstlich darstellbar. Sie sind nicht flüchtig, fest und zwar theils krystallinisch, theils amorph, theils organisirt. Bei der trocknen Destillation geben sie saure Producte und hinterlassen beträchtliche Mengen Kohle. Durch oxydirende Agentien geben sie als End-

product Oxalsäure. Sie werden durch verdünnte Säuren meist in Traubenzucker verwandelt. Der chemische Charakter der Kohlenhydrate ist noch nicht genügend erforscht. Die meisten zeigen ein den Alkoholen, Aethern oder Aldehyden ähnliches Verhalten. Die löslichen Kohlenhydrate besitzen die Eigenschaft, die Ebene des polarisirten Lichtstrahls entweder rechts oder links zu drehen. Man bezeichnet die rechtsdrehenden Körper mit + und die linksdrehenden mit —.

Man theilt sie in drei Gruppen:

1. Zuckerarten,
2. Gummiarten,
3. Kohlenhydrate mit organisirter Structur.

I. Gruppe:

a) indirect gährungsfähige Zuckerarten:	b) direct gährungs- fähige Zuckerarten:	II. Gruppe:	III. Gruppe:
$C_{12}H_{22}O_{11}$	$C_6H_{12}O_6$	$C_6H_{10}O_5$	$C_6H_{10}O_5$
+ Saccharose od. Rohrzucker	+ Dextrose oder Traubenzucker	— Arabin Bassorin	+ Stärke + Glycogen
+ Lactose oder Milchzucker	— Levulose oder Fruchtzucker	+ Dextrin	— Inulin Lichenin
+ Melitose	— Galactose		Cellulose Tunicin.
+ Melezitose			
+ Mycose			

1. Zuckerarten oder Glycosen.

a) Indirect gährungsfähige Zuckerarten.

Saccharose oder **Rohrzucker**, $C_{12}H_{22}O_{11}$. Der Rohrzucker findet sich im Saft des Zuckerrohrs, der Maisstengel, Runkelrüben, Mohrrüben und mancher Ahornarten.

Gewinnung. Der Rohrzucker wird sowohl aus dem Zuckerrohr (Colonialzucker) oder aus Runkelrüben (Rübenzucker) gewonnen. Bei der Gewinnung des Rohrzuckers aus den zuckerhaltigen Säften ist hauptsächlich Folgendes zu beachten: Rohrzucker wird bei Gegenwart von freien Säuren oder sauren Salzen in Traubenzucker und Fruchtzucker (Invertzucker) verwandelt, daher muss den rohen Zuckersäften stets Kalkmilch zur Neutralisation der Säuren zugesetzt werden. Ebenso geht der Rohrzucker in nichtkrystallisirenden Invertzucker über, wenn seine Lösungen längere Zeit bei 100° erhitzt werden, daher müssen Zuckersäfte, um dieses zu hindern, bei möglichst niedriger Temperatur, im luftverdünnten Raum (Vacuumpfannen) eingedampft werden. Fig. 2 stellt eine solche Vacuumpfanne vor. *A* ist die Kochpfanne, *a* das Verbindungsrohr, *C* der Messcyylinder, *B* der Condens-

sator, in welchen durch *m* kaltes Wasser eingespritzt wird. β ist das Ableitungsrohr, welches mit einer Luftpumpe in Verbindung steht. Rohrzuckersäfte färben sich an der Luft und beim Eindampfen rasch braun, weshalb sie öfters durch gekörnte Knochenkohle (Dumonts Filter Fig. 3) filtrirt werden müssen. (*A* ist das Filter mit der Knochenkohle, *B* das Reservoir für den Zuckersaft.)

Die Darstellung des Zuckers zerfällt in zwei Abschnitte: 1. in die Gewinnung des Rohzuckers oder der Moscovade, 2. in das Raffiniren des Rohzuckers. Der aus dem Zuckerrohr oder aus den Runkelrüben ausgepresste Saft wird sogleich mit Kalkmilch versetzt und rasch aufgekocht, um das Eiweiss zu coaguliren, welches als Schaum abgeschöpft wird. Der Zuckersaft wird dann zur Syrupsdicke

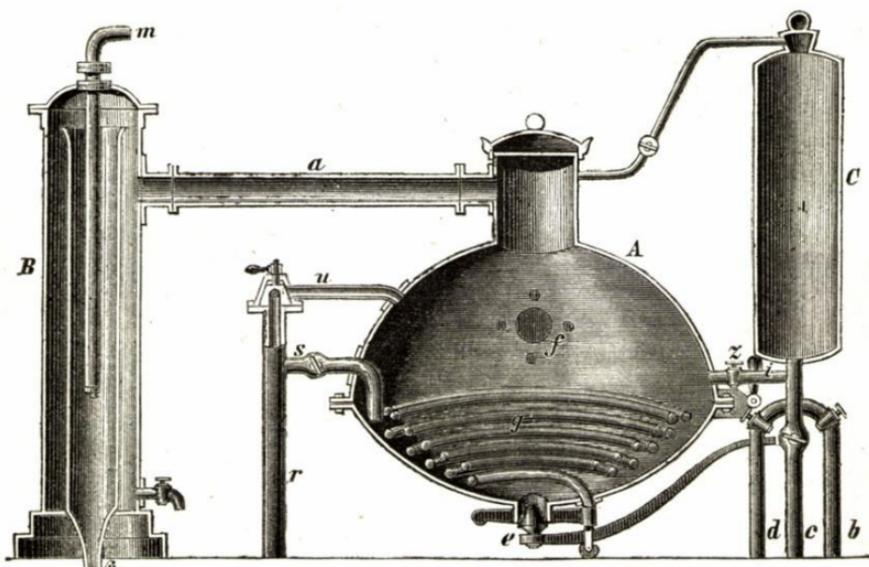


Fig. 2.

eingedampft. Beim Erkalten und Umrühren erstarrt er zu einer körnigen, gelben oder gelbbraunen Masse, welche den Rohzucker oder die Moscovade darstellt, von welcher der flüssig bleibende Theil, ein schwarzbrauner Syrup, abgelassen wird. Dieser führt den Namen Melasse und wird zur Rum- oder Branntweinbereitung verwendet.

Um den Rohzucker zu raffiniren, wird er in wenig Wasser gelöst, etwas Kalkmilch zugesetzt, die Lösung durch Knochenkohle filtrirt, mit Rindsblut versetzt und rasch auf 80° erhitzt. Dadurch coagulirt das Eiweiss des Blutes, schliesst alle trübenden Substanzen ein, wodurch die Zuckerlösung geklärt wird. Den Kalk entfernt man durch eingeleitete Kohlensäure. Die durch Knochenkohle filtrirte klare Lösung (Klärse) wird dann in den Vacuumpfannen bis zum

Krystallisationspunkte eingedampft und hierauf in konische Formen (Hut- oder Brodformen) geschöpft. Durch häufiges Umrühren wird die Krystallisation gestört, wodurch man eine feinkörnige krystallinische Masse erhält. Der zwischen den Krystallen zurückbleibende unreine Syrup wird durch eine reine concentrirte Zuckerlösung verdrängt (Decken); oder durch Auspumpen mittelst der sog. Nutschapparate entfernt.

Dieses erste Product heisst Raffinade. Der aus den Broden ablaufende Syrup wird verkocht und daraus unreinere Sorten, Melis, Lumpen, Farina etc. dargestellt. Wird die Krystallisation des Zuckers nicht gestört, so erhält man grosse deutliche Krystalle, Candiszucker.

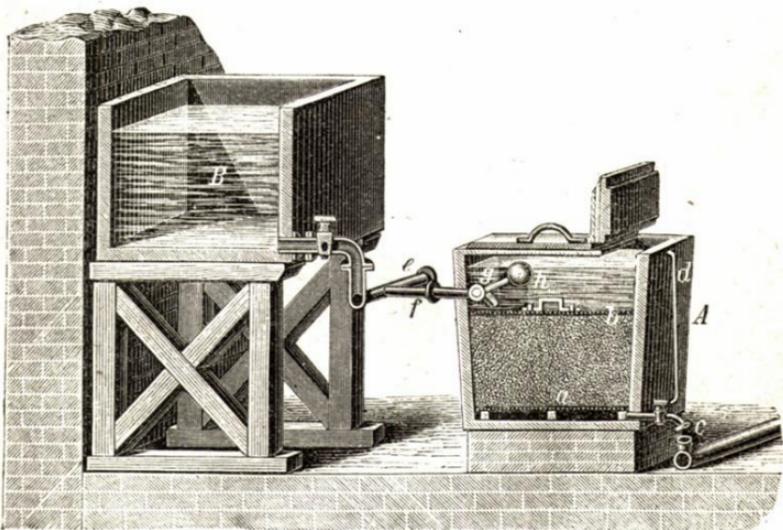


Fig. 3.

Eigenschaften. Der Rohrzucker krystallisirt in monoklinen Prismen, welche beim Schlagen im Dunkeln leuchten. Er schmeckt rein süß, löst sich in $\frac{1}{3}$ kaltem, und in jedem Verhältnisse in siedendem Wasser; ist schwer löslich in verdünntem Weingeist, unlöslich in absolutem Alkohol und Aether. Bei 160° schmilzt der Zucker zu einer farblosen Flüssigkeit, welche beim Erkalten zu einer amorphen, glasartigen Masse erstarrt. (Gerstenzucker). Der Gerstenzucker wird nach einiger Zeit wieder krystallinisch und dadurch undurchsichtig. Auf 220° erhitzt verwandelt er sich unter Verlust von Wasser in Caramel, $C_{12}H_{18}O_9$, eine braune zerfliessliche Masse.

Der Rohrzucker ist nicht direct gährungsfähig, aber durch längeres Kochen mit Wasser, durch verdünnte Säuren, sowie durch Einwirkung von Hefe verwandelt er sich unter Aufnahme von Wasser

in gährungsfähigen Invertzucker oder modificirten Rohrzucker, ein Gemenge von Trauben- und Fruchtzucker:



Säuren, wie Essigsäure, Buttersäure, Stearinsäure, Weinsäure verbinden sich bei 120° mit dem Zucker zu zusammengesetzten Aethern. Von concentrirter Schwefelsäure wird er verkohlt; Salpetersäure führt ihn zuerst in Zuckersäure, dann in Oxalsäure über. Durch ein Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure entsteht der Salpetersäureäther, Nitrosaccharose, $\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{O}_7(\text{NO}_3)_4$, eine amorphe Masse, welche durch Schlag explodirt.

Mit Basen bildet der Zucker Verbindungen, welche man Saccharate nennt. So löst sich Kalk in grosser Menge in Zuckerlösungen auf, indem sich Calciumsaccharat $\text{CaC}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{12}$ bildet. Aus dieser Lösung scheidet sich beim Kochen eine basische unlösliche Verbindung, $\text{Ca}_3\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{14}$, ab. Durch Kohlensäure zerfallen die Saccharate in Carbonate und Zucker. Alkalien wirken beim Erwärmen nur allmählig verändernd auf Rohrzucker ein. Mit den Chloriden der Alkali- und alkalischen Erdmetalle bildet der Rohrzucker schwer krystallisierende, zerfliessliche Verbindungen. Zucker reducirt aus alkalischen Kupferlösungen kein Kupferoxydul, wohl aber nach längerem Kochen.

Anwendung. Die ausgedehnte Anwendung des Zuckers zum Versüssen der Speisen und Getränke ist bekannt. Concentrirte Zuckerlösung schützt die mit ihr durchtränkten Gegenstände (Früchte) vor dem Verderben und dient deshalb zum Conserviren derselben. Caramel (gebrannter Zucker) wird zum Färben von Liqueuren, Essig etc. verwendet.

Lactose oder Milchzucker, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{aq}$. Milchzucker kommt ausschliesslich in der Milch der Säugethiere vor. Man gewinnt ihn in den Käseereien durch Eindampfen der süssen Molken bis zur Krystallisation. ~

Der Milchzucker bildet weisse, harte rhombische Krystalle, welche nur wenig süss schmecken und sich in Wasser zu einer Flüssigkeit auflösen, welche nicht syrupartige Consistenz besitzt. Mit einer grösseren Menge Hefe zusammengebracht, geht eine Milchzuckerlösung erst nach längerer Zeit in Gährung über. Unter dem Einfluss von Käsestoff geht er in Milchsäure über, worauf das Sauerwerden der Milch beruht. Mit verdünnten Säuren erhitzt, geht er unter Aufnahme von Wasser in die gährungsfähige Galactose über. Aus einer alkalischen Kupfersalzlösung scheidet er schon in der Kälte Kupferoxydul ab.

Melitose findet sich in der australischen Manna, welche aus Eucalyptusarten ausschwitzt, Melezitose kommt in der Manna von Briançon vor, welche von Pinus Larix abstammt, Mycose oder Trehalose findet sich im

Mutterkorn und in der Trehala, einem im Orient vielfach als Nahrungsmittel gebrauchten Stoffe.

b) Direct gährungsfähige Zuckerarten.

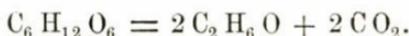
Dextrose oder **Traubenzucker**, $C_6H_{12}O_6$, auch **Glycose**, **Stärkezucker**, **Krümelmelzucker**, **Harnzucker** genannt, findet sich sehr verbreitet, namentlich im Saft der süßsauerlichen Früchte, wie: Trauben, Feigen, Pflaumen, Kirschen, Birnen etc. im Honig, in verschiedenen thierischen Flüssigkeiten und im Harn der Harnruhrkranken.

Darstellung. Der Traubenzucker kann aus allen anderen Kohlenhydraten, durch Behandlung mit verdünnten Säuren, namentlich verdünnter Schwefelsäure, dargestellt werden. Aus altem Honig, einem Gemenge von Dextrose und Levulose, wird er durch Auswaschen der körnigen Masse mit kaltem, verdünntem Alkohol gewonnen und durch Umkrystallisiren aus heissem Alkohol gereinigt.

Fabrikmässig wird er aus Stärkemehl durch Einwirkung von Schwefelsäure oder von Diastase, einer Substanz, welche sich beim Keimen der Getreidearten bildet, gewonnen. Zu diesem Behufe wird Stärke mit sehr verdünnter Schwefelsäure so lange gekocht, bis die Flüssigkeit durch Jod nicht mehr gebläut und durch Alkohol nicht mehr gefällt wird, worauf man die Schwefelsäure mit Kreide neutralisirt, die von dem entstandenen Gyps abgezogene Lösung durch Knochenkohle filtrirt, zur Syrupsdicke eindampft und nochmals durch Knochenkohle filtrirt. Der so erhaltene Syrup (**Stärkesyrup**) wird zur Krystallisation abgedampft, wobei sich der Zucker als körnigkrümelige Masse abscheidet. Wird dieselbe bei möglichst niedriger Temperatur geschmolzen und dann erkalten gelassen, so erstarrt sie zu harten, dichten, körnigen Broden.

Eigenschaften. Der Traubenzucker krystallisirt meist in warzigen, krümeligen Massen, die aus kleinen rhombischen Tafeln bestehen, 1 Mol. Krystallwasser enthaltend. Er schmeckt weniger süß wie Rohrzucker, löst sich weniger leicht im Wasser, aber leichter in verdünntem Alkohol. Bei 86° schmilzt er unter Abgabe des Krystallwassers, bei 170° geht er in **Glycosan** $C_6H_{10}O_5$, und bei noch höherer Temperatur in Caramel über. Mit Alkalien erhitzt, bräunt sich der Traubenzucker rasch und wird schliesslich ganz schwarz. Er oxydirt sich sehr leicht und scheidet aus alkalischen Kupferlösungen schon in der Kälte Kupferoxydul aus, sowie er aus Silberlösungen metallisches Silber reducirt. Mit den Alkalichloriden bildet der Traubenzucker schön krystallisirende Verbindungen. Mit concentrirter Schwefelsäure verbindet er sich zu Zuckerschwefelsäure, wird also durch dieselbe nicht

geschwärtzt, wie der Rohrzucker. Salpetersäure führt ihn in Zuckersäure und Oxalsäure über. In Berührung mit Hefe wird derselbe in Gährung versetzt und spaltet sich in Alkohol und Kohlensäure:



Verwendung. Man benützt den Traubenzucker zum Gallisiren des Weins und zum Erzeugen künstlicher Weine.

Levulose oder **Fruchtzucker**, $C_6 H_{12} O_6$, findet sich neben Dextrose im Honig, im Saft der Früchte und im Invertzucker. Man stellt ihn am besten aus einer Invertzuckerlösung dar, indem man dieselbe mit Kalk zusammenreibt, den Brei auspresst, um die flüssige Verbindung des Kalks mit Dextrose zu entfernen, und den festen trockenen Rückstand (Levulose + Kalk) mit Oxalsäure zersetzt. Die vom Calciumoxalat abfiltrirte Flüssigkeit gibt beim Eindampfen eine amorphe, glasartige zerfliessliche Masse. Der Fruchtzucker schmeckt sehr süß, löst sich leicht im Wasser und Alkohol, lenkt die Polarisationsebene nach links, krystallisirt nicht und scheidet aus alkalischen Kupferlösungen Kupferoxydul ab.

Saccharimetrie. Zur Unterscheidung von Rohrzucker und Traubenzucker dienen folgende Reactionen. Concentrirte Schwefelsäure färbt bei gelindem Erwärmen Rohrzucker schwarz, nicht aber Traubenzucker. Rohrzucker wird mit Kalilauge gekocht nicht verändert, Traubenzucker gebräunt. Aus alkalischen Kupferlösungen wird durch Traubenzucker oder Invertzucker schon beim gelinden Erwärmen durch Rohrzucker erst nach längerem Kochen rothes Kupferoxydul abgeschieden.

Zur quantitativen Bestimmung des Zuckergehaltes in Lösungen wendet man dreierlei Methoden an: die aräometrische, die optische und die chemische Probe.

Die aräometrische Probe besteht darin, dass man die Dichte der Zuckerlösung mittelst eigener Aräometer bestimmt, und daraus den Zuckergehalt berechnet.

Die optische Probe gründet sich darauf, dass Rohrzucker- und Traubenzuckerlösungen einen polarisirten Lichtstrahl nach rechts ablenken, und dass das Drehungsvermögen der Lösung ihrem Zuckergehalt proportional ist. Die Messung des Drehungswinkels wird mittelst des Soleil-Ventzkeschen Polarimeters ausgeführt.

Unter den chemischen Proben ist die Fehling'sche die wichtigste. Diese Methode beruht darauf, dass Traubenzucker oder Invertzucker aus alkalischen Kupferlösungen Kupferoxydul ausscheidet, und zwar reducirt 1 Mol. Traubenzucker genau 5 Mol. Kupfervitriol. Kennt man nun den Gehalt einer titrirten, aus Kupfervitriol, Seignettesalz und Natronlauge bereiteten Lösung, an Kupfer, so kann man, wenn man ermittelt, wie viel von der Zuckerlösung von unbekanntem Gehalt erforderlich ist, um aus der Kupferlösung genau alles Kupfer als Oxydul zu fällen, daraus die Menge des Zuckers berechnen. Soll durch diese Methode Rohrzucker bestimmt werden, so muss derselbe zuerst durch Kochen mit einigen Tropfen Schwefelsäure in Invertzucker übergeführt werden.

Die Kupferlösung ist gewöhnlich so titrirte, dass 10 C. C. derselben einer Menge von 0.05 Grm. Traubenzucker entsprechen.

2. Gummiarten.

Unter dem Namen Gummi fasst man eine Anzahl von Kohlenhydraten zusammen, welche amorph sind, sich in Wasser zu klaren, stark klebenden Flüssigkeiten lösen, oder damit aufquellen, aus ihren wässerigen Lösungen durch Alkohol gefällt werden und durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in Traubenzucker übergehen.

Arabisches Gummi. Arabin, $C_6 H_{10} O_5$. Diese bekannteste Gummiart fliesst aus mehreren in Arabien, Egypten und am Senegal vorkommenden Acaciaarten freiwillig aus und erstarrt zu weissen oder gelblichen Massen von glasähnlichem Glanze und muschligem Bruche, welche sich leicht und vollständig im Wasser zu einer sauer reagirenden Flüssigkeit von fadem Geschmacke lösen. Die Lösung lenkt den polarisirten Lichtstrahl nach links ab. Das Arabin besteht im Wesentlichen aus dem Calcium- und Kaliumsalz einer Säure, der Gummisäure, die man als weisse, amorphe Masse erhält, wenn man die mit Salzsäure versetzte Gummilösung mit Alkohol fällt.

Wegen der klebrigen Beschaffenheit der Lösung wird das arabische Gummi häufig benützt, als Klebemittel oder auch um pulverige Körper in eine zusammenhängende Masse zu verwandeln (Pastellfarben, Räucherkerzchen), ferner als Verdickungsmittel der Tinte, der Druckfarben und Beizen, zur Appretur der Zeuge.

Bassorin oder Pflanzenschleim bildet den Hauptbestandtheil des Traganthgummi's, welches aus einigen im Oriente wachsenden Astragalusarten ausfliesst, ferner des Bassoragummi's, eines von einigen Acaciaarten abstammenden Gummi's. Bassorin löst sich in Wasser nicht, sondern quillt darin zu einer trüben, klebrigen, kleisterähnlichen Flüssigkeit auf. Es enthält immer eine grössere Menge Calciumphosphat, welches seine Unlöslichkeit im Wasser zu bedingen scheint; denn durch Beseitigung desselben durch Salzsäure wird es dem Arabin ganz ähnlich.

Kleinere Mengen von Pflanzenschleim finden sich fast in jeder Pflanze; besonders reichhaltig sind gewisse Samen, Knollen und Wurzeln. So der Leinsamen, die Quittenkerne, die Wurzeln von Eibisch, die Knollen mehrerer Orchideen, Carraghen (eine Meeresalge). Das Kirschgummi ist ein Gemenge von Gummi und Pflanzenschleim.

Man benützt das Traganthgummi und die an Pflanzenschleim reichen Pflanzen und Pflanzentheile in der Technik als Kleb-, Steifungs- und Verdickungsmittel und in der Medicin zur Bereitung schleimiger Decoete.

Dextrin. Stärkegummi, $C_6 H_{10} O_5$, wird aus Stärkemehl dargestellt, welches beim Erhitzen auf 160° in Dextrin übergeht. Befeuchtet man Stärkemehl mit 2percentiger Salpetersäure, so findet diese Umwandlung schon bei 110° statt. Ebenso geht es beim Erhitzen mit verdünnter Schwefelsäure zuerst in Dextrin, dann in Dextrose über.

Wird Stärkekleister mit Malzaufguss längere Zeit auf 60° — 70° erwärmt, so erhält man ein Gemenge von Dextrin und Dextrose. Zur fabrikmässigen Darstellung wendet man gewöhnlich eine der beiden ersten Methoden an.

Das Dextrin bildet eine farblose oder gelbliche gummiartige Masse, die sich leicht in Wasser löst. Die Lösung lenkt den polarisirten Lichtstrahl nach rechts ab. Durch Jod wird es nicht gefärbt, durch verdünnte Säuren wird es in Dextrose verwandelt.

Da das Dextrin die natürlichen Gummiarten in ihren meisten Anwendungen ersetzt und billiger zu stehen kommt, so wird es häufig anstatt diesen gebraucht.

3. Kohlenhydrate mit organisirter Structur.

Stärke, Stärkemehl, Amylum oder **Amydon**, $C_6H_{10}O_5$. Das Stärkemehl ist im Pflanzenreiche sehr verbreitet und findet sich, in Zellen eingelagert, hauptsächlich in den Samen und Wurzeln.

Gewinnung. Man gewinnt die Stärke aus Kartoffeln (14—25%), Weizen (50—70%) und Reis (70—75%).

Um aus Kartoffel Stärke zu gewinnen, werden dieselben gewaschen, zerrieben und der erhaltene Brei auf Siebvorrichtungen mit Hilfe von Bürsten und aufliessendem Wasser ausgewaschen. Das Stärkemehl fliesst mit dem Wasser durch die Maschen des Siebes in grosse Bottiche, worin es sich als feste Schichte zu Boden setzt. Der Brei wird durch Abtropfen, oder auf Gypsplatten, oder durch Ausschleudern vom grössten Theil des Wassers befreit und dann in Trockenstuben getrocknet.

Aus Weizenmehl, welches ausser Stärke noch Kleber, einen stickstoffhaltigen mit Wasser eine zähe Masse bildenden Körper enthält, gewinnt man das Stärkemehl in folgender Weise:

Das Weizenmehl wird mit Wasser zu einem steifen Teig angemacht und auf feinen Sieben mit Wasser ausgewaschen. Der Kleber bleibt zurück und kann mit Mehl angerührt, zu Suppennudeln und ähnlichen Nahrungsmitteln verarbeitet werden. Aus dem Wasser setzt sich das Stärkemehl nach einiger Zeit ab. Dieses enthält aber noch etwas Kleber, welchen man durch Anrühren der Stärke mit Sauerwasser und Gährenlassen in Lösung bringt und durch Waschen entfernt.

Eigenschaften. Die Stärke ist ein weisses, geruch- und geschmackloses Pulver, welches unter dem Mikroskop betrachtet, aus 0.185 bis 0.082 Mm. im Durchmesser haltenden ovalen, runden oder länglichen, farblosen Körnchen bestehend, erscheint, die sich durch concentrisch geschichteten Bau und starkes Lichtbrechungsvermögen

charakterisiren. Grösse und Gestalt dieser Körner ist bei verschiedenen Stärkesorten verschieden.

Die Kartoffelstärke (Fig. 4) hat die Form eiförmiger Kügelchen, glänzt an der Sonne, fühlt sich hart an und hat immer eine mehr pulverige als klumprige Beschaffenheit. Die Weizenstärke (Fig. 5) besteht aus glanzlosen, linsenförmigen grösseren und zahlreichen kleineren Körnchen, welche sich im feuchten Zustande gerne aneinander hängen, weshalb die im Handel vorkommende Weizenstärke immer zu lockeren Klumpen zusammengebacken ist. Zu Pulver zerrieben ist sie als Puder bekannt.

Die Stärkekörner sind in kaltem Wasser, Alkohol und Aether unlöslich. Werden sie mit Wasser bis zur Kochhitze erwärmt, so saugen sie Wasser ein und schwellen dadurch so auf, dass die ein-



Fig. 4.



Fig. 5.

zelnen Schichten derselben zerplatzen. Man erhält so den Kleister, eine dicke, durchscheinende, gallertartige Masse. Daraus erklärt sich das starke Aufquellen stärkemehlhaltiger Nahrungsmittel beim Kochen, wie Reis, Gries, Mehl etc.

Der Weizenstärkekleister ist dicker und trüber und besitzt eine grössere Haltbarkeit als der von Kartoffelstärke. Kocht man Kleister längere Zeit mit Wasser, so werden die einzelnen Theilchen der Stärke so fein vertheilt, dass sie durch das Filter gehen.

Auf 160° erhitzt, verwandelt sich die Stärke in Dextrin, mit Diastase (Malzlösung) auf 70° erwärmt, geht sie in Dextrin und Dextrose über. Aehnlich wirkt verdünnte Schwefelsäure, der Speichel und der Magensaft. Concentrirte Schwefelsäure löst Stärkemehl zu Stärkemehlschwefelsäure auf. Ebenso wird es von höchst concentrirter Salpetersäure gelöst; setzt man zu dieser Lösung Wasser, so fällt

eine explosive Nitroverbindung, das Xyloidin: $C_6 H_9 (NO_2) O_5$, heraus.

Beim Erhitzen mit Salpetersäure bildet sich Oxalsäure.

Durch Jod werden sowohl die Stärkekörner als auch und noch leichter der Stärkekleister blau gefärbt. Die Färbung verschwindet beim Kochen, sie erscheint aber wieder beim Erkalten.

Anwendung. Das Stärkemehl bildet einen Bestandtheil vieler Nahrungsmittel. Als Stärkekleister dient es zum Kleben, Steifen der Wäsche, Verdicken der Beizen, zum Appretiren der Stoffe. Ferners wird es zur Erzeugung von Dextrin, Traubenzucker und Oxalsäure verwendet.

Sago nennt man die in rundliche Körner geformte Stärke aus dem Marke verschiedener Palmen, Tapioca ist die Stärke aus der Manihot-Wurzel und Arrow-root stammt von der Pfeilwurzel.

Dem Stärkemehl sehr ähnlich und von gleicher Zusammensetzung sind:

Inulin in den Wurzeln der meisten Compositen namentlich der Inula Helenium, löst sich in kochendem Wasser, ohne einen Kleister zu bilden, auf.

Das Lichenin findet sich in verschiedenen Flechten, namentlich im isländischen Moos, bildet beim Kochen mit Wasser eine Flüssigkeit, die sich beim Erkalten in eine kleisterartige Gallerte verwandelt.

Das Glycogen ist in der Leber der Säugethiere enthalten. Quillt im Wasser kleisterartig auf und löst sich beim Erhitzen zu einer opalisirenden Flüssigkeit.

Diese Stärkesorten werden durch Jod gelb bis braun gefärbt.

Cellulose oder Pflanzenzellstoff, $C_6 H_{10} O_5$. Die Cellulose bildet die Wand der Pflanzenzellen, also das feste Gerüste des Pflanzenkörpers. Sie ist aber meist besonders im Holze mit anderen ähnlichen Substanzen (incrustirende Materien) und Mineralsalzen theils überzogen, theils durchdrungen, ja bisweilen sind die Zellen ganz und gar mit letzterem erfüllt. Man erhält die Cellulose am besten rein aus Hollundermark, Baumwolle oder Leinenfaser, indem man aus denselben die Beimischungen durch Behandeln mit verschiedenen Lösungsmitteln, wie verdünnte Laugen, Säuren, Alkohol, Aether u. s. w. entfernt. Schwedisches Filtrirpapier ist fast reine Cellulose.

Eigenschaften. Die Cellulose ist weiss, unlöslich in Wasser, Alkohol, Aether, verdünnten Säuren und Alkalien, und zeigt die Structur des Pflanzengewebes. Das einzige Lösungsmittel ist eine Auflösung von Kupferhydroxyd in Ammoniak; aus dieser Lösung wird sie durch Säuren, Alkalisalze, Gummi und Zucker als weisses Pulver niedergeschlagen. Die reine Cellulose ist luftbeständig, in Form von Holz, wo sie mit Eiweissstoffen vermengt ist, verwest sie bei Luftzutritt und Feuchtigkeit zu einer braunen, bröckligen Substanz (Moder). Durch schmelzendes Aetzkali geht sie in Oxalsäure über.

In Schwefelsäure quillt die Cellulose anfangs auf, löst sich aber dann vollständig und auf Zusatz von Wasser scheidet sich ein weisser Körper aus, der ähnlich wie Stärke durch Jod blau gefärbt und daher Amyloid genannt wird. Dieses Verhalten dient als Erkennungsmittel der Cellulose. Taucht man ungeleimtes Papier einige Secunden in ein kaltes Gemisch von 8 T. Schwefelsäure und 1 T. Wasser, so wird die Cellulose oberflächlich in Amyloid verwandelt und das Papier erscheint nach dem sofortigen Auswaschen mit Wasser und Trocknen pergamentähnlich, wasserdicht und sehr zähe (Pergamentpapier, vegetabilisches Pergament), so dass es sich wie Pergament oder Thierblase verwenden lässt. Mit verdünnter Schwefelsäure längere Zeit gekocht, geht die Cellulose in Traubenzucker über.



Fig. 6.

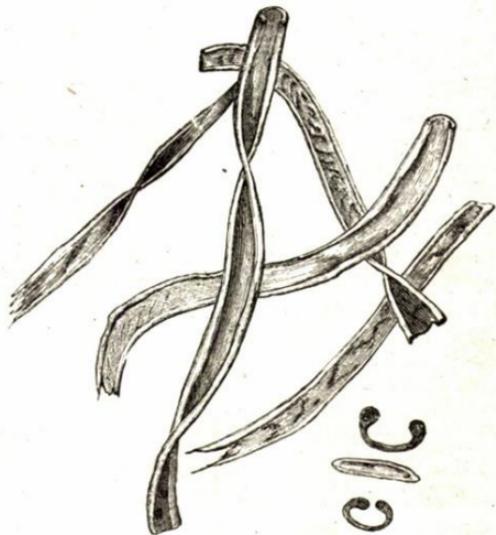


Fig. 7.

Pyroxylin, Schiessbaumwolle. Taucht man Baumwolle oder ungeleimtes Papier in ein Gemisch von concentrirter Salpetersäure und Schwefelsäure, so bleiben dieselben dem Aeussern nach unverändert; nach dem Auswaschen und Trocknen zeigt es sich jedoch, dass sich eine leicht entzündliche, explodirende Verbindung gebildet hat, indem ein Theil des Wassertoffs der Cellulose durch die einwerthige Atomgruppe NO_2 ersetzt worden ist. Je nach der Darstellung sind die Eigenschaften des Productes verschieden. Die lösliche Schiessbaumwolle oder Collodiumwolle ist nicht sehr explosiv und löst sich in einem Gemisch von Alkohol und Aether zu einer klaren Flüssigkeit, Collodium genannt. Beim Verdunsten dieser Lösung bleibt das Pyroxylin als durchsichtige Haut zurück. Das Collodium wird in der Photographie, als Träger der lichtempfindlichen Schichte, angewendet. Die in Aether unlösliche Schiesswolle explodirt beim Stoss oder Schlag heftig und hat die Zusammensetzung: $\text{C}_6 \text{H}_7 (\text{NO}_2)_3 \text{O}_5$.

Von Säuren, Alkalien, Chromsäure und Kaliumpermanganat wird Schiessbaumwolle nicht angegriffen, weshalb sie zum Filtriren derartiger Flüssigkeiten verwendet wird. Durch reducirende Agentien wird die Schiesswolle wieder in gewöhnliche Cellulose verwandelt.

Die Cellulose wird namentlich als Flachs- und Hauffaser, sowie als Baumwolle zu Gespinnsten und Geweben, sowie zum Papier verwendet. Die Flachs- und Hanffaser sind die Bastzellen der genannten Pflanzen; und werden durch einen Verwesungs- und Fäulnisprocess (Rösten), Darren und Brechen der betreffenden Pflanzen, von dem Holzkörper derselben getrennt. Die Baumwolle ist die fadenförmige Haarkrone der Samen der Baumwollpflanze, welche mechanisch vom Samen getrennt wird.

Unter dem Mikroskop lassen sich Leinen- und Baumwollfasern leicht unterscheiden. Die ersteren, Fig. 6, bilden Röhren mit so dicken Wänden, dass sie nicht einsinken oder platt werden, sondern eine glatte rundliche Form zeigen, die Fäden der Baumwolle dagegen, Fig. 7, sind lange dünnwandige Zellen, die beim Austrocknen zusammenfallen und so die Form eines Bandes annehmen.

Tunicin, ein der Cellulose sehr ähnlicher Körper, wurde in der Haut der Schlangen, der Seidenwürmer und in den Säcken der Seescheiden gefunden.

Gährung.

Unter Gährung versteht man das Zerfallen einer organischen Verbindung in einfachere Verbindungen unter dem Einfluss eines Fermentes. Fermente sind mikroskopische organisirte Wesen, Pflanzen oder Thiere der niedersten Stufe, auf deren Entwicklung und Vermehrung der ganze Gährungsvorgang beruht, sie sind die wirklichen Gährungserzeuger oder Gährungserreger. Zwischen den Bestandtheilen des Fermentes und denen des gährenden Stoffes findet jedoch kein Austausch statt, und zur Zersetzung einer grossen Menge Gährungsmaterials ist nur eine verhältnissmässig kleine Menge des Fermentes nöthig. Die Keime dieser winzigen Organismen finden sich in der Luft. Zu ihrer Entwicklung erfordern sie, sowie die höheren Pflanzen, gewisse Lebensbedingungen: Kohlensäure, Ammoniak und Salze, namentlich Phosphate, sowie eine bestimmte Temperatur. Die Nahrungsmittel finden sie in den sich zersetzenden Eiweisskörpern. Die bei der Gährung sich bildenden Organismen (Hefe) wirken in anderen gährungsfähigen Flüssigkeiten wieder als Ferment. Jede Art Gährung erfordert und erzeugt eine bestimmte Art von Ferment, und erzeugt ein bestimmtes Gährungsproduct bei einer bestimmten Temperatur.

Hiernach unterscheidet man verschiedene Gährungen, wie geistige Gährung, Milchsäuregährung, Buttersäuregährung, schleimige Gährung, saure Gährung u. s. w.

Geistige Gährung. Die geistige Gährung oder Alkoholgährung ist die Spaltung der gährungsfähigen Zuckerarten in Alkohol und Kohlensäure: $C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_6O + 2CO_2$.

Sie findet statt, wenn verdünnte Zuckerlösungen bei einer Temperatur von 5° bis 30° der Einwirkung von Hefe, einem aus rundlichen Zellen bestehenden Pilz (*Mycoderma Cerevisiae*), oder mit einem Eiweisskörper in Berührung der Luft ausgesetzt werden. Im ersteren Falle vermehrt sich der Hefepilz durch Knospung, im letzteren Falle entwickeln sich dessen Keime, die in der Luft vorhanden sind, in der eiweisshältigen Zuckerlösung zur Hefe, welche durch ihr Wachstum die Gährung veranlasst. Ein Theil des Zuckers wird übrigens hiebei auf andere Weise zersetzt. Es bildet sich nämlich auch aus demselben Glycerin und Bernsteinsäure: $7 C_6 H_{12} O_6 = 6 C_3 H_8 O_3 + 6 C_4 H_6 O_4$.

Ein anderer Theil des Zuckers wird als Nahrung der Hefe verbraucht und in Cellulose verwandelt. Ein Theil des Zuckers verwandelt sich endlich in andere Alkohole, wie Propyl-, Butyl- und Amylalkohol.

Milchsäuregährung nennt man die Umwandlung von Rohrzucker, Traubenzucker, Milchzucker und Dextrin in Milchsäure: $C_6 H_{12} O_6 = 2 C_3 H_6 O_3$. Sie findet unter der Einwirkung eines eigenthümlichen Fermentes bei einer Temperatur von 30° bis 40° statt. Das noch nicht näher untersuchte Ferment entwickelt sich vorzüglich unter Vermittlung von faulem Käse, entsteht aber auch häufig neben jenem, welches die Alkoholgährung veranlasst, weshalb man in alkoholhaltigen Gährungsproducten oft auch Milchsäure findet. Die Milchsäuregährung hört auf, sobald die Flüssigkeit sauer wird; um die Gährung zu befördern, setzt man daher Kalk oder Zinkoxyd zu, wodurch die Milchsäure gebunden wird.

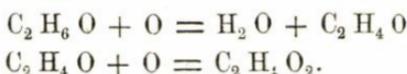
Buttersäuregährung tritt als Fortsetzung der Milchsäuregährung ein, wenn man die bei derselben erhaltene Flüssigkeit längere Zeit bei einer Temperatur über 30° stehen lässt. Es entwickelt sich Kohlensäure und Wasserstoff und die Milchsäure geht in Buttersäure über: $2 C_3 H_6 O_3 = C_4 H_8 O_2 + 2 CO_2 + H_4$.

Dabei tritt ein mikroskopisches, mit freiwilliger Bewegung begabtes, organisches Gebilde in Form cylindrischer Stäbchen auf.

Schleimige Gährung. Diese Gährung tritt unter nicht genauer bekannten Umständen zuweilen in leichteren weissen Weinen auf. Der Zucker wird hiebei in eine schleimige Substanz (eine Art Gummi), Milchsäure und Mannit verwandelt.

Saure Gährung oder Essiggährung nennt man die Umwandlung des Alkohols unter Einwirkung eines eigenthümlichen Fermentes in Essigsäure. Das hiebei wirksame Ferment ist der Essigschimmel oder Essigpilz (*Mycoderma aceti*), welcher sich auf der Oberfläche geistig gegohrener Flüssigkeiten (Wein, Bier) als weisse Haut bildet, wenn diese bei mässiger Wärme der Luft ausgesetzt werden, und der in allen gegohrenen Essigsorten enthalten ist. Die Essiggährung findet nur in verdünnten alkoholischen Flüssigkeiten, mit

höchstens 10⁰/₀ Alkoholgehalt, bei einer Temperatur von 25⁰—36⁰ und reichlichem Luftzutritte statt. Der Alkohol wird zuerst in Aldehyd, dann in Essigsäure umgewandelt:



Die Essiggärung ist somit keine eigentliche Gärung, sondern ein langsamer Oxydations- oder Verwesungsprocess.

Wein.

Mit dem Namen Wein bezeichnet man den gegohrenen Traubensaft. Die Trauben werden gequetscht, der abfließende Saft durch Pressen (Keltern) von den Hülsen und Stengeln getrennt und in offenen oder theilweise geschlossenen Gefässen der Gärung überlassen. Der Traubensaft (Most) enthält Wasser, Traubenzucker, Dextrin, Gummi, Eiweisskörper, Pflanzenschleim, Farb- und Extractivstoffe, Weinstein, Weinsäure, Citronensäure, Aepfelsäure, Gerbsäure und Aschenbestandtheile, namentlich Phosphate und Kaliumsalze. Von der Menge des Zuckers (10—30⁰/₀) im Moste hängt die Güte des Weines ab.

Der Traubensaft geht von selbst in Gärung über, indem sich bei Luftzutritt aus den Eiweisskörpern die Hefe entwickelt. Die erste Periode der Gärung, die Hauptgärung, ist in 5—10 Tagen beendet. Während dieser Periode findet eine reichliche Hefenbildung, somit Trübung des Mostes statt. Die Kohlensäure entwickelt sich reichlich und bildet auf der Oberfläche einen Schaum, der beim Nachlassen der Gärung wieder zusammensinkt, die Hefe setzt sich zu Boden. Der junge Wein wird vom Bodensatze, welcher ein Gemenge von Hefe, Weinstein etc. ist, abgezogen und in Fässer gebracht, worin er eine weitere, langsame Gärung, die Nachgärung durchmacht.

Bei der Nachgärung bildet sich das Weinöl, Oenanthensäure-Aethyläther, welches dem Weine den eigenthümlichen Weingeruch verleiht, an den Wänden der Fässer scheidet sich mit zunehmendem Alkoholgehalt der Weinstein ab, und die neuerdings entstandene Hefe setzt sich zu Boden.

Nach vollendeter Nachgärung zieht man den Wein in geschwefelte Fässer ab, worin er dann ablagert. Während des Lagerns treten die noch vorhandenen Säuren mit den Alkoholarten zu wohlriechenden zusammengesetzten Aethern zusammen, welche den eigenthümlichen, feinen Geruch, die Blume oder das Bouquet der Weine bedingen. Dasselbe ist je nach der Sorte und dem Ursprunge des Weines verschieden.

Im Weine finden sich Alkohol, Glycerin, Bernsteinsäure und die nicht veränderten Bestandtheile des Mostes. In den Weinen südlicher Gegenden findet sich auch noch Zucker, da es zur völligen Umsetzung desselben an der nöthigen Menge Ferment fehlt, oder dasselbe durch den vergrößerten Alkoholgehalt unwirksam gemacht wird.

Bei der Darstellung von rothen Weinen aus blauen Trauben lässt man den Most mit den Hülsen und Stengeln gähren. Der Alkohol löst den blauen Farbstoff (Oenocyan) der Hülsen auf, der aber durch die vorhandenen freien Säuren roth gefärbt wird. Ausserdem löst sich auch der in den Hülsen und Stengeln reichlich vorhandene Gerbstoff auf, der dem rothen Weine den eigenthümlichen herben, zusammenziehenden Geschmack verleiht.

Schaumwein (Champagner) erhält man durch nochmaliges Gährenlassen eines fertigen, mit Zucker versetzten Weines in starken festverschlossenen Flaschen, wobei die entstehende Kohlensäure in denselben absorbirt bleibt.

Das Verhältniss der Hauptbestandtheile des Mostes, Zucker, Säure und Wasser, ist in schlechten Weinjahren oft ein ungünstiges, und man sucht, gestützt auf die chemische Analyse, künstlich ein Verhältniss der Bestandtheile herzustellen, dass dasselbe dem guten Moste nahe kommt. Dies kann auf dreierlei Weise geschehen:

1. Durch Zusatz von Zucker zu zuckerarmem Moste (Chaptalisiren),
2. durch Zusatz von Zucker und Wasser zu zuckerarmem und säurereichem Moste (Gallisiren),
3. durch nochmaliges Gährenlassen der Trester mit Zuckerwasser (Petiotisiren).

Aus Aepfel-, Birnen-, Stachelbeer- und Johannisbeersaft werden in ähnlicher Weise wie aus Traubensaft die Obstweine gewonnen. Aehnlich wird aus dem Honig der Meth bereitet, indem man eine mit Gewürzen gekochte Honiglösung, mit Hefe versetzt, gähren lässt.

Bier.

Das Bier ist der mit Hopfen gewürzte, in Nachgährung befindliche Malzauszug.

Die Bierbrauerei zerfällt in drei Hauptoperationen, nämlich:

1. Die Bereitung des Malzes (Malzen),
2. die Bereitung der Bierwürze (Brauen),
3. die Gährung der Bierwürze.

1. Das Malzen. Das Malz wird aus Getreide und zwar meistens aus Gerste durch den Keimprocess erhalten. Beim Keimen des Gerstenkorns bildet sich aus dem Kleber desselben ein löslicher eiweissartiger Körper, die Diastase, welche die Fähigkeit besitzt, den anderen Bestandtheil des Kornes, das Stärkemehl in Traubenzucker und Dextrin zu umwandeln. Man versetzt daher die Gerste in die Bedingungen, welche dem Keimen am günstigsten sind: Durchfeuchtung des Kornes, eine Temperatur von 5° bis 30°, Abhaltung des Lichtes.

Diese Bedingungen werden durch das Einquellen der Gerste in Wasser, welches in Quellbottich und durch das Keimen (Wachsen), welches auf der Malztenne vor sich geht, erfüllt. Die Entstehung der Diastase muss in dem Momente unterbrochen werden, wo das Maximum derselben gebildet ist, was dann der Fall ist, wenn die Länge des Keimwurzels die Länge des Kornes überschreitet. Die gekeimte Gerste, das Grünmalz, wird zur Unterbrechung des Keimprocesses getrocknet, entweder bei gewöhnlicher Temperatur auf luftigen Böden (Luftmalz), oder bei erhöhter Temperatur in den Malzdarren (Darrmalz). Nach dem Trocknen werden die Wurzelschen entfernt und das Malz in ein grobes Pulver zerrieben, geschrotet.

2. Das Brauen zerfällt in das Maischen, Würzekochen und Köhlen der Würze.

Das Maischen hat den Zweck, nicht nur die im Malze enthaltenen löslichen Stoffe auszuziehen, sondern namentlich das noch in grosser Menge vorhandene Stärkemehl durch Einwirkung der Diastase in Dextrin und Traubenzucker zu verwandeln. Zu diesem Zwecke wird das Malz in den Maischbottichen mit Wasser gemengt (das Einteigen) und 6—8 Stunden stehen gelassen. Hierauf folgt das eigentliche Einmaischen, welches auf zweierlei Weise vorgenommen wird.

Nach der Decoctionsmethode (baierisches Verfahren) teigt man das Malzschrot mit zwei Drittheilen Wasser ein und lässt das in der Braupfanne erhitzte letzte Drittheil Wasser unter beständigem Umrühren zufließen, wodurch die Temperatur auf 40° steigt. Die Wirkung der Diastase beginnt

nun und die breiartige Masse wird etwas dünnflüssiger. Man schöpft dann einen Theil derselben in die Braupfanne, erhitzt zum Sieden und bringt ihn wieder in den Maischbottich zurück. Dies wird noch ein- oder zweimal wiederholt, wodurch die Temperatur der im Bottiche befindlichen Maische auf 75°, die der Zuckerbildung günstigste Temperatur, steigt, wonach man das Umrühren unterbricht, die Maische durch zwei Stunden ruhig stehen lässt und hierauf die fertige Würze mittelst eines Hahns in den Unterstock ablässt. Die im Maischbottiche zurückbleibende Treber wird als Mastfutter verwendet.

Nach der Infusionsmethode (englisches Verfahren) teigt man das Malzschrott mit $\frac{1}{4}$ der ganzen Wassermenge ein, giesst den zum Sieden erhitzten Rest des Wassers portionenweise auf, bis das Gemenge die nöthige Temperatur hat.

Das Kochen der Würze wird in der Braupfanne vorgenommen und hat den Zweck, dieselbe zu concentriren, die Eiweissstoffe zu coaguliren und die Bestandtheile des Hopfens, welcher während des Kochens zugesetzt wird, zu extrahiren.

Der Hopfen enthält ein ätherisches Oel, das Hopfenöl, einen eigenthümlichen Bitterstoff, sowie Harze und Gerbstoff, welche Substanzen dem Bier den aromatisch bitterlichen Geschmack verleihen und die Haltbarkeit desselben bedingen.

Das Kühlen der Würze bezweckt, der heissen Würze möglichst rasch so viel Wärme zu entziehen, als nöthig ist, um die Gährung einleiten zu können. Es muss möglichst beschleunigt werden, weil die Würze in Berührung mit der Luft, besonders bei 25°–35° grosse Neigung hat, sich nachtheilig zu verändern, namentlich Milchsäure zu bilden.

3. Die Gährung der Würze. Die gekühlte Würze wird nun mit der nöthigen Menge Hefe versetzt (das Stellen der Würze) und in geeigneten Räumlichkeiten, in denen eine entsprechende constante Temperatur herrscht, der Nachgährung überlassen. Findet die Gährung bei einer niederen Temperatur (7°–10°) statt, so geht sie langsam vor sich und die dabei gebildete Hefe setzt sich zu Boden (Unterhefe), und heisst Untergährung, das dadurch erhaltene Bier (Unterzeugbier) hält sich länger, weil es auch eine langsame Nachgährung durchmacht, und kann deshalb länger in Keller aufbewahrt werden (Lagerbier). Findet die Gährung bei einer etwas höheren Temperatur statt (12°–15°), so verläuft die Hauptgährung in zwei bis drei Tagen (Obergährung), die Hefe wird an die Oberfläche gerissen (Oberhefe), ebenso geht die Nachgährung viel schneller vor sich, weshalb diese Art Bier (Oberzeugbier) schneller verbraucht werden muss.

Die Nachgährung des Biers findet in mit Harz ausgekleideten Fässern statt, damit die Kohlensäure, welches dem Bier den erfrischenden Geschmack verleiht, nicht entweichen kann. Während der Nachgährung wird es consumirt. Ist die Nachgährung beendet, so ist das Bier schal und ungeniessbar.

Die Bestandtheile des Bieres sind ausser Wasser, Alkohol (3–5%), Traubenzucker, Dextrin, Hopfenbitter und Hopfenöl, Glycerin, Bernsteinsäure, Milchsäure, etwas Eiweisssubstanzen und Salze, namentlich Phosphate.

Branntwein und Spiritus.

Branntwein nennt man das aus geistig gegohrenen Flüssigkeiten erhaltene alkoholhaltige Destillat. Ein alkoholreiches Destillat nennt man Spiritus oder Weingeist.

Je nach dem Rohmaterial, aus welchem das Destillat gewonnen wurde, bietet dasselbe manche Unterschiede dar, da mit dem Alkohol auch noch

manche andere flüchtige Substanzen überdestilliren, welche demselben einen eigenthümlichen Geruch und Geschmack verleihen.

So erzeugt man durch Destillation von Wein den geschätzten Franzbranntwein, Cognac, welcher die wohlriechenden Aether des Weins enthält. Aus der vergohrenen Zuckermelasse erhält man den Rum, dessen aromatischer Bestandtheil Ameisensäure- und Buttersäure-Aethyl-Aether ist. Durch dasselbe Aroma charakterisirt sich auch der Arak, welcher aus gegohrener Reismaische und dem Saft der Dattelpalme dargestellt wird. Aus zerquetschten Pflaumen und Zwetschken erhält man den Zwetschkenbranntwein oder Slibowitz, aus Kirschen und Weichseln den Kirschen- und Weichselgeist.

Diese Branntweinsorten verdanken ihren Geschmack einem Gehalte an Blausäure und Bittermandelöl, von dem Amygdalin der Kerne herstammend. Ausserdem wird aus den verschiedensten Früchten, namentlich Beeren, Branntwein erzeugt.

Die bei Weitem grösste Menge Branntwein wird jedoch aus stärkemehlhaltigen Materialien, Getreide oder Kartoffeln, gewonnen. Man unterscheidet daher Getreide- (Roggen- oder Korn-) und Kartoffelbranntwein, welche fabrikmässig in den Spiritusbrennereien erzeugt werden. Diese

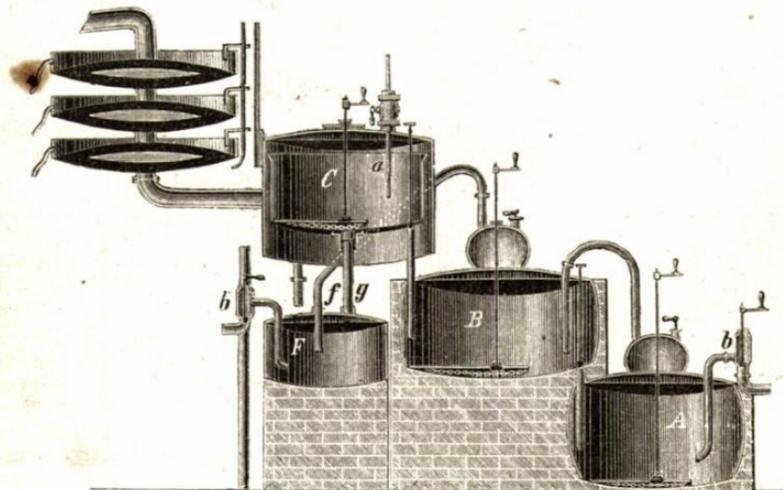


Fig. 8.

Branntweinsorten, namentlich der Kartoffelbranntwein, enthalten eine gewisse Menge Amylalkohol (Fuselöl), welcher dem Branntwein einen unangenehmen Geruch verleiht.

Um aus Getreide (meistens Roggen) eine weingare Maische zu erhalten, bringt man 3 T. Roggenschrot mit 1 T. Malzschrot in den Maischbottich, rührt das ganze mit Wasser von 60° zu einem Teig an, und steigert dann die Temperatur, durch Zusatz von heissem Wasser allmählich auf 75°. Nach vollendeter Zuckerbildung kühlt man die Maische ab und versetzt sie in eine rasche Gährung.

Aus Kartoffeln erhält man weingare Maische, indem man dieselben kocht, zu einem Brei zerreibt und diesen dann mit Malz und warmem Wasser einmaischt. Die erhaltene Maische wird gekühlt und in Gährung versetzt.

Die gegohrene Maische unterwirft man schliesslich der Destillation. In den Spiritusbrennereien wendet man hiezu complicirte Destillirapparate an, welche unter Ersparniss an Brennstoff und Zeit aus der alkoholarmen Maische

unmittelbar ein alkoholreiches Destillat zu erzeugen gestatten und zugleich die Beseitigung des minder flüchtigen Fuselöles vollständiger vermitteln. Ein solcher Apparat ist der in den meisten Brennereien in Verwendung stehende Pistorius-Apparat, Fig. 8. Er besteht aus der Brennblase *A*, der Maischblase *B*, dem Rectificator *C* mit der Lutterblase *F* und dem Vorwärmer *a*, dem Dephlegmator *G* und dem Kühlapparat oder Refrigerator, welcher in der Zeichnung nicht mehr aufgenommen ist.

Die im Vorwärmer durch die latente Wärme der Alkoholdämpfe angewärmte Maische gelangt zuerst in die Maischblase und von hier in die Brennblase. In diese wird bei *b* Wasserdampf eingeleitet, wodurch die Maische zum Sieden kommt; Alkoholdämpfe mit Wasserdämpfen gemischt strömen durch die Maischblase. Hier verdichtet sich ein Theil des Wasserdampfes und durch die hiebei freiwerdende Wärme wird wiederum Alkohol verflüchtigt. Das Dampfgemisch kommt dann in den Rectificator, in welchem sich Wasserdampf, aber auch etwas Alkohol verdichtet und sich als Lutter in der Lutterblase ansammelt. Durch die nachströmenden Dämpfe wird aber wieder vorzugsweise der Alkohol verflüchtigt, so werden die Dämpfe immer alkoholreicher und gelangen endlich in den Dephlegmator, in welchem sie durch den Beckenapparat aufsteigend successive gekühlt werden. Hiedurch wird das Wasser allmählig verdichtet und sammelt sich mit etwas Alkohol in der Lutterblase. Das Flüchtigste, fast reiner Alkoholdampf, gelangt endlich in den Kühlapparat und wird vollständig condensirt. Die in der Brennblase zurückbleibende Schlempe wird als Viehfutter verwendet.

Bei vollkommen eingerichteten Apparaten gewinnt man auf diese Weise einen sehr hochgradigen (80—90%igen) und meist fuselfreien Spiritus. Ist dieses nicht der Fall so wird er durch eine nochmalige Rectification concentrirt, und indem man die Dämpfe durch gut ausgeglühte Holzkohle streichen lässt, entfuselt.

Liqueure nennt man mit Zucker oder Glycerin versüßte und mit aromatischen Stoffen gewürzte Brantweinsorten.

Essig.

Ueberläßt man eine geistig gegohrene Flüssigkeit, Wein, Obstwein u. dgl. unter Zusatz eines Essigfermentes oder schon fertigen Essigs in offenen Gefäßen bei einer etwas höheren Temperatur der oxydirenden Einwirkung der Luft, so bildet sich allmählig Essig. Diese Art der Essigerzeugung geht aber nur langsam vor sich.

Rascher erhält man Essig durch die sogenannte Schnell-Essigfabrikation. Dieses Verfahren besteht darin, dass man mit Wasser verdünnten und mit Essig versetzten Alkohol (das Essiggut) tropfenweise über Hobelspähne fließen lässt, zwischen welchen ein beständiger Luftzug herrscht. Hiezu bedient man sich der sogenannten Essigständer, deren Einrichtung aus Fig. 9 hervorgeht. Es sind grosse Bottiche *AB*, an deren Umkreis, etwa 25 Centimeter über dem Boden, sich 6—8 Zuglöcher *C* befinden. Unmittelbar unter den Zuglöchern befindet sich ein durchlöcherter Boden *B*. Ungefähr 20 Centimeter vom oberen Rande des Bottichs ist ein zweiter siebartig durchlöcherter Boden *D* eingelegt, in welchem sich 4 weite Röhren befinden, um der durchstreichenden Luft einen Ausweg zu geben. Oben wird der Bottich mit einem gut schliessenden Deckel ver-

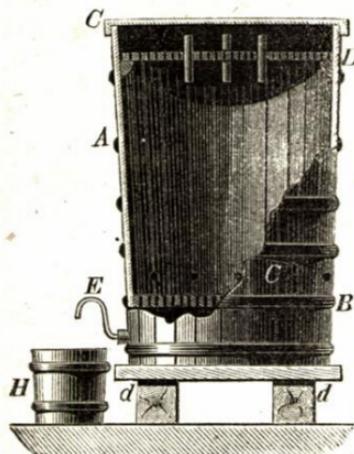


Fig. 9.

sehen, in dessen Mitte sich eine mit einem Schieber verschliessbare Oeffnung befindet. Der Raum zwischen den beiden Siebböden wird mit Hobelspähen aus Buchenholz angefüllt, die mit Essig getränkt werden. Das Essigut, ein Gemenge von 1 Theil Alkohol, 2 Theilen fertigem Essig und 10 Theilen Wasser, lässt man durch den oberen Siebboden langsam über die Hobelspähe fliessen, wo es durch die beständig durchstreichende Luft oxydirt wird. Die Luft-circulation kann durch den Schieber im Deckel regulirt werden. Der am Boden sich ansammelnde Essig fliesst durch ein heberförmiges Rohr ab. Gewöhnlich ist es nöthig, das Aufgiessen zwei bis dreimal zu wiederholen, um den Essig fertig zu machen.

Brot.

Die Brotbäckerei beruht auf der Alkoholgährung und beim Sauerteigbrot auch auf der sauren Gährung. Das Mehl wird mit Wasser zu einem Teig angemacht und diesem bei der Darstellung von Weissbrot Hefe, bei der Darstellung von Schwarzbrot Sauerteig, d. i. in geistiger und theilweise in saurer Gährung begriffener Teig, zugesetzt. Dadurch wird ein Theil des Stärkemehls in Traubenzucker und dieser in Alkohol und Kohlensäure verwandelt. Der Alkohol entweicht, während die Kohlensäure aus dem klebrigen Theile nicht leicht entweichen kann, sich zu grösseren Blasen sammelt und so das Aufgehen des Teiges bewirkt, welches im Ofen noch weiter erfolgt, bis durch die Hitze die Gährung unterdrückt wird.

Weizenbrot ist reicher an Stärkemehl und ärmer an Kleber, daher leichter verdaulich, aber weniger nahrhaft als das Roggenbrot.

IV. Gruppe der Glycoside.

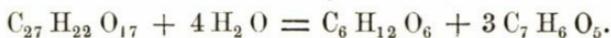
Glycoside nennt man eine Gruppe organischer, im Pflanzenreiche sehr verbreiteter Verbindungen, welche die gemeinsame Eigenschaft besitzen, bei der Einwirkung von Säuren, Alkalien oder Fermenten, gewöhnlich unter Aufnahme von Wasser, sich in gährungsfähigen Zucker, meistens Traubenzucker, und andere Producte zu spalten, unter welchen man Säuren, Aldehyde, Alkohole etc. findet. Diese gehören meist in die Gruppe der aromatischen Substanzen, zu welchen die Glycoside in naher Beziehung stehen. Sie bilden somit einen natürlichen Uebergang von den Kohlenhydraten zu den aromatischen Substanzen.

Sie sind theils stickstofffrei, theils stickstoffhaltig und sind als Aether von Zuckerarten oder ähnlichen Stoffen zu betrachten. Von den zahlreichen Glycosiden erwähnen wir folgende:

Tannin oder **Gerbsäure**, **Galläpfelgerbsäure**, $C_{27}H_{22}O_{17}$, findet sich in den Galläpfeln, in der Eichenrinde, in den Knoppeln und im Sumach. Man erhält es aus den Galläpfeln, indem man dieselben gepulvert in einen sogenannten Verdrängungsapparat (einen länglichen verschliessbaren Trichter, der unten mit Baumwolle verstopft ist), bringt und wasserhältigen Aether durchlaufen lässt. Das Wasser löst das Tannin, der Aether andere Substanzen; beide Lösungen trennen sich

beim ruhigen Stehen, und die untere wässerige liefert das Tannin beim Verdampfen im Wasserbade als eine schwach gelblich gefärbte, zerreibliche Masse von stark adstringirendem Geschmack.

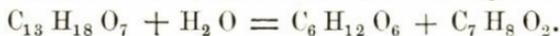
Das Tannin ist in Wasser und Alkohol leicht löslich. Die Lösung gibt mit Ferridsalzen einen schwarzblauen Niederschlag von Ferrid-tannat, während es auf Ferrosalze nicht einwirkt. Das Tannin fällt ferner Brechweinstein, fast alle Alkaloide, Eiweisskörper und Leim. Legt man ein Stückchen Haut in eine Tanninlösung, so wird alles Tannin von derselben aufgenommen und diese in Leder verwandelt. In wässriger Lösung bei Gegenwart eines Fermentes oder beim Kochen mit Schwefelsäure zerfällt es unter Wasseraufnahme in Traubenzucker und Gallussäure:



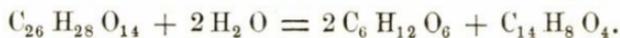
Das Tannin dient als Arzneimittel; in Form von gerbstoffhaltigen Rohstoffen benützt man es zum Schwarzfärben, zur Bereitung der Tinte und zum Gerben der Häute in der Lohgerberei.

Es gibt ausser der Galläpfelgerbsäure noch verschiedene andere Gerbsäuren, die sich in fast allen Pflanzen vorfinden, besonders in den Rinden der Bäume, und die sich alle dadurch auszeichnen, dass sie sauer reagiren, einen zusammenziehenden Geschmack besitzen, mit Leim und der thierischen Haut unlösliche Verbindungen eingehen, welche der Fäulniss widerstehen. Mit Ferridsalzen geben sie theils schwarzblaue, theils grüne Niederschläge.

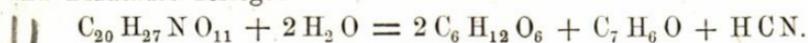
Salicin, $C_{13}H_{18}O_7$, findet sich in den Rinden der Weiden und Pappeln. Man erhält es, indem man Weidenrinde mit Wasser auskocht die Lösung unter Zusatz von Bleiessig concentrirt, filtrirt, das gelöste Blei mit Schwefelwasserstoff entfernt und hierauf zur Krystallisation eindampft. Das Salicin bildet weisse, glänzende, schuppenförmige Krystalle, von stark bitterem Geschmack, welche sich im heissen Wasser und Alkohol leicht lösen. Von Schwefelsäure wird es mit charakteristisch rother Farbe gelöst. Durch Einwirkung von Emulsin, einem in den Mandeln enthaltenen, eiweissartigen Ferment, zerfällt es unter Wasseraufnahme in Traubenzucker und Saligenin:



Rubierythrin säure, $C_{26}H_{28}O_{14}$, findet sich in der frischen Krappwurzel und wird aus dieser gewonnen, indem man sie mit Wasser auskocht, die Lösung mit Bleiessig fällt und den Niederschlag mit Schwefelwasserstoff behandelt. Durch Alkohol wird die Rubierythrin säure vom Schwefelblei getrennt. Sie bildet gelbe Prismen, welche im kalten Wasser schwer, in kochendem Wasser und Alkohol leicht löslich sind. Durch Fermente sowie durch Kochen mit Säuren oder Alkalien zerfällt sie in Zucker und Alizarin:



Amygdalin, $C_{20}H_{27}NO_{11}$, findet sich in den bitteren Mandeln, in den Kirschen-, Aprikosen- und Pfirsichkernen und in den Blättern und Beeren des Kirschlorbeers. Man erhält das Amygdalin aus den durch Pressen von fettem Oel befreiten bitteren Mandeln durch Ausziehen mit siedendem Alkohol und Fällen mit Aether. Es bildet glänzend weisse Krystalle von schwach bitterem Geschmack, die in Wasser und Alkohol, nicht aber im Aether löslich sind. Durch verdünnte Säuren oder in Berührung mit Wasser und Emulsin, dem in den Mandeln enthaltenen Ferment, wird es in Zucker, Bittermandelöl und Blausäure zerlegt:



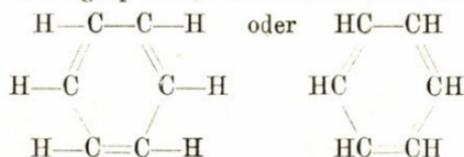
Andere Glycoside sind: Populin in der Rinde der Zitterpappel, Phloridzin in der Wurzel der Obstbäume, Aesculin in der Rinde der Rosskastanie, Quercitrin in der Rinde von *Quercus tinctoria* u. v. a.

V. Gruppe der aromatischen Substanzen.

Unter dem Namen aromatische Substanzen fasst man eine grosse Anzahl organischer Verbindungen zusammen, welche unter einander ähnliche Beziehungen aufweisen, wie die Fettkörper, sich aber von diesen dadurch unterscheiden, dass sie verhältnissmässig reicher an Kohlenstoff und ärmer an Wasserstoff sind. Die Bezeichnung, aromatische Substanzen, rührt davon her, dass viele derselben einen starken, aromatischen Geruch besitzen.

Die einfachste Verbindung dieser Gruppe ist das Benzol, C_6H_6 , ein gesättigter Kohlenwasserstoff, von dem sich alle aromatischen Substanzen ableiten lassen und der zugleich den Zusammenhang der Gruppe mit den Fettkörpern vermittelt, indem er auf sehr einfache Weise aus dem Acetylen dargestellt werden kann. Erhitzt man nämlich Acetylen nahe zur Rothglühhitze, so verwandelt es sich in das polymere Triacetylen oder Benzol: $3C_2H_2 = C_6H_6$.

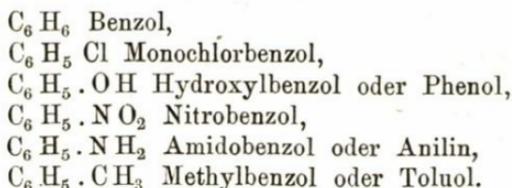
Nachdem im Benzol nur 6 Verbindungseinheiten des Kohlenstoffs durch H oder andere einwerthige Elemente gesättigt werden können, so schliesst man daraus, dass von den 24 Verbindungseinheiten der 6 Atome Kohlenstoff 18 zur gegenseitigen Bindung verbraucht werden, während die übrigen 6 durch H gesättigt werden können. Dieses kann auf folgende Weise graphisch versinnlicht werden:



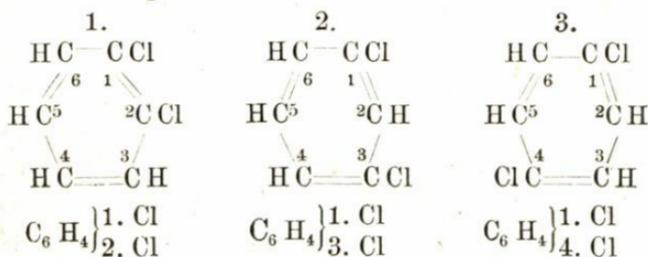
Die Kohlenstoffatome unter sich sind abwechselnd durch je eine und je zwei Verbindungseinheiten vereinigt, in der Weise, dass sie

eine ringförmig geschlossene Kette bilden. Die sechs Verbindungseinheiten dieses Kohlenstoffkerns können nicht nur durch sechs Atome Wasserstoff oder eines anderen einwerthigen Elements, sondern auch durch einwerthige Atomgruppen oder zusammengesetzte Radicale gesättigt werden.

Im Benzol können somit ein oder mehrere Atome H durch andere Elemente oder Radicale vertreten werden, so durch Cl, Br, J, OH, NO₂, NH₂, CH₃ etc. Wird im Benzol ein Atom H vertreten, so erhält man Derivate desselben, wie z. B.:

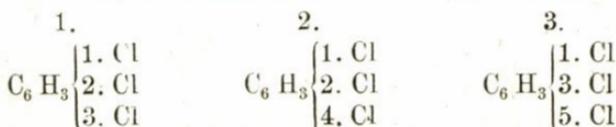


Isomeren. Wird in dem Benzol nur 1 Atom H ersetzt, so ist es gleichgiltig, welches vertreten wird, da alle 6 Wasserstoffatome auf ganz gleiche Weise gebunden sind. Es gibt also nur ein Monochlorbenzol, ein Hydroxylbenzol u. s. w. Werden jedoch zwei Atome H des Benzols ersetzt, so sind dreierlei Fälle möglich, da in Beziehung auf eines dieser Wasserstoffatome die fünf übrigen in drei verschiedenen Stellungen sich befinden. Treten z. B. 2 Atome Cl ein, so hat man folgende drei Fälle:

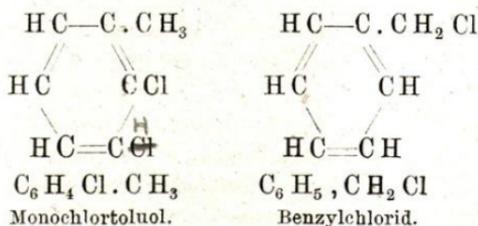


Es sind folglich die beiden eintretenden Cl-Atome entweder 1. nebeneinander gelagert, oder 2. durch ein Atom H getrennt, oder 3. durch 2 Atome H getrennt. Die gleichen Fälle sind auch bei anderen Elementen oder Radicalen möglich. Es gibt also theoretisch drei Dichlorbenzole, drei Dihydroxylbenzole u. s. w. und thatsächlich hat man in vielen Fällen drei derartig isomere Verbindungen dargestellt.

Werden drei Atome H durch drei einwerthige Elemente oder Atomgruppen ersetzt, so können auch wieder drei Isomeren existiren:



Ist im Benzol ein Atom Wasserstoff durch ein Alkoholradical z. B. durch Methyl ersetzt, so kann die Substitution von Cl z. B. sowohl im Benzol (in der Hauptkette) als im Methyl (in der Seitenkette) erfolgen, dann entsteht eine neue Art von Isomeren, z. B.:



1. Benzolgruppe.

Benzol (Benzin, Phenylwasserstoff), C_6H_6 . Das Benzol erhält man durch Synthese aus dem Acetylen, wie oben angegeben; es bildet sich bei der trocknen Destillation vieler organischer Substanzen, namentlich der Steinkohlen, und findet sich deshalb im Steinkohlentheer.

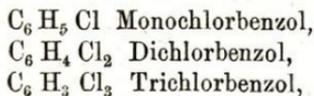
Wird der Steinkohlentheer der Destillation unterworfen, so gehen zunächst beim Erhitzen bis auf 150° die leichten Theeröle, bei höherer Temperatur die schweren Theeröle über. Aus dem leichten Steinkohlentheeröl erhält man das Benzol, wenn man den bei 80° — 90° überdestillirenden Theil auffängt und ihn bis auf -12° abkühlt, wobei sich das Benzol in Krystallen abscheidet. Am reinsten erhält man es durch Destillation von Benzoëssäure mit gebranntem Kalk:

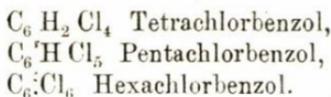


Das Benzol ist eine farblose, leicht bewegliche stark lichtbrechende Flüssigkeit von eigenthümlich ätherischem Geruche, welche bei 82° siedet und bei 0° krystallisirt. Es mischt sich mit Wasser nicht, aber mit Alkohol und Aether, löst J, S, P, ätherische Oele, Harze, Fette, Kautschuk, Guttapercha und verschiedene andere Substanzen. Es wird als wirksamstes Kleiderreinigungsmittel vielfach verwendet.

Derivate des Benzols.

Chlorbenzol. Wenn man Benzol mit Cl behandelt, so erhält man der Reihe nach folgende Substitutionsproducte, die sich durch grosse Beständigkeit auszeichnen:





Hydroxylderivate.

Monohydroxybenzol oder **Phenol** (Carbolsäure, Phenylalkohol), $\text{C}_6\text{H}_5\text{.OH}$, wird erhalten wenn man die bei der Destillation des schweren Steinkohlentheeröls zwischen 150° und 200° überdestillirenden Producte mit concentrirter Kalilauge vermischt, dann Wasser zusetzt, bis sich alles gelöst hat, das auf der Flüssigkeit schwimmende Oel entfernt und die Lösung mit Salzsäure ansäuert. Das Phenol scheidet sich aus, wird gewaschen und über Chlorcalcium destillirt.

Das Phenol krystallisirt in langen weissen Nadeln, welche bei 35° schmelzen und bei 185° sieden. Es ist giftig, hat einen durchdringenden, kresotähnlichen Geruch und einen brennenden, ätzenden Geschmack. löst sich wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Aether. Das gewöhnliche käufliche Phenol zieht an der Luft Wasser an und zerfließt zu einer röthlichen Flüssigkeit.

Der Hydroxylwasserstoff des Phenols verhält sich jenem der Alkohole der Fettkörper sehr ähnlich. Er wird durch Metalle nur schwierig, leichter durch Alkohol- oder Säureradiale vertreten. Er ist jedoch von den wirklichen Alkoholen dadurch unterschieden, dass er bei der Oxydation weder Aldehyd noch eine Säure bildet.

Das Phenol besitzt in hohem Grade die Eigenschaft, die Fäulniß organischer Stoffe zu verhindern und wird deshalb als Conservations- und Desinfectionsmittel, sowie in der Chirurgie zum Verband von Wunden, um die Eiterung zu unterdrücken, verwendet.

Trinitrophenol oder **Pikrinsäure**, $\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3\text{.OH}$. Wird Phenol längere Zeit mit Salpetersäure erwärmt, so werden 3 Atome H des Benzolrestes durch NO_2 ersetzt. Das Trinitrophenol bildet gelbe glänzende Krystalle, welche sich in Wasser schwer, in Alkohol und Aether leicht lösen. Die Lösungen sind gelb, schmecken bitter und röthen Lackmus. Rasch erhitzt, explodirt es heftig. Färbt Wolle und Seide gelb und findet daher in der Färberei Verwendung. Mit Basen bildet es krystallisirbare Verbindungen, welche beim Erhitzen oder durch Schlagen heftig verpuffen.

Durch Einwirkung von Schwefelsäure und Salpetersäure auf Phenol entsteht Phenylbraun, und durch Schwefelsäure und Oxalsäure Corallin, als scharlachrother Farbstoff, welche beide in der Färberei (Phenylfarben) Anwendung finden.

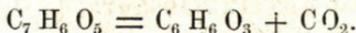
Dihydroxybenzole. Werden im Benzol 2 Atome H durch OH ersetzt, so sind 3 Isomeren möglich, die auch wirklich dargestellt worden sind, nämlich: Ortho-, Meta- und Para-Dihydroxybenzol, oder Hydrochinon, Brenzcatechin, Resorcin.

Hydrochinon, $C_6H_4 \begin{Bmatrix} 1 \cdot OH \\ 2 \cdot OH \end{Bmatrix}$, entsteht aus dem Chinon $C_6H_4O_2$ mittelst H im Entstehungszustand. Es krystallisirt in rhombischen Säulen und ist im Wasser leicht löslich. Durch Oxydation geht es in Chinon $C_6H_4 \begin{Bmatrix} O \\ O \end{Bmatrix}$ über. Dieses wird durch Destillation von China-säure mit Schwefelsäure und Braunstein erhalten. Es bildet goldgelbe Krystalle, die im heissen Wasser leicht löslich sind.

Brenzcatechin, $C_6H_4 \begin{Bmatrix} 1 \cdot OH \\ 3 \cdot OH \end{Bmatrix}$, findet sich in den Destillationsproducten des Holzes und des Gummi Catechu. Bildet weisse Krystalle von angenehmem Geruch und ist in Wasser, Alkohol und Aether leicht löslich. Wird in demselben ein Hydroxylwasserstoff durch CH_3 vertreten, so erhält man das Guajacol, $C_6H_4 \begin{Bmatrix} OCH_3 \\ OH \end{Bmatrix}$, eine farblose Flüssigkeit von aromatischem Geruche, welche ein Bestandtheil des echten Kreosots ist, und auch bei der trocknen Destillation des Guajacharzes auftritt.

Resorcin, $C_6H_4 \begin{Bmatrix} 1 \cdot OH \\ 4 \cdot OH \end{Bmatrix}$, wird als Destillationsproduct verschiedener Harze gewonnen. Krystallisirt in Tafeln, ist in Wasser leicht löslich, wird an der Luft roth.

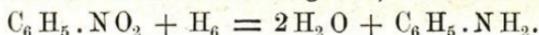
Trihydroxybenzol, Pyrogallussäure, $C_6H_3 \begin{Bmatrix} OH \\ OH \\ OH \end{Bmatrix}$, wird erhalten, wenn man scharf getrocknete Gallussäure mit dem doppelten Gewichte Bimssteinpulver in einer Retorte im Oelbade auf 215° erhitzt, wobei sich dieselbe in Kohlensäure und Pyrogallussäure spaltet:



Die Pyrogallussäure sublimirt in blendend weissen Blättchen, welche bitter schmecken, sich in Wasser und Alkohol leicht lösen und Lackmus nicht röthen. Sie ist luftbeständig, ihre Lösung färbt sich aber an der Luft, namentlich bei Gegenwart von Alkalien, durch Sauerstoffaufnahme rasch braun. Sie ist ein kräftiges Reductionsmittel, reducirt Gold und Silber aus ihren Lösungen, und wird deshalb in der Photographie verwendet.

Nitrobenzol, $C_6H_5NO_2$, wird erhalten durch Vermischen von Benzol mit rauchender Salpetersäure und Zusatz von Wasser, wobei das Nitrobenzol sich als gelbes, nach Bittermandelöl riechendes Oel ausscheidet. Es erstarrt bei 0° und siedet bei 205° , ist in Wasser nicht, wohl aber in Alkohol und Aether löslich. Es wird unter dem Namen künstliches Bittermandelöl oder Mirbanöl statt des Bittermandelöls in der Parfümerie verwendet.

Amidobenzol oder **Anilin**, $C_6H_5.NH_2$. Dieses findet sich schon in geringer Menge im Steinkohlentheer. Man erhält es durch Behandlung von Nitrobenzol mit reducirenden Substanzen, wie Schwefelwasserstoff, Zink mit Salzsäure, Eisenfeile mit Essigsäure, d. h. mit nascirendem H:



Das rohe Anilin oder Anilinöl ist ein Gemenge von Anilin und Toluidin und wird aus dem leichten Steinkohlen-Theeröl (Benzol mit Toluol) gewonnen, indem man dasselbe zuerst mit Salpetersäure nitriert und dann mit Eisenfeile und Essigsäure in ein Gemenge von Anilin und Toluidin überführt.

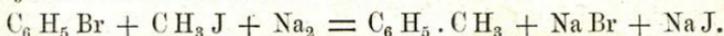
Das Anilin ist eine farblose, ölarartige Flüssigkeit, von 1.03 spec. Gewicht, welche bei 182° siedet. Es löst sich wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Aether. Durch Zusatz einer verdünnten Chlorkalklösung färbt es sich prachtvoll purpur, wird aber dann bald schmutzig-violett. (Empfindliche Reaction auf Anilin.) Das Anilin reagirt nicht alkalisch, bildet aber mit Säuren leicht krystallisirende Salze, und fällt Metalloxyde aus ihren Verbindungen. Es verhält sich wie Ammoniak und

ist die Aminbase des Radicals Phenyl: $\left. \begin{array}{c} C_6H_5 \\ H \\ H \end{array} \right\} N$, Phenylamin.

Methylbenzole. Im Benzol können ein oder mehrere H-Atome durch Methyl ersetzt werden und man erhält folgende mit dem Benzol homologe Verbindungen:

Benzol	C_6H_6
Toluol oder Methylbenzol	$C_6H_5.CH_3 = C_7H_8$
Xylol oder Dimethylbenzol	$C_6H_4 \left\{ \begin{array}{l} CH_3 \\ CH_3 \end{array} \right. = C_8H_{10}$
Cumol oder Trimethylbenzol	$C_6H_3 \left\{ \begin{array}{l} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{array} \right. = C_9H_{12}$
Cymol oder Tetramethylbenzol	$C_6H_2 \left\{ \begin{array}{l} CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \\ CH_3 \end{array} \right. = C_{10}H_{14}$

Toluol, $C_6H_5.CH_3 = C_7H_8$, findet sich neben Benzol im leichten Steinkohlen-Theeröl, und wird daraus gewonnen, wenn man die über 100° destillirenden Producte auffängt und rectificirt. Synthetisch erhält man es, indem man auf ein Gemisch von Monobrombenzol und Methyljodid Natrium einwirken lässt:



Wendet man bei dieser Reaction Aethyljodid an, so erhält man Aethylbenzol $C_6H_5.C_2H_5$, nimmt man aber Dibrombenzol und Methyljodid, so entsteht Dimethylbenzol u. s. w.

Das Toluol ist eine dem Benzol ähnliche Flüssigkeit, welche bei 111° siedet und bei -20° noch nicht erstarrt. Durch Oxydation geht es in Benzoësäure über. Durch Einwirkung von Chlor auf Toluol in der Kälte erhält man **Monochlortoluol**, $C_6H_4Cl.CH_3$, eine bei 170° siedende Flüssigkeit, in der sich das Cl durch Reagentien nicht nachweisen lässt.

Cressol, $C_6H_4.OH.CH_3$ verhält sich zum Toluol, sowie sich Phenol zum Benzol verhält, und findet sich neben Phenol im schweren Steinkohlentheeröl, aus welchem es durch fractionirte Destillation erhalten wird. Es siedet bei 200° und verhält sich im Uebrigen wie das Phenol.

Kreosol, $C_6H_3 \begin{cases} CH_3 \\ OCH_3 \\ OH \end{cases}$, ist der Methyläther des **Dihydroxytoluol**, $C_6H_3 \begin{cases} CH_3 \\ OH \\ OH \end{cases}$, und findet sich neben Guajacol im Buchenholztheerkreosot. Es ist wie das Guajacol eine ölige Flüssigkeit.

Kreosot, ein Gemenge von Guajacol und Kreosol, wird aus dem Buchenholztheer, ähnlich wie Phenol aus dem Steinkohlentheer, gewonnen. Farblose, ölige Flüssigkeit von unangenehmem Rauchgeruch, siedet bei 203° , ist giftig, coagulirt Eiweiss, gibt mit den meisten Metallsalzen Niederschläge, und wirkt wie das Phenol conservirend. (Räuchern des Fleisches.)

Nitrotoluol, $C_7H_7.NO_2$, und **Amidotoluol** oder **Toluidin**, $C_7H_7.NH_2$ entstehen in analoger Weise, wie Nitrobenzol und Anilin, und haben ähnliche Eigenschaften. Toluidin findet sich neben Anilin im rohen Anilin oder Anilinöl.

Anilinfarben. Aus dem Anilinöl bereitet man eine Reihe der prachtvollsten Farben, von denen die wichtigsten sind:

Anilinroth ist die Verbindung von Rosanilin $C_{20}H_{19}N_3$ mit einer Säure. Rosanilin entsteht durch Oxydation eines Gemenges von Anilin und Toluidin:



Rohes Anilin wird mit einer syrupdicken Lösung von Arsensäure mehrere Stunden auf 160° bis 180° erhitzt, die gebildete schwarzrothe Masse wird dann mit Wasser ausgekocht, die Lösung mit Kochsalz versetzt, und der abgeschiedene Farbstoff im Alkohol gelöst und durch Abdampfen zur Krystallisation gebracht. Dieser so dargestellte Farbstoff ist chlorwasserstoffsäures Rosanilin oder Fuchsin, das essigsäure heisst Roseïn, das salpetersäure Azaleïn, u. s. w.

Anilinroth bildet grüne, metallisch glänzende Krystalle, welche sich in Alkohol mit prachtvoll rother Farbe auflösen.

Aus dem Anilinroth kann das Rosanilin durch Ammoniak abgeschieden werden; es ist farblos und krystallisirbar, färbt sich aber schon an der Luft durch Kohlensäureaufnahme roth.

Anilinviolett ist Triäthylrosanilin, $C_{20}H_{16}(C_2H_5)_3N_3$, und wird durch Erhitzen von Rosanilin mit Aethyljodid auf 100° in verschlossenen Apparaten dargestellt.

Anilinblau, Triphenylrosanilin, $C_{20}H_{16}(C_6H_5)_3N_3$, erhält man durch Erhitzen von Rosanilin mit Anilin.

Aniligrün und Anilingelb werden als Nebenproducte bei der Darstellung der vorausgehenden Farben erhalten.

Anilinbraun entsteht beim Erhitzen von Anilinviolett mit chlorwasserstoffsauerm Anilin, und durch Behandlung von chlorwasserstoffsauerm Anilin mit Kaliumchlorat und Kupferchlorid erhält man Anilinschwarz.

Benzylverbindungen.

Finden die Veränderungen des Toluol im Methyl, d. i. in der Seitenkette statt, so entsteht eine Gruppe von Verbindungen, welche man Benzylverbindungen nennt und worin die Atomgruppe $C_6H_5 \cdot CH_2 = C_7H_7$ als Alkoholradical (Benzyl) auftritt.

Benzylchlorid, $C_6H_5 \cdot CH_2Cl = C_7H_7Cl$, entsteht, wenn man Chlorgas in siedendes Toluol einleitet, und ist eine bei 175° siedende Flüssigkeit, welche mit Monochlortoluol isomer ist.

Benzylalkohol, $C_6H_5 \cdot CH_2OH = C_7H_8O$, wird erhalten, wenn man Benzylchlorid mit einer alkoholischen Lösung von Aetzkali behandelt:

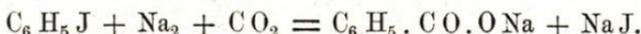


Farblose, ölige, angenehm riechende Flüssigkeit, welche bei 206° siedet. Der Benzylalkohol verhält sich wie ein Alkohol der Fettkörper, denn er geht bei der Oxydation in Aldehyd und Säure über.

Benzaldehyd, Bittermandelöl, $C_6H_5 \cdot COH = C_7H_6O$, entsteht bei der Oxydation des Benzylalkohols durch Salpetersäure, und bei der Zersetzung des Amygdalins. Man stellt es gewöhnlich durch Destillation der vom fetten Oele befreiten bittern Mandeln mit Wasser dar. Das Destillat enthält stets Blausäure und muss deshalb mit Eisenchlorid und Kalk geschüttelt und dann rectificirt werden. Das Bittermandelöl ist eine schwach gelbliche, ölige Flüssigkeit, von angenehmem Geruch, siedet bei 180° , löst sich schwer im Wasser, leicht in Alkohol und Aether. An der Luft oder durch Oxydationsmittel verwandelt es sich in Benzoësäure.

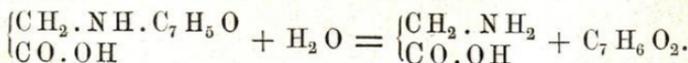
Benzoësäure, $C_6H_5 \cdot COOH = C_7H_6O_2$, findet sich im Benzoëharz und einigen anderen Harzen; sie entsteht bei der Oxydation von Benzylalkohol, Bittermandelöl, Toluol und aller vom Benzol sich ableitenden Kohlenwasserstoffe, welche nur ein Alkoholradical enthalten.

Synthetisch entsteht Benzoësäure, wenn man zu Monjoodbenzol Natrium fügt und Kohlensäure einleitet:



Man stellt Benzoësäure aus dem Benzoëharz dar, indem man dasselbe unter mässigem Erhitzen sublimirt, oder mit Kalkmilch kocht, filtrirt, die Lösung von Calciumbenzoat eindampft und mit Salzsäure zersetzt, wodurch Benzoësäure ausgeschieden wird. Auch aus dem Harn der Pflanzenfresser, in welchem sich Hippursäure findet, stellt man die Benzoësäure dar, indem man den Harn mit Salzsäure kocht und erkalten lässt, wobei die Benzoësäure auskrystallisirt.

Die **Hippursäure**, $C_9H_9NO_3$, ist Glycolaminsäure $\left\{ \begin{array}{l} CH_2 \cdot NH_2 \\ CO \cdot OH \end{array} \right.$, worin 1 Atom H durch das Radical Benzoyl, C_7H_5O , vertreten ist: $\left\{ \begin{array}{l} CH_2 \cdot NH \cdot C_7H_5O \\ CO \cdot OH \end{array} \right.$. Mit Säuren oder Alkalien gekocht nimmt die Hippursäure Wasser auf und zerfällt in Glycolaminsäure und Benzoësäure:



Die Benzoësäure krystallirt in Nadeln oder Blättchen, hat einen vanilleartigen Geruch, schmilzt bei 120° und siedet bei 250° . Löst sich schwer im kalten, leicht im warmen Wasser, Alkohol und Aether. Mit überschüssigem Kalk destillirt gibt sie Benzol.

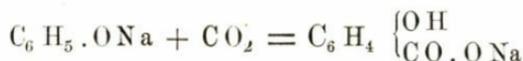
Salicylverbindungen.

Wird in den Benzylverbindungen 1 Atom H des Benzolrestes durch OH ersetzt, so entstehen die Salicylverbindungen. Sie leiten sich also vom Phenol auf dieselbe Weise ab, wie die Benzylverbindungen vom Benzol.

Hydroxylbenzylalkohol oder **Saligenin**, $C_6H_4 \left\{ \begin{array}{l} CH_2 \cdot OH \\ OH \end{array} \right. = C_7H_8O_2$, bildet sich bei der Zersetzung des Salicins durch Einwirkung von Emulsin. Perlmutterglänzende Blättchen, die bei 82° schmelzen, bei 100° sublimiren. Durch Oxydation verwandelt sich das Saligenin in Salicylaldehyd und Salicylsäure.

Salicylaldehyd, $C_6H_4 \begin{matrix} \text{COH} \\ \text{OH} \end{matrix} = C_7H_6O_2$ (Spiräaöl), bildet sich bei der Oxydation des Salicins oder Saligenins durch Chromsäure, und findet sich in den Blüten der Spiräa ulmaria. Siedet bei 196° und verwandelt sich durch nascirenden H in Saligenin.

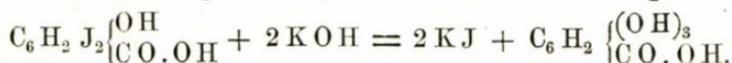
Salicylsäure, Hydroxybenzoësäure, $C_6H_4 \begin{matrix} \text{OH} \\ \text{CO.OH} \end{matrix} = C_7H_6O_3$, findet sich neben ihrem Aldehyd in den Blüten der Spiräa ulmaria, Salicylsäure Methyläther ist ein Bestandtheil des Wintergrün- oder Gaultheria-Oels. Salicylsäure entsteht beim Schmelzen des Salicins, Indigos mit Kaliumhydroxyd und durch Oxydation des Salicylaldehyds. Auf synthetischem Wege entsteht sie, wenn man Natrium in Phenol einträgt und Kohlensäure unter Erhitzen auf 220° darüberleitet:



Die letztere Art ist auch die Darstellungsweise im Grossen. Das Natriumsalicylat wird mit Salzsäure zersetzt, und die ausgeschiedene Salicylsäure durch Umkrystallisiren gereinigt.

Die Salicylsäure krystallisirt in farblosen Prismen, welche in kaltem Wasser schwer, in heissem aber leicht löslich sind. Mit überschüssigem Kalk destillirt, zerfällt sie in Phenol und Kohlensäure. Mit nascirendem H verwandelt sie sich in den Aldehyd. Sie wirkt in ausgesprochenem Grade antiseptisch, verhindert Gährungs- und Fäulnisprocesse, tödtet Pilze und Infectionskeime, ist nicht giftig und wird daher äusserlich und innerlich als antiseptisches Medicament und als Desinfectionsmittel angewendet.

Gallussäure, $C_6H_2 \begin{matrix} (\text{OH})_3 \\ \text{CO.OH} \end{matrix} = C_7H_6O_5$. Die Bildung dieser Säure aus Tannin wurde schon früher erwähnt. Sie bildet sich ferner, wenn man Dijodsalicylsäure, welche beim Kochen von Salicylsäure mit alkoholischer Jodlösung entsteht, mit concentrirter Kalilauge kocht:

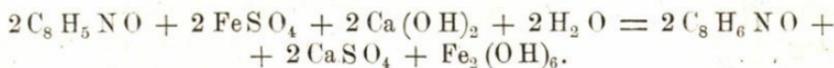


Die Gallussäure bildet farblose, seidenglänzende Nadeln, die sich im Wasser schwer, in Alkohol leicht lösen. Sie färbt Ferridsalze dunkelblau, fällt aber Leimlösungen nicht. Beim Erhitzen zerfällt sie in Pyrogallussäure und Kohlensäure. Sie reducirt Gold- und Silbersalze und findet deshalb in der Photographie Verwendung.

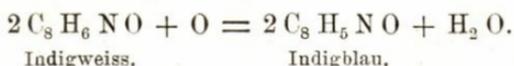
Indigogruppe.

Zu den Derivaten des Benzols rechnet man auch den Indigo und seine Abkömmlinge.

Indigweiss, C_8H_6NO , wird dargestellt, indem man 1 Th. feingepulverten Indigo mit 2 Th. Eisenvitriol, 3 Th. Aetzkalk und 500 Th. lauwarmem Wasser zusammenbringt und das Ganze in einer verschlossenen Flasche stehen lässt (Indigküpe). In der überstehenden gelblichen Flüssigkeit ist Indigweiss gelöst. Durch den Eisenvitriol findet eine Reduction statt, das im Indigo enthaltene Indigblau verwandelt sich durch Aufnahme von H in Indigweiss:



Aus der Lösung fällt das Indigweiss auf Zusatz von Salzsäure heraus. Es ist unlöslich in Wasser, aber löslich in Alkohol, Aether und Alkalien. Seine Lösungen scheiden in Berührung mit Luft einen flockigen dunkelblauen Niederschlag von Indigblau ab, welches durch Oxydation des Indigweiss entsteht:



Indigblau, Indigotin, C_8H_5NO , bildet den färbenden Bestandtheil des Indigo. Man erhält es durch Oxydation des Indigweiss oder durch Sublimation des käuflichen Indigo. Das Indigblau bildet eine dunkelblaue Masse oder kupferglänzende Krystallblättchen. Ist unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, löslich in rauchender Schwefelsäure, wird von Chlor gebleicht, von Salpetersäure gelb gefärbt. In Gegenwart reducirender Substanzen löst es sich unter Aufnahme von H, sich in Indigweiss verwandelnd, in alkalischen Flüssigkeiten auf.

Solche Lösungen von Indigweiss in alkalischen Flüssigkeiten nennt man Indigküpen, und verwendet sie zum Färben. Taucht man die zu färbenden Zeuge in eine Indigküpe und hängt sie dann in die Luft, so geht das Indigweiss in Indigblau über, welches sich unlöslich in den Fasern des Gewebes niederschlägt und dasselbe dauernd blau färbt.

Der Indigo des Handels enthält Indigblau, gemengt mit Indigbraun, Indigroth und Indigleim. Man gewinnt ihn aus Indigofera-Arten, in denen Indigblau nicht fertig gebildet, sondern als Glycosid, Indican $C_{26}H_{31}NO_{17}$, enthalten ist. Dieses spaltet sich durch Gährung in Indigblau und eine eigenthümliche Zuckerart, das Indigglycin.

Indigo löst sich in rauchender Schwefelsäure zu einer schön dunkelblauen Flüssigkeit auf, welche unter dem Namen Indigolösung, Indigocomposition in der Färberei Verwendung hat. Sie enthält zwei eigenthümliche Säuren, Indigoschwefelsäure und Phönicinsäure; bei Ueberschuss an Schwefelsäure bildet sich überwiegend die erstere. Das Kaliumsalz dieser Säure, welches durch Neutralisation derselben mit Kaliumcarbonat erhalten wird, findet als Indigcarmin ebenfalls in der Färberei Verwendung.

Isatin, $C_8H_5NO_2$, entsteht bei der Oxydation des Indigblau mit Salpetersäure, und krystallisirt in grossen bräunlichgelben Prismen. Mit Aetzkali destillirt geht es in Anilin über:



Indol, C_8H_7N . Diese Verbindung stellt man dar, indem man Indigblau mit Zinn und Salzsäure reducirt, bis sich ein gelber Körper gebildet hat, welcher, mit Zinkstaub und Wasser erhitzt, in Indol übergeht. Es ist ein krystallinischer, unangenehm riechender Körper, der unzersetzt sublimirt. Das Indol wird als die Muttersubstanz der Indigoderivate angesehen.

2. Zimmtgruppe.

Die Grundlage dieser Verbindungen ist das **Styrol** oder **Cinamol**, C_8H_8 , ein Kohlenwasserstoff, welcher im flüssigen Storax enthalten ist und daraus durch Destillation mit Wasser erhalten wird.

Durch Synthese erhält man Styrol neben Benzol, wenn man Acetylen einer hohen Temperatur aussetzt: $4C_2H_2 = C_8H_8$.

Es ist eine farblose, stark lichtbrechende Flüssigkeit, welche bei 146° siedet und einen dem Benzol ähnlichen Geruch besitzt. Durch Oxydation geht es in Benzoësäure über. Deshalb kann man das Styrol als Benzol ansehen, in welchem 1 Atom H durch die Gruppe C_2H_3 ersetzt ist: $C_6H_5.C_2H_3$.

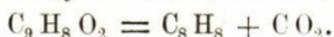
Zimmtalkohol, $C_9H_{10}O = C_8H_7.CH_2OH$. Der Zimmtsäureäther dieses Alkohols $\left. \begin{matrix} C_9H_9 \\ C_9H_7O \end{matrix} \right\} O$, das **Styracain**, eine krystallinische Substanz, findet sich im flüssigen Storax und im Perubalsam. Durch Kochen mit concentrirter Kalilauge wird dieser Aether zerlegt und man erhält den Alkohol. Er bildet farblose, seidenglänzende Nadeln, schmilzt bei 33° , siedet bei 250° und besitzt einen angenehmen Geruch nach Hyacinthen.

Zimmtaldehyd, $C_9H_8O = C_8H_7.CO.H$, bildet den Hauptbestandtheil des Zimmtöls. Gelbliches Oel von starkem Zimmtgeruch, siedet bei 220° , nimmt an der Luft Sauerstoff auf und geht in Zimmtsäure über.

Zimmtsäure, $C_9H_8O_2 = C_8H_7.CO.OH$, kommt im flüssigen Storax, im Perubalsam und in einigen Sorten Benzoëharz vor. Durch Synthese wird sie erhalten, wenn man Acetylchlorid mit Bittermandelöl erhitzt:



Die Zimmtsäure ist der Benzoësäure sehr ähnlich, krystallisirt in farblosen Säulen und sublimirt beim Erhitzen. Mit Aetzbaryst destillirt, zerfällt sie in Styrol und Kohlensäure:

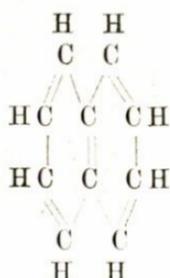


Diese Verbindungen stehen zum Styrol in derselben Beziehung wie die Benzylverbindungen zum Benzol.

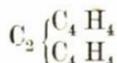
3. Naphtalingruppe.

Naphtalin, $C_{10} H_8$, bildet sich bei der trocknen Destillation organischer Substanzen, namentlich der Steinkohlen. Es findet sich im schweren Steinkohlentheeröl und wird daraus durch fractionirte Destillation gewonnen. Es bildet weisse, glänzende Blätter von eigenenthümlichem Geruch und brennendem Geschmack. Schmilzt bei 79° und siedet bei 218° , ist im Wasser unlöslich, löst sich aber leicht in Alkohol und Aether.

Nach den meisten Reactionen, die man am Naphtalin vornimmt, ist es als Benzol zu betrachten, in welchem 2 Atome H durch die zweiwerthige Gruppe $C_4 H_4$ ersetzt sind: $C_6 H_4 \cdot C_4 H_4$, oder nach der aufgelösten Formel:



Aus dieser Formel ersieht man, dass das Naphtalin aus zwei Benzolgruppen besteht, welche zwei Kohlenstoffatome gemeinschaftlich haben, daher man seine Zusammensetzung durch die Formel:

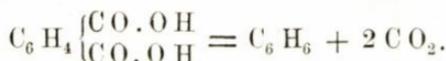


ausdrücken kann.

Durch Vertretung dieser H-Atome kann eine Anzahl Substitutionsproducte dargestellt werden. Durch Einwirkung von Cl können allmählig alle H-Atome durch Cl ersetzt werden. Durch Einwirkung von concentrirter Salpetersäure entstehen Nitroderivate. Aus dem Nitronaphtalin $C_{10} H_7 N O_2$ erhält man durch reducirende Mittel das Naphthylamin, $C_{10} H_7 N H_2$, aus welchem man, ähnlich wie aus Anilin, eine Reihe schöner Farbstoffe darstellt (Naphtalinfarben), wie Naphtalinroth, Naphtylcarmin, Naphtylblau,

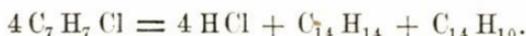
Naphtalingelb, Martiusgelb u. s. w. Bei längerem Kochen zerfällt das Naphtalin in Oxalsäure und Phtalsäure $C_6H_4 \begin{cases} CO.OH \\ CO.OH \end{cases}$.

Wird Phtalsäure mit Kalk destillirt, so zerfällt sie in Benzol und Kohlensäure:



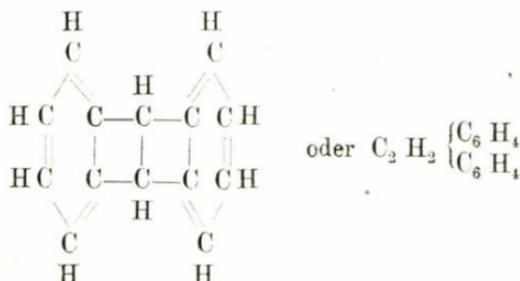
4. Anthracengruppe.

Anthracen, $C_{14}H_{10}$, findet sich im schweren Steinkohlentheeröl und wird aus demselben gewonnen, wenn man die über 300° abdestillirenden Producte durch Umkrystallisiren aus Alkohol reinigt. Künstlich erhält man es neben $C_{14}H_{14}$ (Dibenzyl) durch Erhitzen von Benzylehlorid mit Wasser in verschlossenen Gefässen auf 190° :



Das Anthracen bildet weisse, glänzende Krystallschuppen, schmilzt bei 213° und siedet über 300° . In Alkohol ist es schwer, in Aether und Benzol leicht löslich. Beim Kochen mit Salpetersäure geht es in **Anthrachinon**, $C_{14}H_8O_2$, über.

Gewissen Reactionen zufolge besteht das Anthracen aus zwei Benzolresten, C_6H_4 , welche durch C_2H_2 zusammengehalten werden, wie dies in der aufgelösten Formel zu ersehen ist:



Alizarin, $C_{14}H_8O_4 = C_{14}H_6(OH)_2O_2$. In der frischen Krappwurzel findet sich das Glycosid des Alizarins, die Rubierythrin-säure, welche unter Einwirkung von Ferment, welches im Krapp enthalten ist, oder durch Kochen mit Säuren oder Alkalien, in Alizarin und Zucker zerfällt, wie dies schon früher gezeigt wurde. Künstlich stellt man das Alizarin aus dem Anthrachinon dar. Wird dieses mit Br in verschlossenen Gefässen auf 100° erhitzt, so entsteht Dibromanthrachinon.

Wird dasselbe mit concentrirter Kalilauge auf $180-260^\circ$ erhitzt, so nimmt die Masse eine dunkelblaue Farbe an und löst sich dann

im Wasser mit violetter Farbe auf. Auf Zusatz einer Säure scheidet sich aus dieser Lösung Alizarin in gelbrothen Flocken ab:



Das Alizarin bildet rothgelbe Krystallnadeln, welche sich im kochenden Wasser, Alkohol und Aether lösen. In Alkalien löst es sich mit Purpurfarbe auf, die Lösung gibt mit Alaun einen schönen rothen Niederschlag (Krapplack). Von concentrirter Schwefelsäure wird es mit blutrother Färbung gelöst.

Das Purpurin $C_{14}H_8O_6 = C_{14}H_5(OH)_3O_2$, ebenfalls ein rother Farbstoff, bildet sich in der Krappwurzel beim längeren Liegen derselben neben Alizarin.

Alizarin und Purpurin werden durch reducirende Agentien in Anthracen umgewandelt.

VI. Gruppe der ätherischen Oele, Campherarten und Harze.

1. Aetherische Oele.

Unter dieser generellen Bezeichnung begreift man eine grosse Anzahl meist flüssiger, zum Theil aber auch fester, im Pflanzenreiche sehr verbreiteter organischer Stoffe, welche flüchtig sind, und sich durch einen charakteristischen Geruch auszeichnen. Sie finden sich meistens in den Samen, Blüten, Stengeln und Blättern, seltener in den Wurzeln und stets nur in geringer Menge.

Gewinnung. Man gewinnt die ätherischen Oele theils durch Auspressen der betreffenden Pflanzentheile (Citronen-, Pomeranzen- und Bergamottöl), theils durch Extraction derselben mit geeigneten Lösungsmitteln, meistens aber durch Destillation mit Wasser. Zu diesem Zwecke bringt man die ölreichen Pflanzentheile in Destillirblasen mit doppeltem Boden und destillirt sie mit Wasser. Obgleich der Siedepunkt der ätherischen Oele ohne Ausnahme über 100° liegt, so werden sie doch mechanisch mit den Wasserdämpfen übergeführt und verdichten sich mit diesen im Kühlapparat. Das Oel scheidet sich als specifisch leichtere Schicht an der Oberfläche des Destillates ab, welches man in einer sogenannten Florentiner Vorlage Fig. 10 auffängt.

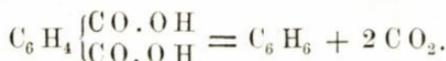


Fig. 10.

Diese ist eine Flasche mit engem Halse, in welchem sich die Oelschicht ansammelt, während das geringe Mengen von Oel enthaltende Wasser (schlechtweg Wasser genannt, z. B. Rosenwasser) durch die seitlich angebrachte Röhre beständig abfließt.

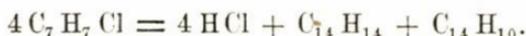
Naphtalingelb, Martiusgelb u. s. w. Bei längerem Kochen zerfällt das Naphtalin in Oxalsäure und Phtalsäure $C_6H_4 \begin{cases} CO.OH \\ CO.OH \end{cases}$.

Wird Phtalsäure mit Kalk destillirt, so zerfällt sie in Benzol und Kohlensäure:



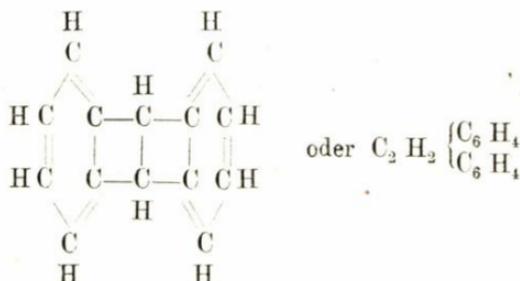
4. Anthracengruppe.

Anthracen, $C_{14}H_{10}$, findet sich im schweren Steinkohlentheeröl und wird aus demselben gewonnen, wenn man die über 300° abdestillirenden Producte durch Umkrystallisiren aus Alkohol reinigt. Künstlich erhält man es neben $C_{14}H_{14}$ (Dibenzyl) durch Erhitzen von Benzylehlorid mit Wasser in verschlossenen Gefässen auf 190° :



Das Anthracen bildet weisse, glänzende Krystallschuppen, schmilzt bei 213° und siedet über 300° . In Alkohol ist es schwer, in Aether und Benzol leicht löslich. Beim Kochen mit Salpetersäure geht es in **Anthrachinon**, $C_{14}H_8O_2$, über.

Gewissen Reactionen zufolge besteht das Anthracen aus zwei Benzolresten, C_6H_4 , welche durch C_2H_2 zusammengehalten werden, wie dies in der aufgelösten Formel zu ersehen ist:



Alizarin, $C_{14}H_8O_4 = C_{14}H_6(OH)_2O_2$. In der frischen Krappwurzel findet sich das Glycosid des Alizarins, die Rubierythrin-säure, welche unter Einwirkung von Ferment, welches im Krapp enthalten ist, oder durch Kochen mit Säuren oder Alkalien, in Alizarin und Zucker zerfällt, wie dies schon früher gezeigt wurde. Künstlich stellt man das Alizarin aus dem Anthrachinon dar. Wird dieses mit Br in verschlossenen Gefässen auf 100° erhitzt, so entsteht Dibromanthrachinon.

Wird dasselbe mit concentrirter Kalilauge auf $180-260^\circ$ erhitzt, so nimmt die Masse eine dunkelblaue Farbe an und löst sich dann

im Wasser mit violetter Farbe auf. Auf Zusatz einer Säure scheidet sich aus dieser Lösung Alizarin in gelbrothen Flocken ab:



Das Alizarin bildet rothgelbe Krystallnadeln, welche sich im kochenden Wasser, Alkohol und Aether lösen. In Alkalien löst es sich mit Purpurfarbe auf, die Lösung gibt mit Alaun einen schönen rothen Niederschlag (Krapplack). Von concentrirter Schwefelsäure wird es mit blutrother Färbung gelöst.

Das Purpurin $C_{14}H_8O_6 = C_{14}H_5(OH)_3O_2$, ebenfalls ein rother Farbstoff, bildet sich in der Krappwurzel beim längeren Liegen derselben neben Alizarin.

Alizarin und Purpurin werden durch reducirende Agentien in Anthracen umgewandelt.

VI. Gruppe der ätherischen Oele, Campherarten und Harze.

1. Aetherische Oele.

Unter dieser generellen Bezeichnung begreift man eine grosse Anzahl meist flüssiger, zum Theil aber auch fester, im Pflanzenreiche sehr verbreiteter organischer Stoffe, welche flüchtig sind, und sich durch einen charakteristischen Geruch auszeichnen. Sie finden sich meistens in den Samen, Blüten, Stengeln und Blättern, seltener in den Wurzeln und stets nur in geringer Menge.

Gewinnung. Man gewinnt die ätherischen Oele theils durch Auspressen der betreffenden Pflanzentheile (Citronen-, Pomeranzen- und Bergamottöl), theils durch Extraction derselben mit geeigneten Lösungsmitteln, meistens aber durch Destillation mit Wasser. Zu diesem Zwecke bringt man die ölreichen Pflanzentheile in Destillirblasen mit doppeltem Boden und destillirt sie mit Wasser. Obgleich der Siedepunkt der ätherischen Oele ohne Ausnahme über 100° liegt, so werden sie doch mechanisch mit den Wasserdämpfen übergeführt und verdichten sich mit diesen im Kühlapparat. Das Oel scheidet sich als specifisch leichtere Schicht an der Oberfläche des Destillates ab, welches man in einer sogenannten Florentiner Vorlage Fig. 10 auffängt.



Fig. 10.

Diese ist eine Flasche mit engem Halse, in welchem sich die Oelschicht ansammelt, während das geringe Mengen von Oel enthaltende Wasser (schlechtweg Wasser genannt, z. B. Rosenwasser) durch die seitlich angebrachte Röhre beständig abfließt.

Sind die Pflanzentheile arm an ätherischem Oel, so erhält man nur ölhaltiges milchiges Wasser, welches man über frische Pflanzentheile destilliren muss, um eine Abscheidung des Oels zu erzielen, was man Cohobiren nennt.

Eigenschaften. Die ätherischen Oele sind flüchtige, ölige Flüssigkeiten, welche einen durchdringenden, lange haftenden, mehr oder weniger angenehmen Geruch und einen brennenden Geschmack besitzen. Sie sind im Wasser nur sehr wenig löslich und ertheilen demselben ihren eigenthümlichen Geruch und Geschmack. In Alkohol, Aether, Chloroform und fetten Oelen sind sie leicht löslich. Sie lösen Harze, Fette und viele andere Stoffe. Auf Papier erzeugen sie einen Fettfleck, der beim Erwärmen wieder verschwindet. Sie sind leicht brennbar und verbrennen schon ohne Docht mit russender Flamme. Bei längerem Stehen an der Luft nehmen die ätherischen Oele Sauerstoff auf, verändern ihren Geruch, verharzen oder verwandeln sich in krystallinische Säuren. Frisch und bei Abschluss der Luft destillirte, sowie alte verharzte Oele riechen entweder gar nicht, oder ganz anders als gewöhnlich, woraus folgt, dass der Geruch in einem Oxydationsprocess begründet ist.

In der Kälte scheidet sich aus einigen ätherischen Oelen ein fester krystallinischer Stoff aus, den man Stearopten, während man den flüssigen Theil Elaeopten nennt.

Die ätherischen Oele sind entweder Kohlenwasserstoffe (Terpene) oder Aldehyde (Bittermandelöl), oder zusammengesetzte Aether (Wintergrünöl), meistens aber Gemenge von Kohlenwasserstoffen mit sauerstoffhaltigen Verbindungen (Säuren, Aldehyde, Alkohole oder Campherarten). Einige der ätherischen Oele, wie Bittermandelöl, Spiräaöl, Knoblauchöl, wurden schon im Vorausgehenden besprochen.

Anwendung. Die ätherischen Oele finden wegen ihrer Heilwirkung in der Pharmacie, wegen des Wohlgeruches in der Parfumerie und zur Firnisserzeugung in der Technik häufige Verwendung.

Vom praktischen Standpunkte aus theilt man sie ein: 1. in sauerstofffreie (Terpene), 2. sauerstoffhaltige und 3. schwefelhaltige ätherische Oele.

Terpene. Die Terpene haben alle die gemeinsame Formel: $C_{10}H_{16}$ und sind entweder isomer oder polymer. Sie zeigen in ihrem chemischen Verhalten grosse Uebereinstimmung, unterscheiden sich aber von einander in ihren physikalischen Eigenschaften, wie im Geruche, im Siedepunkte, in der Dichte und in ihrer Wirkung auf das polarisirte Licht. Man nennt dies physikalische Isomerie.

Terpentinöl, $C_{10}H_{16}$. Der aus den verschiedenen Coniferen ausfliessende Harzsaft, Terpentin genannt, ist ein Gemenge von Terpentinöl und einem Harz. Das Terpentinöl wird durch Destillation

des Terpentins mit Wasser und Rectification des mit den Wasserdämpfen übergehenden Oels über Kalk gewonnen.

Das Terpentinöl ist eine farblose, dünnflüssige, stark riechende Flüssigkeit, welche eine Dichte von 0.86 hat und bei 160° siedet. Es löst sich kaum in Wasser, wenig in verdünntem Alkohol, aber leicht in absolutem Alkohol und Aether, in fetten Oelen und concentrirter Essigsäure. Es löst Fette, Harze, S und P auf. Es brennt für sich mit russender Flamme; ein Gemenge von 1 Th. Terpentinöl mit 4 Th. Alkohol (Camphin) brennt aber mit helleuchtender, nicht russender Flamme. Das Terpentinöl nimmt an der Luft Sauerstoff auf, der die Eigenschaft des Ozons besitzt und das Oel verharzt. Von concentrirter Salpetersäure wird es heftig angegriffen; mit mässig concentrirter Salpetersäure gekocht, wird es in verschiedene Oxydationsproducte verwandelt, worunter fette Säuren und Camphresinsäure $C_{10}H_{14}O_7$.

Das Terpentinöl des Handels ist ein Gemisch verschiedener isomerer Kohlenwasserstoffe. Genau untersucht sind das französische Terpentinöl, welches aus der *Pinus maritima* in der Gegend von Bordeaux, und das englische Terpentinöl, welches aus der *Pinus australis* im Süden Amerikas erhalten wird. Ersteres enthält Terebenten, welches die Polarisationsene nach links dreht, letzteres Austraterebenten, welches rechtsdrehend ist. Diese Kohlenwasserstoffe können sich mit 1 oder 2 Molekülen HCl oder H_2O zu krystallisirenden oder flüssigen Verbindungen vereinigen. Z. B. Terpin oder Terpentinölhydrat: $C_{10}H_{16} \cdot 2H_2O$; Terpinmonohydrochlorid oder künstlicher Campher: $C_{10}H_{16} \cdot HCl$.

Das Terpentinöl dient als Lösungsmittel für Harze, zur Bereitung von Lacken und Firnissen, zum Ausbringen von Fett- und Harzflecken aus Kleidern.

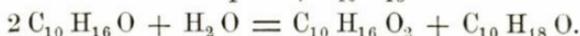
Zu den Terpenen oder sauerstofffreien ätherischen Oelen rechnet man noch: Citronenöl, Pomeranzenöl, Pomeranzenblüthenöl (Neroliöl), Bergamottöl, Wachholderöl, Rosmarinöl, Lavendelöl etc. Zu den sauerstoffhaltigen ätherischen Oelen, welche häufig Gemenge von Terpenen mit sauerstoffhaltigen Verbindungen sind, rechnet man: Bittermandelöl, Kirschlorbeeröl, Anisöl, Kümmelöl, Fenchelöl, Corianderöl, Rosenöl, Zimmtöl, Nelkenöl, Hopfenöl etc.

Zu den schwefelhaltigen gehören: Knoblauchöl, Senföl.

2. Campherarten.

Campher, $C_{10}H_{16}O$. Der gewöhnliche Campher stammt von dem in China und Japan einheimischen Campherlorbeer (*Laurus Camphora*), und wird aus dem Holze desselben durch Destillation mit Wasser gewonnen und durch Sublimation gereinigt. Er bildet eine weisse, durchscheinende, krystallinische Masse, schmilzt bei 175° und siedet bei 205°. Er ist leichter als Wasser, wenig löslich darin, geräth, auf

Wasser geworfen, in rotirende Bewegung und löst sich leicht in Alkohol, Aether, fetten und ätherischen Oelen. Wegen seiner Zähigkeit lässt er sich nur wenig pulvern, ausser unter Zusatz von Alkohol. Er brennt mit russender Flamme. Wird Campher mit einer alkoholischen Lösung von Aetzkali erhitzt, so zerfällt er in Camphinsäure, $C_{10}H_{16}O_2$, und Borneocampher, $C_{10}H_{18}O$:



Erhitzt man Campher mit Natronkalk, so wird er unter Aufnahme von Wasser in Campholsäure, $C_{10}H_{18}O_2$, verwandelt. Behandelt man ihn mit Salpetersäure, so liefert er Camphersäure, $C_{10}H_{16}O_4$, und bei anhaltendem Kochen Camphresinsäure, $C_{10}H_{14}O_7$.

Der Campher wird in der Medicin, ferner als Mittel, um von Kleidern Insecten abzuhalten, verwendet.

Borneocampher, $C_{10}H_{18}O$, findet sich in einem auf Bornco und Sumatra wachsenden Baume (Dryobalanops Camphora). Der Borneocampher riecht pfefferähnlich, schmilzt bei 198° , siedet bei 212° und verhält sich wie ein einwerthiger Alkohol, indem er mit Säuren zusammengesetzte Aether bildet. Durch Einwirkung warmer Salpetersäure geht er in gewöhnlichen Campher über.

Die Terpene und Campherarten stehen in der Mitte zwischen den Fettkörpern und den aromatischen Verbindungen, da sie bei vielen Reactionen Producte geben, welche theils in die Gruppe der Fettkörper, theils zu den aromatischen Substanzen gehören. Daher nimmt man an, dass in denselben ein Theil des Kohlenstoffs in ähnlicher Lagerung vorhanden ist, wie in den Verbindungen der aromatischen Reihe.

3. Harze.

Die Harze können als Oxydationsproducte der ätherischen Oele angesehen werden. Sie entstehen aus diesen meist durch Aufnahme von Sauerstoff unter Abgabe von Kohlensäure oder Wasser oder beider zugleich, oder auch unter Austritt von flüchtigen Säuren.

Sie fließen, meist mit ätherischen Oelen gemengt, theils von selbst, theils durch gemachte Einschnitte aus den Pflanzen aus, oder werden durch Auskochen derselben mit Alkohol gewonnen.

Alle Harze sind sauerstoffhaltig, spröde, selten krystallisirbar, meist amorph, von muschligem Bruch. Sie sind entweder geruchlos oder besitzen einen aromatischen Geruch vom beigemengten ätherischen Oele. Die Harze sind unlöslich im Wasser, aber leicht löslich in Alkohol, Aether, ätherischen und fetten Oelen. Sie sind brennbar und

brennen mit russender Flamme. Erhitzt schmelzen sie und geben beim stärkeren Erhitzen flüchtige Zersetzungsproducte unter Zurücklassung von Kohle. Die meisten Harze verhalten sich wie Säuren und verbinden sich mit den Alkalien zu Salzen, den sogenannten Harzseifen, deren Lösungen wie Seifenwasser schäumen. Von den eigentlichen Seifen unterscheiden sie sich aber dadurch, dass sie keinen Seifenleim geben und auf Zusatz von Kochsalz sich nicht abscheiden lassen.

Die Harze finden in der Pharmacie und Technik mannigfache Verwendung, namentlich zur Erzeugung von Firnissen, Kitten, als Räucherungsmittel etc.

Man unterscheidet Weichharze oder Balsame, Gemenge von Harzen und ätherischen Oelen, Hartharze und Gummiharze oder Schleimharze, Gemische von Harzen mit Gummi oder Pflanzenschleim.

Weichharze oder Balsame.

Terpentin. Terpentin ist das von selbst oder durch Einschnitte aus den verschiedenen Coniferen ausfliessende Harz. Je nach der Abstammung unterscheidet man: gemeinen Terpentin, aus Tannen und Fichten, ist trübe und sehr dickflüssig; venetianischen Terpentin, aus der Lärche, ist klarer und dünnflüssiger; Canada-balsam, aus der amerikanischen Balsamfichte, ist ganz klar und durchsichtig.

Der Terpentin ist ein Gemenge von Fichtenharz und Terpentinöl. Destillirt man ihn mit Wasser, so geht das Terpentinöl über und es bleibt gekochter Terpentin zurück. Derselbe ist eine gelbliche, leicht zerreibliche Masse, welche im Wesentlichen mit dem an den Bäumen eingetrockneten, erhärteten Terpentin, welcher in Nadelwäldern gesammelt und als Fichtenharz oder weisses Pech in den Handel kommt, übereinstimmt. Destillirt man Terpentin ohne Wasser und entfernt man aus dem Rückstande durch gelindes Erwärmen alles Wasser und Oel, so erhält man Colophonium oder Geigenharz. Dieses ist gelblichbraun, durchscheinend, spröde, glänzend und ist ein Gemenge von mehreren isomeren Säuren von der Zusammensetzung: $C_{20}H_{32}O_2$, worunter die amorphe Pininsäure und die krystallisirbare Sylvinsäure. Durch Schmelzen geringerer Sorten Fichtenharz erhält man das Burgunderpech, und durch Zusatz von Rückständen von der Theerdestillation das schwarze Pech oder Schusterpech.

Der Terpentin, sowie die daraus dargestellten Harze, werden zur Darstellung von Harzseifen, Firnissen, Kitten, zum Auspichen der Fässer u. s. w. verwendet.

Copaivabalsam kommt von mehreren Copaiferaarten aus Brasilien, ist gelb, dickflüssig und wird als Arzneimittel verwendet.

Perubalsam stammt von *Myroxylon peruiferum* aus Südamerika; ölige, dunkelbraune Flüssigkeit von vanilleartigem Geruche, enthält Zimmtsäure und dient in der Parfumerie.

Storax von *Liquidambar styraciflua*, enthält Zimmtsäure und Styracin und wird ebenfalls in der Parfumerie verwendet.

Hartharze.

Gummilack fliest aus mehreren ostindischen Feigenarten auf den Stich eines kleinen Insectes, der Lackschildlaus, aus. Die Zweige mit dem anhängenden Harz heissen **Stocklack**, die von den Zweigen abgelösten Körner **Körnerlack**, und das gereinigte geschmolzene Harz, in Form dünner Platten, **Schellack**. Der Schellack ist gelbbraun, durchscheinend, löslich in Alkohol. In alkalischer Lösung kann er durch Cl gebleicht und aus der Lösung durch Salzsäure abgeschieden werden. Gebleichter Schellack. Wird verwendet zu Firnissen, zur Tischlerpolitur, zu Kitten und zu Siegelack.

Copal kommt aus Ost- und Westindien von verschiedenen Hymenaeaarten. Ist gelblich weiss, hart und spröde, löst sich erst nach dem Aufquellen im Aether in heissem Alkohol zu Copalfirnis, welcher zum Lackiren eine ausgedehnte Anwendung findet.

Dammarharz von *Dammara australis*, **Sandarac** von *Thuja articulata* aus Algier, **Mastix** von *Pistacia Lentiscus* auf Chios, sind dem Copal ähnliche Harze mit ähnlicher Verwendung.

Benzoëharz von *Styrax Benzoin*, spröde, bräunlichgelbe Masse mit weisslichen eingesprengten Körnern, besteht aus drei verschiedenen Harzen, einem ätherischen Oel und Benzoësäure. Anwendung als Räucher mittel und in der Parfumerie.

Weihrauch von *Boswellia serrata* in Abyssinien dient als Räucher mittel.

Guajakharz von *Guajacum officinale*, blaugrüne Masse, die sich in Alkohol löst (Guajaktinctur). Die Lösung wird durch Ozon, Chromsäure, Salpetersäure dunkelblau gefärbt.

Bernstein ist ein fossiles Harz, welches aus einer vorweltlichen Conifere stammt. Findet sich an der Ostseeküste und wird zur Erzeugung von Luxusgegenständen, Bernsteinlack, Bernsteinsäure, Bernsteinöl und Bernsteincolophonium verwendet.

Asphalt oder **Judenpech** findet sich theils für sich, theils gemengt mit Steinöl als **Bergtheer** (Bitumen) in verschiedenen Gesteinen oder auf Seen, z. B. auf dem todtten Meere schwimmend. Löst sich

in Terpentinöl und Steinöl leicht auf und wird so wie der, bei der Destillation der Steinkohlen künstlich erzeugte Asphalt, zu Firnissen, Kitten und zur Strassenpflasterung verwendet.

Gummiharze.

Asa foetida, Asant, von *Ferula asa foetida*, bildet röthliche Körner von unangenehmem knoblauchartigem Geruch, herrührend von einem schwefelhaltigen ätherischen Oele. Wird als Arzneimittel verwendet.

Gummi Guttae. Der eingetrocknete Milchsaft von einigen Guttiferen, ist safrangelb, mit Wasser gelb abfärbend, giftig und wird als Farbe verwendet.

Myrrhe, von Balsamodendron Myrrha, ist rothbraun, schmeckt bitter und riecht balsamisch, findet als Räucherungs- und Arzneimittel Verwendung.

An die Gummiharze schliessen sich die

Kautschukkörper.

Kautschuk oder **Gummi elasticum** ist der eingetrocknete Milchsaft mehrerer in Südamerika und Ostindien wachsender Bäume (*Siphonia elastica*, *Ficus elastica*). Das reine Kautschuk ist weiss und durchscheinend und hat die Zusammensetzung C_8H_{14} .

Das rohe Kautschuk ist ein Gemenge verschiedener Substanzen und dunkel gefärbt. Es ist geruch- und geschmacklos und sehr elastisch. In der Kälte wird es hart und schwer biegsam, beim Erwärmen weich, klebrig und die frischen Schnittflächen kleben aneinander. Ueber 120° erhitzt, schmilzt es und bleibt dann weich und schmierig, bei 200° wird es zersetzt und gibt bei der trockenen Destillation das Kautschuköl. Es ist in Wasser und Alkohol vollkommen unlöslich, in Aether, Steinöl und Terpentinöl quillt es auf und bildet eine klebrige Flüssigkeit. Am leichtesten löst es sich in Schwefelkohlenstoff, Kautschuköl, Steinkohlentheeröl, Benzol und Chloroform. Es ist indifferent gegen die meisten chemischen Agentien.

Vulkanisirtes Kautschuk nennt man mit Schwefel (10%) imprägnirtes Kautschuk. Dieses erzeugt man mittelst Durchkneten des Kautschuks mit Schwefel und Erwärmen auf 160° , oder durch Eintauchen desselben in eine Lösung von S in Schwefelkohlenstoff oder Chlorschwefel. Vulkanisirtes Kautschuk ist grau, in Chloroform und Terpentinöl unlöslich, wird beim Erwärmen nicht klebrig und in der Kälte nicht hart. Wird dem vulkanisirten Kautschuk durch Kochen mit Kali- oder Natronlauge der Schwefel wieder entzogen, so erhält

man das Kautschuk in schwarzer Farbe, welches alle Vortheile des vulkanisirten besitzt.

Setzt man dem Kautschuk grössere Mengen S (30—60^o/_o) nebst Kreide, Schwerspath und andere Stoffe bei, so erhält man eine schwarze, harte und politurfähige Masse, das hornisirte Kautschuk, Hartgummi oder Ebonit.

Das Kautschuk findet die mannigfachste Verwendung zur Darstellung wasserdichter Zeuge, elastischer Platten, Schnüren, Röhren, Kitten, Firnissen u. s. w., das Hartgummi zur Erzeugung von Kämmen, Messerheften, Knöpfen, Luxusgegenständen u. s. w.

Guttapercha ist der eingetrocknete Milchsaft von Isonandra Percha und hat ähnliche Eigenschaften, wie Kautschuk. Guttapercha ist bei gewöhnlicher Temperatur hart und wenig elastisch, wird aber beim Erwärmen weich und lässt sich bei 60—100^o formen und kneten, lässt sich wie Kautschuk vulkanisiren und hat die gleiche Verwendung wie dieses.

Lackfirnisse sind Lösungen von Harzen in Weingeist, ätherischen oder fetten Oelen, die in einer dünnen Schicht auf Gegenstände aufgetragen, an der Luft eintrocknen, und einen harten glänzenden, im Wasser unlöslichen Ueberzug auf denselben zurücklassen. Nach den Lösungsmitteln unterscheidet man Weingeistfirnisse, Terpentinölfirnisse und fette Lackfirnisse.

VII. Gruppe der Farbstoffe und Chromogene.

Die hieher gehörigen Körper sind entweder an und für sich durch eine bestimmte Farbe charakterisirt (Farbstoffe), oder es sind ungefärbte Stoffe, die erst unter dem Einflusse chemischer Prozesse in gefärbte übergehen (Chromogene).

Die Farbstoffe finden sich vorzugsweise in den Pflanzen, nur wenige sind thierischen Ursprungs. In ihrem chemischen Charakter zeigen sie wenig Uebereinstimmung. Die meisten gehören zur Gruppe der Glycoside oder zur Gruppe der aromatischen Verbindungen, bei denen schon mehrere erwähnt wurden. Sie bilden mit Basen, besonders mit den Hydroxyden des Aluminiums, Zinns und Bleis, unlösliche gefärbte Verbindungen, sogenannte Pflanzenlacke oder Lackfarben. Viele Farbstoffe lösen sich im Wasser, andere sind im Wasser unlöslich, lösen sich aber in Alkohol und Aether. Ihren Lösungen wird der Farbstoff durch Holz- oder Thierkohle entzogen.

Alle organischen Farbstoffe werden durch Chlor bei Gegenwart von Wasser gebleicht, ebenso durch Ozon und Sauerstoff der Luft im Sonnenlichte (Chlor- und Rasenbleiche). Schwefelige Säure bildet mit den Farbstoffen farblose Verbindungen, oder sie entzieht ihnen den Sauerstoff, namentlich unter Mitwirkung des Lichts, und bleicht sie

dauernd. Verdünnte Säuren machen die Farbstoffe heller, Alkalien aber dunkler.

Die rohen Farbstoffe des Handels sind Gemenge verschiedener Substanzen. Man theilt sie nach der Farbe, in rothe, gelbe, grüne und blaue Farbstoffe ein. Hier sollen nur die wichtigsten aufgeführt werden.

1. Rothe Farbstoffe.

Krapp ist die Wurzel einiger Species aus der Familie der Rubiaceen (Färberröthe, *Rubia tinctorum*). Die beste Sorte kommt aus der Levante unter dem Namen Lizari. Die frische Krappwurzel ist blass röthlich und enthält ein Chromogen, Rubierythrin säure, $C_{26}H_{28}O_{14}$, welche beim längeren Liegen des Krapps unter Aufnahme von Wasser sich in Zucker und Alizarin $C_{14}H_8O_4$ spaltet. Diese Zersetzung findet rasch, bei der Behandlung der Krappwurzel mit concentrirter Schwefelsäure, statt, wodurch man eine halbverkohlte Masse, Garancin, von bedeutender Färbekraft erhält. Wird Krapp durch Hefe in Gährung versetzt, so bildet sich neben Alizarin auch Purpurin, $C_{14}H_8O_5$. Der Krappfarbstoff gibt mit Thonerdesalzen eine schön rothe, mit Eisensalzen eine schwarzviolette Verbindung.

Der Krapp wird sehr häufig zum Färben der Wolle (Krapproth) und Baumwolle (Türkischroth) verwendet.

Alkanna ist die Wurzel von *Anchusa tinctoria*, enthält einen harzähnlichen, im Wasser unlöslichen, in Alkohol, Aether, Essigsäure und Alkalien löslichen Farbstoff, das Anchusin. Man benützt die Alkanna zum Färben von Liqueuren, Pomaden und Firnissen.

Orseille kommt als dunkelvioletter Teig im Handel vor, und wird aus mehreren Flechtenarten, namentlich *Rocella tinctoria*, dadurch erhalten, dass man diese mit Urin an einem warmen Orte faulen lässt, bis sie die Purpurfarbe angenommen haben. Hierbei bildet sich aus den Bestandtheilen der Flechten das Orcin, $C_7H_8O_2$, ein farbloser, krystallisirender Körper, welcher aber durch Einwirkung von Ammoniak, Wasser und Luft, unter Aufnahme von N und O in Orcein oder Flechtenroth, $C_7H_7NO_3$, übergeht, welches in Ammoniak und Alkalien mit schön violetter Farbe löslich ist und mit Säuren daraus als rothes Pulver gefällt wird.

Safflor nennt man die Blüten von *Carthamus tinctoria*. Diese enthalten einen im Wasser löslichen gelben Farbstoff und einen im Wasser unlöslichen, aber in Alkalien löslichen, prachtvoll rothen Farbstoff, das Carthamin, $C_{14}H_{16}O_7$. Es ist so wie das Fuchsin metallisch glänzend. Safflor wird zum Rosenrothfärben von Seide und Baumwolle verwendet.

Fernambuk oder **Brasilienholz** ist das zerkleinerte Kernholz von *Caesalpinia Brasiliensis*. Dasselbe enthält einen rothen Farbstoff, das **Brasilin**, welches sich im Wasser, Alkohol und Aether löst. Fernambukholz dient zur Erzeugung von rother Tinte und des Kugellacks, und in der Färberei.

Sandelholz, das blutrothe Holz von *Pterocarpus santalinus*, enthält das **Santalin**, $C_{15}H_{14}O_5$, einen schön rothen, im Wasser unlöslichen, in Alkohol und Alkalien löslichen Farbstoff. Dient zum Färben.

Cochénille nennt man die getrockneten Weibchen einer in Mexiko auf verschiedenen Cactusarten, insbesondere auf dem *Nopalactus*, lebenden Schildlaus (*Coccus cacti*). Sie bildet silbergraue Körner, welche zerrieben ein dunkelbraunrothes Pulver geben. Der Hauptbestandtheil derselben ist

Carminsäure, $C_{17}H_{18}O_{10}$, welche man erhält, indem man eine wässrige Cochénilleabkochung mit Bleiacetat fällt und den Niederschlag mit Schwefelwasserstoff zerlegt. Die Carminsäure ist eine purpurrothe Masse, im Wasser und Alkohol leicht löslich, in Aether unlöslich. Ihre Lösungen geben mit Thonerdesalzen einen prachtvoll carminrothen, mit Zinnsalz einen scharlachrothen Niederschlag. Die Cochénille dient zum Scharlach- und Purpurfärben von Seide und Wolle, zur Darstellung des Carmins und des Carminlacks und der Carmintinte.

2. Gelbe Farbstoffe.

Curcuma, die Wurzel von *Curcuma longa*, enthält einen harzartigen gelben Farbstoff, das **Curcumin**, $C_{10}H_{10}O_3$, welches im Wasser schwer, in Alkohol, Aether und fetten Oelen leicht löslich ist. Durch Alkalien, sowie durch Borsäure geht die Farbe des Curcumin in Braunroth über, daher findet es zur Darstellung von Reagenspapier Verwendung. Auch dient es zum Färben von Seide und Wolle.

Gelbholz ist das Holz des Färbermaulbeerbaums (*Morus tinctoria*), und enthält neben Moringersäure einen gelben Farbstoff, das **Morin**, $C_{12}H_8O_5$, welches im heissen Wasser, Alkohol, Aether und Alkalien leicht löslich ist. Wird häufig als Färbematerial verwendet.

Quercitron ist die geraspelte Rinde der nordamerikanischen Färbereiche (*Quercus tinctoria*), enthält ein Glycosid, das **Quercitrin**, welches sich durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure unter Wasseraufnahme in Zucker und einen citrongelben Farbstoff, **Quercetin**, $C_{27}H_{18}O_{12}$, spaltet. Wird zum Gelbfärben von Wolle und Seide verwendet.

Fisetholz ist das Holz von *Rhus cotinus*, enthält das **Fustin** und wird zur Erzeugung gemischter Farben verwendet.

Wau wird die getrocknete wilde Reseda (*Reseda luteola*) genannt. Der darin vorhandene gelbe Farbstoff heisst Luteolin. Wird häufig in der Woll- und Seidenfärberei verwendet.

Gelbbeeren sind die unreif abgenommenen Früchte verschiedener Rhamnusarten. Sie enthalten einen goldgelben Farbstoff, Chrysothamnin und einen olivengelben, das Xanthorhamnin.

Orlean ist das Fruchtfleisch eines südamerikanischen Baumes, der *Bixa Orellana*, welches man durch Gährung der zerstampften Früchte zum Gebrauche vorbereitet, und als eine breiige, röthlich-braune Masse versendet. Der Orlean enthält einen gelben und einen rothen Farbstoff. Man braucht ihn zum Färben von Butter, Käse, Liqueuren, Firnissen und in der Seidenfärberei.

Saffran, die getrockneten Narben der *Crocus sativa*, enthält einen schön morgenrothen Farbstoff, das Polychroit, welches im Wasser leicht löslich ist. Wird meistens zum Gelbfärben von Esswaaren verwendet.

3. Grüne Farbstoffe.

Chlorophyll oder **Blattgrün** bildet den grün färbenden Bestandtheil der Pflanzen. Wenn man grüne Pflanzentheile mit Aether auszieht, die Lösung verdampft und den Rückstand mit erwärmtem Alkohol behandelt, so erhält man eine Lösung von Chlorophyll, aus der man dasselbe durch Eindampfen als dunkelgrüne, im Wasser unlösliche, in Alkohol, Aether, Säuren und Alkalien leicht lösliche Masse gewinnt. Die Lösungen des Chlorophylls sind sehr unbeständig, färben sich am Lichte gelb. Behandelt man Chlorophyll mit concentrirter Salzsäure und Aether, so löst sich in der Salzsäure ein blauer Farbstoff (*Phyllocyanin*), im Aether ein gelber (*Phylloxanthin*). Werden beide Farbstoffe wieder zusammen in Alkohol gelöst, so erhält man wieder eine grüne Lösung.

Saftgrün ist der mit etwas Alaun versetzte, eingedickte Saft der unreifen Beeren des Kreuzdorns (*Rhamnus catharticus*). Wird in der Wassermalerei verwendet.

4. Blaue Farbstoffe.

Lackmus wird, ähnlich wie Orseille, aus gewissen Flechten, besonders *Lecanora tartarea*, durch Faulenlassen mit Urin, unter späterem Kalkzusatz, dargestellt. Der entstehende blaue Brei wird in Würfel geformt und getrocknet. Diese enthalten $\frac{7}{8}$ ihres Gewichtes erdige Materien, welche beim Auflösen des blauen Farbstoffs im Wasser zurückbleiben. Der Farbstoff wird durch Säuren roth, durch Basen wieder blau gefärbt, und dient daher hauptsächlich als Reagens.

Blauholz, Campecheholz ist das rothbraune, veilchenartig riechende Holz von *Haematoxylon campechianum*, welches ein Chromogen, Hämatoxylin, $C_{16}H_{14}O_6$, enthält. Dieses löst sich leicht in kochendem Wasser, Alkohol und Aether. Die wässrige Lösung wird durch den Sauerstoff der Luft nicht verändert, aber bei Gegenwart der geringsten Menge von Ammoniak geht das Hämatoxylin in die rothe Ammoniakverbindung des Hämateins über. Man benützt das Blauholz zum Blau-, Violett- und Schwarzfärben.

Indigo. Siehe: Indigogruppe, Seite 101.

Indigoküpen. Unter Indigoküpen versteht man eine alkalische Lösung von Indigoweiss. Man stellt sie her durch Vermischen von Indigo mit reduzierenden Substanzen in einer alkalischen Flüssigkeit. Man unterscheidet warme und kalte Küpen.

Zu den warmen Küpen rechnet man:

1. Die Waidküpe, bestehend aus Indigo, Waid (*Isatis tinctoria*), Krapp und Kleie (als Reduktionsmittel), Kalk und warmem Wasser. Die Waidküpe gibt dunkle satte Töne und ist in der Färberei sehr beliebt.
2. Die Indigo- und Pottaschen-Küpe besteht aus Indigo, Krapp und Kleie, Pottasche und warmem Wasser. Gibt hellere Töne.

Zu den kalten Küpen zählt man:

Die Vitriol-, Zinnsalz-, Operment-, Zucker-, Urin-Küpe.

Färberei. Die Färberei hat die Aufgabe, die Farbstoffe auf der Gewebefaser derart zu befestigen, dass dieselben mit der Faser eine Verbindung bilden. Widersteht eine solche Verbindung der Einwirkung von Licht, Luft, Seife, schwachen alkalischen Laugen und Säuren, so nennt man die Farbe echt, im Gegentheil unecht.

In der Färberei verwendet man theils unorganische Farben, theils organische Farbstoffe.

Die unorganischen Farben werden erst auf der Faser selbst, meist durch doppelte Zersetzung erzeugt.

So färbt man z. B. Gelb, indem man die Zeuge zuerst in ein Bad von Bleiacetat und dann in eine Lösung von Kaliumchromat taucht (Chromgelb); Blau mit Lösungen von Eisensalzen und Blutlaugensalz (Berlinerblau); Braun mit Kupfersalzen und Blutlaugensalz (Hattchet-Braun); Grün mit Kaliumarsenit und Kupfersulfat (Scheele'sches Grün); Schwarz mit Eisensalzen und Galläpfeltinctur u. s. w.

Von den organischen Farbstoffen verbinden sich viele schon directe mit der Faser und bilden damit eine dauernde Verbindung (substantive Farbstoffe), wie die Anilinfarben, Indigo, Carthamin etc. Dieses geschieht, wenn die gelösten Farbstoffe in der Faser selbst in den unlöslichen Zustand übergehen, wie beim Versetzen einer alkalischen Lösung von Carthamin mit einer Säure, bei der Oxydation des Indigoweiss zu Indigoblau (Farben in der Küpe).

Die meisten Farbstoffe können nur mit Hilfe von sog. Beizen oder Mordants in der Gewebefaser befestigt werden. (Adjective Farbstoffe.) Beizen sind Lösungen von Körpern, welche die Eigenschaft besitzen, sich einerseits mit der Faser, andererseits mit dem Farbstoff zu einer unlöslichen, gefärbten Verbindung (Pflanzenlack) zu vereinigen. Die Farbe des erzeugten Niederschlags hängt bei demselben Farbstoff von der Natur der Beize ab, so

dass man mit demselben Farbstoffe durch Anwendung verschiedener Beizen verschiedene Farben hervorbringen kann. Als Beizen werden vorzugsweise verwendet: Alaun, Aluminiumacetat, Natriumaluminat, Zinnsalz, Zinncompotion, zinnsaure Alkalien, Eisen- und Bleisalze, Fette, Gerbstoff (bei Baumwolle und Leinen).

Beim Färben unter Zuhilfenahme von Beizen werden die zu färbenden Zeuge durch heisse Lösungen der Beize und des Farbstoffs (Farbenflotte) gezogen, und durch Ansringen vom Ueberschuss der anhaftenden Flüssigkeit befreit. Hierbei sind dreierlei Fälle möglich: entweder beizt man die Zeuge zuerst an und färbt sie dann in der Flotte, oder man zieht sie zuerst durch die Flotte und dann erst durch die Beize, oder man taucht sie in ein Gemisch von Beize und Farbe. Um dem Farbenton die erforderliche Lebhaftigkeit und Helligkeit zu ertheilen, behandelt man die gefärbten Stoffe häufig mit verdünnten Säuren oder schwach alkalischen Laugen, welche Operation man das Schönen oder Aviviren nennt.

Die Zeugdruckerei bezweckt ein örtliches Färben, d. h. Farben auf bestimmten Stellen der Zeuge zu befestigen, um dadurch verschiedene Muster hervorzubringen.

Man kann dieses in verschiedener Weise erreichen: 1. Man trägt die mit der Beize vermischten Farben stellenweise auf (Applications- oder Tafeldruckfarben); 2. man tränkt den Stoff durchaus mit der Beize und druckt die Farbe an den erforderlichen Stellen auf; 3. man druckt die Beize auf bestimmte Stellen auf und zieht das Zeug durch eine Farbenbrühe (Kessel- oder Krappfarben); 4. man beizt den Stoff und bedruckt ihn dann an den Stellen, welche keine Farben enthalten sollen, mit deckenden (Deckpappe, Reservage) oder ätzenden Substanzen (Aetzreservage), welche das Anhaften der Farbe verhindern, und färbt hierauf aus; endlich 5. färbt man den ganzen Stoff und entfernt an denjenigen Stellen, welche keine Farbe erhalten sollen, die Farbe durch geeignete Lösungsmittel (Enlevagen) oder durch Oxydations- oder Reductionsmittel (Aetzbeizen).

Die aufzudruckenden Farben, Beizen etc. werden stets in Gestalt eines dicken Breis angewandt, damit sie in gehöriger Menge am Druckmodell haften und das Auslaufen derselben auf dem Zeuge verhindert wird. Als Verdickungsmittel verwendet man Dextrin, Gummi, Kleister, Tragant, Mehl, Thon, Leim, Eiweiss etc.

Zum Aufdrucken der Muster bedient man sich vertiefter oder erhabener Formen, die entweder in Gestalt viereckiger Platten aus freier Hand (Handdruck) oder mittelst Maschinen auf die Zeuge aufgedruckt werden, oder aus Walzen bestehen, zwischen denen die Stoffe hindurchbewegt werden (Maschinendruck).

VIII. Gruppe der Alkaloide.

Alkaloide, organische Basen oder Pflanzenbasen nennt man eine Reihe von stickstoffhaltigen, in vielen Pflanzen vorkommenden Verbindungen, die alkalisch reagieren, einen ausgesprochenen basischen Charakter besitzen und sich wie Ammoniak mit Säuren direct zu Salzen vereinigen.

Sie können daher als Ammoniakbasen betrachtet werden, d. h. als Ammoniak, worin der H ganz oder theilweise durch elektropositive Radicale vertreten ist. Sie haben meist einen intensiv bitteren Geschmack,

sind im Wasser meist schwer löslich und werden durch Gerbsäure, Phosphormolybdänsäure, Quecksilberchlorid, Jodkalium--Jodquecksilber, Platinchlorid, ähnlich wie Ammoniak gefällt. Aus ihren Verbindungen werden sie durch Alkalien wieder ausgeschieden.

Ihrer Zusammensetzung nach bestehen die Alkaloide aus C, H und N (sauerstofffreie Alkaloide), oder sie enthalten ausser den obigen Elementen auch noch O (sauerstoffhaltige Alkaloide). Die ersteren sind flüchtig, die letzteren nicht. Die sauerstofffreien Alkaloide sind Aminbasen; die Constitution der sauerstoffhaltigen ist noch nicht genügend erforscht.

Durch Synthese hat man bis jetzt nur das Coniin darstellen können.

Alle Alkaloide wirken auf das Nervensystem erregend oder erlahmend ein. Viele derselben sind heftige Gifte, andere werthvolle Arzneimittel.

1. Sauerstofffreie Alkaloide.

Die sauerstofffreien, flüchtigen Alkaloide stellt man im Allgemeinen durch Destillation der entsprechenden Pflanzentheile mit Wasser und einem fixen Alkali dar. Durch das Alkali wird das Alkaloid aus der Verbindung ausgeschieden und geht mit den Wasserdämpfen über. Das Destillat wird mit Schwefelsäure gesättigt, zur Trockne verdampft und der Rückstand mit Alkohol ausgezogen, worin sich das schwefelsaure Alkaloid löst. Aus dem Sulfat macht man das Alkaloid durch eine Alkalilösung wieder frei, schüttelt mit Aether, welcher das Alkaloid löst, dunstet den Aether ab, und destillirt schliesslich den Rückstand.

Coniin, $C_8H_{15}N = \left. \begin{matrix} C_8H_{14} \\ H \end{matrix} \right\} N$, findet sich in allen Theilen des Schierlings (*Conium maculatum*), besonders im Samen. Es ist eine farblose, ölige Flüssigkeit, welche bei 163.5° siedet, durchdringend widerlich und betäubend riecht und brennend schmeckt. Es ist ein sehr heftiges Gift, reagirt stark basisch, ist im Wasser schwer, in Alkohol und Aether leicht löslich. An der Luft zerlegt es sich unter Braunwerden und Bildung von Ammoniak. Durch oxydirende Agentien wird es in Buttersäure verwandelt. Durch Synthese wird es durch Einwirkung einer alkoholischen Lösung auf Butyrylaldehyd erhalten.

Das Coniin ist Ammoniak, worin 2 Atome H durch das zweiwerthige Radical Conylen, C_8H_{14} , ersetzt sind. Der H im Coniin kann noch durch ein Alkoholradical ersetzt werden. So erhält man Aethylconiin $\left. \begin{matrix} C_8H_{14} \\ C_2H_5 \end{matrix} \right\} N$ in ähnlicher Weise, wie man aus Aethylamin Diäthylamin darstellt.

Nicotin, $C_{10}H_{14}N_2 = \left. \begin{matrix} C_5H_7 \\ C_5H_7 \end{matrix} \right\} N_2$, findet sich in den Tabaksblättern. Die schlechteren Sorten enthalten bis 8%, die feineren 2%

Nicotin. Es ist eine ölartige, farblose, bei längerer Aufbewahrung sich bräunende Flüssigkeit von brennendem Geschmack und schwachem, beim Erhitzen jedoch betäubendem Tabaksgeruch. Es siedet bei 250° , ist in Wasser, Alkohol und Aether löslich und reagirt stark alkalisch. Das Nicotin ist höchst giftig und bedingt die betäubenden Wirkungen des Tabaks.

Tabak. Zur Erzeugung von Rauchtobak werden die getrockneten, sortirten und entrippten Blätter mit der sogenannten Sauce, die wesentlich aus einer Lösung von Kochsalz, Salpeter, Salmiak, zuckerhaltigen und gewürzhaften Stoffen besteht, getränkt (saucirt, gebeizt) und in Fässern bei 35° einer Gärung unterworfen. Nach der Gärung werden die Blätter getrocknet und weiter zu Rauchtobak oder Cigarren verarbeitet.

Die Gärung bezweckt einen Theil des Nicotins und andere stickstoffhaltige Stoffe zu zerstören und wohlriechende Substanzen zu entwickeln. Die Salze tragen zur Haltbarkeit bei und bedingen ein gleichförmiges Verbrennen, während die zuckerhaltigen und gewürzhaften Substanzen zur Bildung des Aromas das Meiste beitragen.

Zur Erzeugung des Schnupftobaks werden die Blätter in ähnlicher Weise behandelt, aber nach dem Gähren gemahlen und gesiebt und dann noch einer zweiten Gärung unterworfen, wodurch der Tabak in eine humusartige Masse umgewandelt wird.

2. Sauerstoffhaltige Alkaloide.

Zur Darstellung der sauerstoffhaltigen, nicht flüchtigen Alkaloide werden die Pflanzentheile mit schwefelsäurehaltigem Wasser ausgezogen, die erhaltene Lösung des Alkaloidsalzes wird durch Eindampfen concentrirt und das Alkaloid mit Kalk, Ammoniak oder Natriumcarbonat gefällt. Der Niederschlag, das Alkaloid, wird gewaschen, getrocknet und aus Alkohol umkrystallisirt.

Alkaloide des Opiums.

Opium ist der eingetrocknete Milchsaft der unreifen Samenkapseln des orientalischen Mohns (*Papaver somniferum*), welcher sowohl als wichtiges Arzneimittel, sowie im Orient als narkotisches Genussmittel Verwendung findet. Das Opium ist eine graubraune, spröde Masse von muschligem Bruche und angenehmem aromatischem und betäubendem Geruch. Es zerfällt im Wasser unter theilweiser Lösung, im Alkohol ist es fast vollständig löslich (Opiumtinctur).

Das Opium enthält eine ganze Reihe verschiedener Alkaloide, gebunden an Meconsäure $C_7H_4O_7$ neben Meconin, $C_{10}H_{10}O_4$, einer indifferenten Substanz. Es enthält folgende Alkaloide:

Morphin	$C_{17}H_{19}NO_3$,	Papaverin	$C_{20}H_{21}NO_4$
Codein	$C_{18}H_{21}NO_3$,	Narcotin	$C_{22}H_{23}NO_7$.
Thebain	$C_{19}H_{21}NO_3$,	Narcein	$C_{23}H_{29}NO_9$.

Das Wichtigste darunter ist:

Morphin oder **Morphium**, krystallisirt in rhombischen Prismen, schmeckt schwach bitter und reagirt alkalisch. Es ist in Wasser wenig, in Alkohol leicht, in Aether unlöslich. Auch in Alkalien ist es löslich, aber nicht in Ammoniak. Mit Säuren bildet es gut krystallisirende Salze, welche sich im Wasser und Alkohol leicht lösen. Die gebräuchlichsten sind das chlorwasserstoffsäure und das essigsäure Morphin. Sie geben mit neutralem Eisenchlorid eine dunkelblaue Färbung.

Das Morphin ist ein heftiges narkotisches Gift und wird in kleinen Dosen in der Medicin als schmerzstillendes Mittel angewendet.

Alkaloide der Strychnosarten.

Die Krähenaugen oder Samen von *Strychnos Nux vomica* (Brechnuss) und die Ignatiusbohnen, die Samen von *Strychnos Ignatius*, enthalten zwei äusserst giftige Alkaloide, Strychnin und Brucin.

Strychnin, $C_{21}H_{22}N_2O_2$. Dasselbe krystallisirt in kleinen rhombischen Prismen, schmeckt äusserst bitter und ist in Wasser, Alkohol und Aether kaum löslich, leichter in wasserhaltigem Alkohol. Mit Säuren bildet es krystallisirende, in Wasser lösliche Salze, welche ebenfalls sehr bitter schmecken. Fügt man zu Strychnin Kaliumdichromat und etwas Schwefelsäure, so tritt eine schön violette Färbung ein, die allmählig in Roth und dann in Gelb übergeht. Das Strychnin, wie dessen Salze, gehören zu den stärksten Giften.

Brucin, $C_{23}H_{26}O_2O_4 + 4aq$, ist ein steter Begleiter des Strychnins, löst sich leichter in Alkohol und Wasser und ist weniger giftig. Mit Säuren bildet es krystallisirbare Salze, welche durch Salpetersäure, wie das freie Alkaloid, schön roth gefärbt werden.

Curarin, $C_{10}H_{15}N$, ist im Curarë, dem indianischen Pfeilgift enthalten, welches aus dem Milchsaft von Strychnosarten bereitet wird. Es bildet weisse, bitter schmeckende Krystalle. 1 Milligramm in wässriger Lösung unter die Haut eines Kaninchens gebracht, bewirkt sehr rasch den Tod.

Alkaloide der Cinchonaarten.

In den Rinden der Chinabäume (*Cinchona*) findet sich das Chinin und Cinchonin, gebunden an Chinasäure, $C_7H_{12}O_6$, vor. Jedes dieser Alkaloide geht unter gewissen Einflüssen in eine isomere Modification über, ersteres in Chinidin, letzteres in Cinchonidin.

Chinin, $C_{20}H_{24}N_2O_2$. Aus seinen Lösungen in Säuren gefällt, erscheint das Chinin als weisse erdige Masse, welche aus einer ätherischen Lösung in seidenglänzenden Nadeln krystallisirt. Es löst sich in Wasser schwer, leicht in Alkohol und Aether. Mit Säuren bildet es basische und normale Salze. Das im Handel vorkommende basische Chininsulfat $(C_{20}H_{24}N_2O_2)_2 \cdot H_2SO_4 + 7aq$ krystallisirt in langen glänzenden Nadeln, welche an der Luft verwittern und zerfallen. Es löst sich im Wasser schwer, aber leicht auf Zusatz von einigen Tropfen Schwefelsäure, wobei es in das normale Sulfat, $C_{20}H_{24}N_2O_2 \cdot H_2SO_4$ übergeht. Die Lösung zeigt Fluorescenzerscheinung. Setzt man zur Auflösung des Chinins oder seiner Salze Chlorwasser und hierauf überschüssiges Ammoniak, so färbt sie sich grasgrün.

Das Chinin und seine Salze finden als höchst werthvolles Arzneimittel gegen Wechselfieber Anwendung.

Cinchonin, $C_{20}H_{24}N_2O$, ein steter Begleiter des Chinins, kann von diesem leicht getrennt werden, da es sich nur wenig in Alkohol löst und in Aether fast unlöslich ist. Es hat grosse Aehnlichkeit mit dem Chinin, bildet ebenfalls zweierlei Salze, steht ihm aber an heilkräftiger Wirkung nach.

Unter dem Namen Chinoidin wird ein Fiebermittel angewendet, welches man durch Fällung der Mutterlaugen des Chinins mit Alkalien als harzigen, braunen Niederschlag erhält. Es enthält die isomeren Basen Chinidin und Cinchonidin.

Verschiedene andere Alkaloide.

Atropin, $C_{17}H_{23}NO_3$, findet sich in der Tollkirsche (*Atropa Belladonna*) und im Stechapfel (*Datura Stramonium*). Es ist ein starkes Gift und bewirkt Erweiterung der Pupille, wenn es in die Augen gebracht wird.

Aconitin, $C_{30}H_{47}NO_7$, findet sich in den Aconitumarten und ist sehr giftig.

Veratrin, $C_{32}H_{52}N_2O_8$, in der weissen Niesswurz (*Veratrum album*) und im Sabadillsamen (*Veratrum Sabadillae*). Ist sehr giftig und erregt, in kleinster Menge in die Nase gebracht, heftiges Niesen.

Theobromin, $C_7H_8N_4O_2$, ist in dem Samen von *Theobroma Cacao*, den Cacaobohnen, enthalten. Es ist ein weisses, krystallinisches, wenig lösliches Pulver. In wässerigem Ammoniak ist es löslich; setzt man zu dieser Lösung Silbernitrat, so entsteht ein Niederschlag von Theobrominsilber, $C_7H_7AgN_4O_2$, welcher mit Methyljodid erhitzt Silberjodid und Methyltheobromin oder Caffein gibt:



Chocolade. Die Cacaobohnen enthalten, ausser Theobromin, Cacaobutter, ein milde schmeckendes Fett, Gerbsäure, Legumin und Stärkemehl. Durch Rösten, Entschälen und Zerreiben der Bohnen erhält man die Cacaomasse, welche mit Zucker und Gewürzen versetzt die Chocolade gibt.

Caffeïn, Methyltheobromin, $C_7H_7(CH_3)N_4O_2 = C_8H_{10}N_4O_2$, findet sich in den Kaffeebohnen ($\frac{1}{4}$ — $1\frac{0}{10}$), im Thee (2 — $4\frac{0}{10}$), im Paraguaythee (1 — $2\frac{0}{10}$) und in der Guarana ($5\frac{0}{10}$). Es krystallisirt in feinen seidenglänzenden Nadeln, die bei 225° schmelzen und bei höherer Temperatur sublimiren. Es schmeckt schwach bitter und ist im Wasser, Alkohol und Aether löslich. Das Caffeïn wirkt in kleiner Menge genossen, angenehm aufregend, in grösserer Menge bewirkt es Schlaflosigkeit, Zittern und andere nervöse Erscheinungen, daher die bekannten Wirkungen von Kaffee und Thee.

Kaffee. Die Kaffeebohnen enthalten ausser Caffeïn, Fett, Kaffeegerbsäure, Zucker und Legumin. Beim Rösten derselben tritt das Fett an die Oberfläche, die Kaffeegerbsäure wird zerstört, der Zucker in Caramel verwandelt, die Bohnen nehmen an Gewicht ab, aber an Volumen bedeutend zu. Die Röstung darf aber nur bis zur hellbraunen Färbung der Bohnen ausgedehnt werden, weil sich sonst das Caffeïn verflüchtigen würde, die übrigen Bestandtheile verkohlt und brenzlige Producte gebildet würden.

Thee. Die Theeblätter enthalten ausser Caffeïn ein ätherisches Oel, das dem Thee sein Aroma verleiht, einen eiweissartigen Körper, Gerbsäure, Farbstoff etc.

IX. Gruppe der Eiweisskörper.

Unter dem Namen Eiweisskörper, Albuminate oder Proteinstoffe begreift man eine Anzahl indifferenter Verbindungen, welche einen wichtigen und wesentlichen Bestandtheil des Thierkörpers bilden und auch im Pflanzenreiche, namentlich in den Samen, enthalten sind. Sie enthalten alle C, H, N, O, S und einige auch P. Die chemische Constitution dieser Verbindungen ist gänzlich unbekannt, da sie nicht krystallisiren, nicht flüchtig sind und keine Verbindungen nach stöchiometrischen Gesetzen eingehen. Sie besitzen grosse Uebereinstimmung in ihren Eigenschaften, sowie in ihrer Zusammensetzung. Sie enthalten nämlich ungefähr: $53\frac{0}{10}$ C, $7\frac{0}{10}$ H, 22 — $23\frac{0}{10}$ O, 15 — $16\frac{0}{10}$ N, $1\frac{0}{10}$ S.

Die Eiweissstoffe erscheinen meist in zwei Modificationen, in einer löslichen und einer unlöslichen. Die erstere geht auf verschiedene Veranlassungen in die letztere über. Der Uebergang in den unlöslichen Zustand heisst das Gerinnen oder Coaguliren.

Die wässerige Lösung der Eiweisskörper wird durch Alkohol, Mineralsäuren (Phosphorsäure ausgenommen), Gerbsäure, sowie die meisten Salze der schweren Metalle gefällt. Die durch Metallsalze erzeugten Niederschläge, Albuminate, lösen sich im überschüssigen Fällungsmittel. (Verwendung der Eiweisskörper als Gegengift bei Metallvergiftungen.)

Die Eiweisskörper lösen sich in Alkalien auf und werden daraus durch Säuren, aber in veränderter Form, gefällt. Beim Erwärmen mit concentrirter Salzsäure werden sie violett, durch concentrirte Salpetersäure gelb und durch eine frische Lösung von Hg in Salpetersäure beim Erwärmen roth gefärbt. Beim Erhitzen schmelzen sie unter Aufblähen, Schwärzung und Verbreitung eines Geruchs nach verbrannten Federn, und hinterlassen eine lockere Kohle. Bei der Oxydation mit Braunstein und Schwefelsäure liefern sie Fettsäuren bis zur Capronsäure, sodann die Aldehyde dieser Säuren, sowie Benzoësäure und Bittermandelöl. In feuchtem Zustande gehen sie leicht in Fäulniss über und erzeugen eckelhaft riechende Zersetzungsproducte.

Die Eiweisskörper bilden den Hauptbestandtheil der sogenannten plastischen Nahrungsmittel.

Man theilt die Eiweisskörper in drei Gruppen:

1. Albumine, welche beim Erwärmen ihrer Lösung auf 60—70° coaguliren.
2. Caseïne, welche beim Erhitzen nur unvollständig, dagegen leicht und vollständig durch Einwirkung von Fermenten (Labmagen) gerinnen.
3. Fibrine, welche gerinnen, sobald sie dem Einflusse des lebenden Organismus entzogen werden.

1. Albumine.

Eieralbumin. Wird das Weisse der Hühnereier mit Wasser verdünnt filtrirt, die Lösung bei 50° verdunstet, so erhält man als Rückstand lösliches Eiweiss. Dieses bildet eine durchscheinende, amorphe, gelblichweisse Masse, welche im trocknen Zustande auf 100° und darüber erhitzt werden kann, ohne seine Löslichkeit einzubüssen. Erhitzt man aber eine Eiweisslösung auf 60—70°, so gerinnt sie. Die Gerinnung wird durch Gegenwart freier Alkalien verhindert. Eine Eiweisslösung gibt mit Alkohol, Gerbsäure, den meisten Mineralsäuren und Metallsalzen Niederschläge.

Das unlösliche Eiweiss erhält man beim Kochen des Weissen der Hühnereier; das coagulirte Eiweiss ist im frischen Zustande weiss, wird beim Trocknen gelb und hornartig.

Das Eiweiss ist ein wichtiges Nahrungsmittel. Man benützt es übrigens sehr häufig in der Industrie, zum Klären von Flüssigkeiten, weil es beim Gerinnen alle trübenden Theilchen einschliesst, ferner zum Appretiren, als Klebemittel beim Vergolden, als Bindemittel für gewisse Farben in der Färberei, mit Kalk gemengt als Kitt.

Eier. Das Hühnerei besteht aus der Eierschale (10%), dem Eiweiss (60%) und dem Dotter (30%). Die Eierschale besteht aus Calcium- und Magnesiumcarbonat, etwas Calciumphosphat und organischer Substanz.

Die in der Eierschale befindlichen Poren sind Ursache, dass durch die eindringende Luft der Inhalt leicht in Fäulniss übergeht, daher verstopft man diese Oeffnungen häufig mit Oel, Collodium, Wasserglas oder Kalk, wodurch sich die Eier länger halten.

Das Eiweiss im Hühnerei enthält etwa 12^o/_o Albumin in Wasser gelöst, ausserdem etwas Fett, Traubenzucker, Chloride und Phosphate und andere Salze.

Das Eigelb enthält ungefähr 16^o/_o eines Gemenges von Albumin und Vitelin (Casein) und etwa 21^o/_o eines rothgelben, aus Palmitin und Olein zusammengesetzten fetten Oeles (Eieröl). Die unorganischen Bestandtheile sind dieselben, wie die des Eiweisses.

Blutalbumin findet sich im Blutserum und unterscheidet sich vom Eialbumin vorzüglich dadurch, dass es durch Alkohol aus seinen Lösungen zwar gefällt wird, aber ohne sogleich seine Löslichkeit im Wasser dadurch einzubüssen.

Pflanzenalbumin fällt beim Aufkochen der Pflanzensäfte in Flocken und Klumpen nieder, und stimmt in seinen Eigenschaften mit dem thierischen Eiweiss überein.

2. Caseine.

Käsestoff, Casein findet sich in der Milch der Säugethiere.

Der lösliche Käsestoff wird erhalten durch Eindampfen der abgerahmten Milch unter 50°, Behandlung des Rückstandes mit Aether zur Entfernung des Fettes, Auflösen in Wasser und Fällen mit Alkohol. Es ist eine amorphe gelbliche Masse, welche in wässriger Lösung rasch in Fäulniss übergeht. Die Lösung gerinnt beim Kochen nicht, es scheidet sich aber daraus bei längerem Erhitzen das Casein an der Oberfläche und an den Gefässwänden in Form von Häuten (Milchhaut) allmählig aus. Das Casein wird wie das Eiweiss durch Alkohol, Gerbstoff, Mineralsäuren und Salze gefällt, unterscheidet sich aber von diesem dadurch, dass es auch durch organische Säuren, z. B. Essigsäure, und durch Labmagen gefällt wird.

Unlöslichen Käsestoff erhält man durch Fällen desselben aus abgerahmter Milch mittelst Essigsäure, Auswaschen und Auspressen des Niederschlags und Behandlung mit Aether. Frisch gefällt ist er eine weisse, bröcklige Masse, welche zu einer gelblichen, hornartigen Masse eintrocknet. Er ist unlöslich in Wasser, aber leicht löslich in kohlen sauren und ätzenden Alkalien.

Der Käsestoff bildet als Hauptbestandtheil der Milch und des Käse ein wichtiges Nahrungsmittel; man wendet ihn übrigens auch zu Kitten und als Bindemittel für Farben an.

Milch. Die Milch ist eine wässrige Lösung von Milchzucker, Käsestoff, Albumin und verschiedenen Salzen, in welcher kleine mit einem Häutchen

umschlossene Fettkügelchen umherschwimmeh. Die Kuhmilch hat eine Dichte von 1'01—1'04 und folgende Zusammensetzung:

Milchzucker	4'0	} 14 Proc.
Käsestoff	4'5	
Albumin	0'5	
Butter	4'5	
Aschenbestandtheile	0'5	
Wasser	86'0	Proc.

Unter den Aschenbestandtheilen finden sich Chloride der Alkalien, sowie Phosphate von Kalium, Calcium und Magnesium.

Die frische Milch reagirt neutral oder schwach alkalisch. Beim längeren Stehen der Milch an einem kühlen Orte steigen die Fettkügelchen an die Oberfläche und bilden den Rahm, welcher 10—14 Volumsprocente der Milch beträgt (Rahm m e s s e r).

In der Sommertemperatur bildet sich beim längeren Stehen der Milch an der Luft ein Ferment, welches den Milchzucker in Milchsäure umwandelt, wodurch die Ausscheidung des Käsestoffes bewirkt wird (saure Milch). Das Sauerwerden kann durch öfteres Aufkochen oder durch Zusatz von etwas Natriumbicarbonat einige Zeit aufgehalten werden.

Die Milch dient als vorzügliches Nahrungsmittel, zur Erzeugung von Butter, Käse, Milchzucker.

Käse. Man unterscheidet fette und magere Käse. Die fetten Käse werden aus der frischen, süssen nicht abgerahmten Milch dargestellt. Zu diesem Behufe erwärmt man die Milch auf 50° und bringt dazu im Wasser aufgeweichte Streifen von Labmagen. Der sich abscheidende Käsestoff hüllt das Fett ein und nimmt die grösste Menge der Phosphate auf. Er wird abgeseiht, gepresst, gesalzen und im Keller abliegen gelassen. Die ablaufende Flüssigkeit (süsse Molken) wird zur Gewinnung von Milchzucker verwendet. Beim Liegen, dem Reifen des Käses wird die eingeschlossene Butter durch den Einfluss des Käsestoffes zersetzt, indem flüchtige fette Säuren frei werden, die sich wieder mit dem Ammoniak, was sich aus dem Casein bildet, verbinden, und dem Käse den eigenthümlichen Geruch verleihen. Der eingeschlossene Milchzucker geht in Gährung, es entwickelt sich Kohlensäure, wodurch die bekannten Hohlräume (Emmenthaler) entstehen.

Die mageren Käse (Handkäse, Quargel) werden aus abgerahmter Milch durch Säurezusatz oder direct aus der sauren Milch dargestellt, indem man den abgeschiedenen Käsestoff (Topfen) auspresst, einsalzt und abliegen lässt.

Pflanzenkäsestoff, Legumin, findet sich hauptsächlich in den Hülsenfrüchten, aus denen man es durch Ausziehen mit heissem Wasser und Fällen der filtrirten Lösung mit Essigsäure darstellt. Es gleicht fast ganz dem Käsestoff der Milch.

In den Mandeln ist noch ein vom Legumin verschiedener Eiweisskörper, das Emulsin, enthalten, welches ein sehr wirksames Ferment für Amygdalin und Salicin ist.

3. Fibrine.

Blutfibrin findet sich gelöst im Blute, gerinnt aber rasch, sobald es dem lebenden Körper entzogen wird. Man erhält das Blutfibrin, wenn man frisches Blut während des Erkaltens quirlt und die

fadenartige Masse, die sich am Quirl anhängt, wäscht. Es ist eine weissgelbe, fasrige, elastische unlösliche Masse, welche getrocknet hornartig wird. Feuchtes Fibrin löst sich in Essigsäure, Alkalien und Salpeterlösung leicht auf; in salzsäurehaltigem Wasser quillt es zu einer gallertartigen Masse auf, ohne sich zu lösen. Mit Wasser gekocht wird es schwerer löslich und indifferent.

Blut. Das Blut der Säugethiere ist eine wasserhelle Flüssigkeit, in welcher eine grosse Anzahl kleiner, runder oder länglicher, rothgefärbter Körperchen, die Blutkörperchen, schwimmen, die dem Blute seine Farbe verleihen. Ausser diesen findet man noch farblose Körperchen, Fetttröpfchen und Chyluskörperchen. Das Blut besitzt einen eigenthümlichen Geruch, einen faden schwachsalzigen Geschmack und reagirt alkalisch. Wird es dem Organismus entzogen, so gerinnt es, indem das Fibrin in den unlöslichen Zustand übergeht und mit den eingeschlossenen Blutkörperchen eine dunkelrothe Gallerte bildet (Blutkuchen), der sich beim längeren Stehen zusammenzieht und eine gelbliche Flüssigkeit abscheidet (Blutserum). Wird aber das aus der Ader kommende Blut gequirlt, so scheidet sich nur das Fibrin aus und die Blutkörperchen bleiben im Serum suspendirt.

Das Blut des Menschen hat eine Dichte von 1.05 und folgende Zusammensetzung:

Blutkuchen	{ Fibrin 0.3 Blutkörper 12.7 }	13.0 Proc.
Blutserum	{ Albumin 7.0 Fette 0.1 Aschenbestandtheile 0.9 Wasser 79.0 }	87.0 Proc.

Die Blutkörperchen, welche bei verschiedenen Thieren verschiedene Grösse besitzen, bestehen aus Hämoglobin, welches die Eigenthümlichkeit besitzt, mit Sauerstoff und Kohlenoxyd lose Verbindungen zu bilden (arterielles Blut), und diese Gase wieder leicht abzugeben. Durch Behandlung mit Säuren und Alkalien spaltet sich das Hämoglobin in Eiweissstoffe (Globulin) und purpurrothe eisenhaltige Pigmente, worunter Hämatin und Hämin etwas näher bekannt sind. Behandelt man Blut oder Hämoglobin mit Eisessig in mässiger Wärme, so scheiden sich aus der schwarzrothen Lösung allmählig dunkelroth gefärbte Krystalle aus (Häminkrystalle), welche das sicherste Erkennungsmittel der Blutflecken in gerichtlichen Fällen sind.

Die Aschenbestandtheile des Blutes sind dieselben, wie der Eier und der Milch.

Muskelfibrin, Syntonin ist der Hauptbestandtheil des Muskelfleisches und wird aus diesem durch salzsäurehaltiges Wasser von $\frac{1}{10}$ 0/0 Säuregehalt ausgezogen. Die Lösung durch ein Alkali neutralisirt, erstarrt zu einer Gallerte, aus der sich das Muskelfibrin in Flocken abscheidet. Durch seine vollständige Löslichkeit in salzsäurehaltigem Wasser und seine Unlöslichkeit in Salpeterlösung unterscheidet sich das Muskelfibrin vom Blutfibrin.

Fleisch. Das Fleisch besteht aus langen, der Quere nach gestreiften, regelmässig neben einander gelagerten, zu kleineren oder grösseren Bündeln vereinigten Muskelfasern, die mit Zellgewebe, Nerven und Adern durchwebt, von Fett und einer wässerigen Flüssigkeit, der Fleischflüssigkeit innig durchdrungen und durch Sehnen mit den Knochen verbunden sind. Die relativen

Mengen der Bestandtheile des Fleisches variiren nach den verschiedenen Thieren, dem Alter und der Nahrung derselben. Im Fleische eines gemästeten Rindes betragen die festen Substanzen 61%, das Wasser 39%, während im Fleische eines mageren Ochsen 60% Wasser enthalten ist. In den Aschenbestandtheilen des Fleisches findet man so wie im Blute Chloride, Sulfate und Phosphate der Alkalien und des Calciums und Magnesiums. Im Fleische wiegen die Kalisalze, im Blute die Natronsalze (NaCl) vor.

Werden 100 Th. zerhacktes Fleisch wiederholt mit kaltem Wasser behandelt, so lösen sich 6 Th. fester Substanzen auf. Darunter sind 3 Th. Albumin und Hämoglobin und 3 Th. nicht gerinnende Fleischbestandtheile. Die so erhaltene Fleischflüssigkeit reagirt sauer und sondert beim Kochen eine schaumige Masse ab von geronnenem Eiweiss und Hämoglobin. Die vom Gerinnsel getrennte saure Flüssigkeit (Fleischbrühe) enthält Kreatin, Kreatinin, Sarcin, Xanthin (alkalisch reagirende, amidartige Verbindungen), dann Fleischmilchsäure, Inossinsäure, $\frac{4}{5}$ aller Salze des Fleisches und noch andere weniger bekannte Substanzen.

Beim Kochen des Fleisches, wobei man dasselbe mit kaltem Wasser anstellt und zum Sieden erhitzt, werden anfangs die löslichen Bestandtheile an der Oberfläche aufgelöst und gehen in die Fleischbrühe über. Sobald die Hitze aber auf 70° gestiegen ist, coagulirt das Eiweiss auf der äusseren Schichte und verhindert das weitere Auslaugen. Beim Kochen werden ferner die leimgebenden Substanzen in Leim verwandelt und gelöst, ein Theil Fett schmilzt und schwimmt auf der Oberfläche.

Bei kurzem Kochen erhält man ein saftiges, wohlschmeckendes, nahrhaftes Fleisch, bei längerem Kochen dagegen wird die Muskelfaser hornartig, geschmacklos und unverdaulich.

Das Braten des Fleisches ist ein Kochen desselben in den Flüssigkeiten, die es selbst enthält. Durch die starke Hitze wird schnell eine undurchdringliche Hülle gebildet, welche man durch Uebergiessen mit Fett vor dem Austrocknen und Anbrennen schützt. Gebratenes Fleisch enthält somit fast alle ursprünglichen Bestandtheile und ist daher sehr nahrhaft und leicht verdaulich.

Der Liebig'sche Fleischextract, welcher in Südamerika, wo man Tausende von Rindern und Schafen blos der Häute wegen schlachtet, fabrikmässig bereitet wird, ist Fleischbrühe, welche im Wasserbade eingedickt wurde. Er enthält alle Bestandtheile der Fleischflüssigkeit mit Ausnahme von Eiweiss.

Pflanzenfibrin ist der Hauptbestandtheil des im Samen der Getreidearten enthaltenen Klebers. Wird dieser mit Alkohol behandelt, so löst sich der eine Bestandtheil, der Pflanzenleim, auf, während das Pflanzenfibrin als eine grauweisse, elastischzähe Masse ungelöst zurückbleibt. Es ist in verdünnten Alkalien löslich und wird aus der Lösung durch Essigsäure gefällt. Auch in sehr verdünnter Salzsäure ist es löslich. Beim Keimen des Getreides geht das Pflanzenfibrin in einen noch nicht rein dargestellten eiweissartigen Körper, in Diastase, über, welche im Wasser löslich ist, beim Kochen nicht gerinnt und durch Alkohol gefällt wird. Sie ist im Malz und Malzauszug enthalten und vermag grosse Mengen von Stärkemehl in Dextrin und Traubenzucker zu verwandeln.

Der Kleber ist als Bestandtheil des Mehls ein wichtiges Nahrungsmittel.

Albuminoide oder eiweissähnliche Stoffe.

Hornstoff oder Keratin.

Der Hornstoff bildet die Hauptmasse der Oberhaut der thierischen Haut und der Fortsetzungen und Bedeckungen derselben, wie der Nägel, Klauen, Hörner, Haare, Borsten, Federn, des Fischbeins und des Schildpatts. Er unterscheidet sich von den Eiweisskörpern durch seinen hohen Schwefelgehalt, der oft 5% erreicht, daher kommt es, dass Haare, Federn, Horn etc. durch Erwärmen mit einer Bleilösung vom gebildeten Schwefelblei geschwärzt werden. Der Hornstoff wird durch Kochen mit Wasser weich und quillt, ohne sich zu lösen, auf; er löst sich aber leicht in Alkalien. Durch Salpetersäure wird er gelb gefärbt.

Der Hornstoff findet sehr vielseitige Verwendung: in Form von Horn und Schildpatt zu Kämmen, Messerheften, Knöpfen, als Wolle zu Gespinnsten und Geweben, die Abfälle der Hornsubstanzen als Düngemittel, zur Blutlaugensalzerzeugung etc.

Leimsubstanzen.

Unter Leim versteht man eine eiweissähnliche Substanz, welche in heissem Wasser löslich ist und deren Lösung beim Erkalten zu einer Gallerte erstarrt.

Der Leim ist nicht fertig gebildet im Thierkörper enthalten, sondern entsteht erst durch anhaltendes Kochen verschiedener Bestandtheile des Thierkörpers, der sogenannten leimgebenden Substanzen.

Hierher gehören die mittleren Partien der Haut (Lederhaut), die Sehnen, die Bänder der Knochen, die Knorpel, die Wände der Adern und anderer Gefässe, die inneren Schleimhäute, das Zellgewebe und viele andere Theile des Thierkörpers.

Der Leim ist von den Eiweisskörpern durch das Gelatiniren seiner Lösung beim Erkalten und durch seine Nichtfällbarkeit durch Salpetersäure unterschieden. Man unterscheidet einen Knochenleim und Knorpelleim.

Knochenleim oder **Glutin** nennt man den Leim, den man durch Kochen der Knochen, der Haut und Sehnen oder der Schwimmblase gewisser Fische erhält. Knochenleimlösungen werden von Alaun-, Blei- und Ferridsalzen nicht gefällt.

Knorpelleim oder **Chondrin** wird durch Kochen der permanenten Knorpel, die wir in der Nase, den Ohren, der Luftröhre, den Rippenknorpeln und den Knochen vor der Ossification antreffen, dargestellt. Er ist dem Knochenleim ganz ähnlich, unterscheidet sich von

diesem aber dadurch, dass er aus seinen Lösungen durch Alaun, Blei- und Ferridsalze gefällt wird. In technischer Beziehung wird zwischen beiden Leimsorten kein Unterschied gemacht.

Um aus Knochen Leim zu gewinnen, werden sie entfettet, durch Salzsäure von der Knochenerde befreit und hierauf durch Kochen in Gallerte verwandelt. Die erkaltete Gallerte wird mittelst Draht in dünne Tafeln geschnitten und auf Netzen an der Luft oder in Trockenstuben getrocknet.

Aus Hautabfällen erhält man Leim, indem man dieselben durch längere Zeit in Kalkmilch einweicht, um Fett und andere Substanzen zu entfernen, dann mit Wasser wäscht und zu Leim versiedet.

Die innere Haut der Schwimmblase des Hausens und Störs (Hausenblase) geht schon beim gelinden Erwärmen mit Wasser in Leim über, der durch seine Geruch- und Geschmacklosigkeit ausgezeichnet ist und zum Appretiren der Seidenzeuge, zur Bereitung von Gelées, von Kitt etc. angewendet wird. Die kaltbereitete Hausenblasenlösung wird auch zum Klären von trüben Flüssigkeiten, Wein, Bier etc. verwendet.

Der reine Leim, Gelatine genannt, ist eine farblose, durchsichtige, spröde Masse, ohne Geschmack. Die gelben und braunen Sorten heisst man Tischlerleim. Der Leim quillt im kalten Wasser zu einer undurchsichtigen weichen Masse auf; erwärmt man ihn dann, so löst er sich zu einer dicklichen Flüssigkeit, die beim Erkalten selbst dann noch gelatinirt, wenn sie nur 1⁰/₁₀ Leim enthält. Durch längeres Kochen verliert der Leim die Fähigkeit, zu gelatiniren, sowie auf Zusatz von Essigsäure (flüssiger Leim). Mit Zucker und Gummi versetzt bildet er den Mundleim. Gerbstoff gibt in Leimlösungen einen flockigen, gelben Niederschlag.

Knochen. Die Knochen enthalten $\frac{1}{3}$ organische Substanzen, Knochenknorpel und Fett und $\frac{2}{3}$ unorganische Stoffe, Knochenerde, Knochenasche. Die Knochen eines erwachsenen Menschen enthalten:

Leimgebende Substanz	32	} 33 Proc.
Fett	1	
Calciumphosphat	57	} 67 Proc.
Calciumcarbonat	8	
Calciumfluorid	1	
Magnesiumphosphat	1	

Kaltes Wasser löst von den Knochen nichts auf; kocht man sie mit Wasser, so wird ausser dem Fett nur die in den äusseren Theilen liegende Knorpelsubstanz als Leim ausgezogen. Vollständig erfolgt diese Ausziehung nur bei Einwirkung von Hochdruckdämpfen. Lässt man die Einwirkung von gespanntem Dampf nur kurze Zeit andauern, so wird vorzugsweise nur das Fett ausgezogen, welches zur Seifenbereitung Verwendung findet. Die entfetteten (gedämpften) Knochen werden beim Trocknen spröde, so dass sie sich leicht pulvern lassen. Solches gedämpftes Knochenmehl wird als werthvolles Düngemittel verwendet. Salzsäure löst alle unorganischen Stoffe der Knochen auf, während Knochenknorpel zurückbleibt und zu Leim ver-

sotten werden kann. Aus der salzsauren Lösung kann das Calciumphosphat wieder durch Kalk gefällt und zur Phosphorfabrikation verwendet werden. Durch Glühen der Knochen an der Luft wird die organische Substanz verbrannt, während die unorganische Knochenmasse als Knochenasche zur Phosphorerzeugung gebraucht wird. Durch Glühen der Knochen bei Luftabschluss erhält man die Knochenkohle, Spodium, welches man zum Klären und Entfärben von Flüssigkeiten verwendet. Durch Behandlung der Knochenkohle mit Salzsäure wird die Knochenasche gelöst, wodurch die entfärbende Wirkung bedeutend erhöht wird.

Thierische Haut. Man kann an der Haut der höheren Thiere drei wesentlich verschiedene Schichten unterscheiden: Fig 11. Die Oberhaut, Epidermis, bestehend aus der Hornschicht *A* und der Schleimschicht *B*, die Lederhaut *C* und das Unterhautzellgewebe *D*. Die äusserste

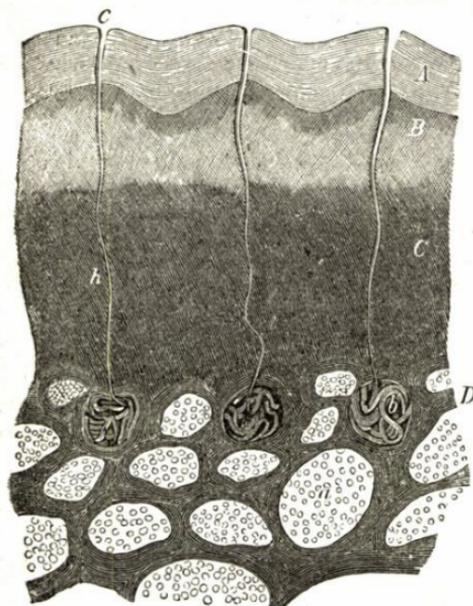


Fig. 11.

Schicht der Oberhaut, die Hornschicht, besteht aus platten, vertrockneten, aus Hornstoff bestehenden Zellen. Unter diesen befindet sich die Schleimschicht, bestehend aus vollen mit Flüssigkeit und Kernen angefüllten Zellen, die sich in dem Masse, als sie sich der Hornschicht nähern, abplatteln und austrocknen. Die Oberhaut als Hornstoff ist löslich in Alkalien und fault im feuchten Zustande leicht. Beide Schichten enthalten weder Nerven noch Blutgefässe. Die Lederhaut, welche die eigentliche Hauptmasse der Haut bildet, besteht aus leimgebender Substanz, den sehr innig verfilzten Bindegewebsfasern, welche von Nerven und Blutgefässen durchzogen sind. Sie wird von Alkalien nicht verändert, von Säuren wird sie geschwellt, d. h. sie nimmt an Dicke bedeutend zu und wird durchscheinend. Das Unterhautzellgewebe ist aus lockerem Bindegewebe zusammengesetzt und enthält zweierlei Arten von Drüsen und Canälen, von denen die einen, die Schweißdrüsen, eine wässerige, fette Säuren, Harnstoff, Kohlensäure und Kochsalz enthaltende Flüssigkeit, den Schweiß, die anderen, die Talgdrüsen, eine fettige Masse, die Hautschmiere, absondern. Das Unterhautzellgewebe wird durch Alkalien leicht gelockert und geht leicht in Fäulniß über.

Leder. Die thierische Haut ist zwar im feuchten Zustande geschmeidig, aber geht gar bald in stinkende Fäulniß über. Im trockenen Zustande aber ist sie hart und spröde, dieses kommt daher, weil die Fasern beim Trocknen zusammenkleben und die Geschmeidigkeit dadurch verloren geht. Verhindert man das Zusammenkleben durch rasches Trocknen, wie dieses durch Behandlung mit Alkohol und Aether geschehen kann, so bleibt die Haut geschmeidig und hat das Ansehen eines weissegaren Leders, allein durch Feuchtigkeit kehrt der ursprüngliche Zustand wieder zurück.

Gewisse Körper, wie Gerbstoffe, Metallsalze, Fette, haben die Eigenschaft, sich mit der Bindegewebsfaser chemisch zu verbinden oder sie zu isoliren, indem sie sich mechanisch um dieselbe ablagern und so das Zusammen-

kleben derselben verhindern, Luft und Feuchtigkeit abhalten, die Haut vor Fäulniss bewahren und sie geschmeidig machen. Eine so zubereitete Haut heisst Leder. Die Umwandlung der Häute in Leder ist Aufgabe der Gerberei.

Man unterscheidet je nach dem angewendeten Gerbematerial drei Arten von Gerberei, u. zw.:

1. Roth- oder Lohgerberei,
2. Weissgerberei,
3. Sämsichgerberei.

Jede Art Gerberei zerfällt in vier Hauptoperationen: 1. Das Reinmachen der Haut, 2. das Schwellen, 3. das Gerben, 4. das Zurichten.

Das Reinmachen hat den Zweck, die Haut vom Schmutz, dem an der Fleisch- oder Aasseite anhängenden Zellgewebe, Fett und den Fleischtheilen zu befreien, sowie die Haare an der Narbenseite zu entfernen. Man weicht zu diesem Zwecke die Häute in Wasser ein, wäscht sie und entfernt auf dem Schabebaum mit einem stumpfen Messer die an der Fleischseite hängenden Theile. Zum Enthaaren werden die Häute durch das Kalken oder Schwitzen vorbereitet. Das Kalken nimmt man in Kalkäschern vor, welche mit Kalkmilch angefüllt sind. In diese werden die Häute so lange gehängt, bis die Hornschicht der Haut und die Haarwurzeln soweit aufgelockert sind, dass sich die Haare leicht ausziehen lassen. Den gleichen Zweck erreicht man noch schneller durch Einreiben der Haarseite mit Schwefelalkalien (Gaskalk, Schwefelnatrium). Das Schwitzen wendet man nur bei starken Häuten an. Man salzt die Häute an der Fleischseite ein und legt sie in grosse Behälter (Schwitzkästen) so übereinander, dass sich immer zwei Fleischseiten und zwei Haarseiten berühren. Die alsbald eintretende Fäulniss der Oberhaut lockert die Haare, während die eigentliche Haut durch das Salz vor Fäulniss bewahrt wird. Nach dem Kalken oder Schwitzen wäscht man die Haut und schabt die Haare auf dem Schabebaum mit dem Schabemesser ab, wobei auch die Oberhaut entfernt und die obere Seite der Lohhaut, die Narbe, blossgelegt wird. Die gereinigte Haut, Blösse genannt, muss dann geschwellt werden. Dieses geschieht durch Eintauchen der Häute in verdünnte Säuren, Schwellbeizen, welche die noch vom Kalken zurückgebliebenen Alkalien entfernen und eine Auflockerung des Bindegewebes bezwecken, damit dieses die Gerbemittel vollständiger aufnehmen kann. Als Schwellbeizen benutzt man verdünnte Mineralsäuren oder gegohrenes Gersten- oder Haferschrot (weisse Beize), worin Essig- und Milchsäure sich befinden, oder gebrauchte Lohbrühe (rothe Beize), in welcher Essig-, Butter-, Milch- und Gallussäure als wirksame Bestandtheile auftreten.

Nach diesen vorbereitenden Arbeiten werden die Häute gegerbt.

In der Roth- oder Lohgerberei benützt man zum Gerben gerbstoffhaltige Materialien, Fichtenrinde (Fichtenlohe), Eichenrinde, Knopperrn, Valonea, Galläpfel, Weidenrinde, Sumach etc. Man unterscheidet ein Gerben in der Lohgrube (Versetzen) und ein Gerben in der Lohbrühe (Einmachen). Nach der ersteren Methode werden die Häute in tiefen Gruben abwechselnd mit Lohe- oder Knopperrnmehl geschichtet, mit Lohbrühe übergossen und mit Steinen beschwert. Nach 2—3 Monaten werden die Häute herausgenommen und mit frischer Lohe in verkehrter Ordnung wieder eingelegt, was so oft wiederholt wird bis sie gar sind. Beim Gerben in der Lohbrühe legt man die Häute anfangs in schwachen, dann in einen stärkeren und zuletzt in einen ganz concentrirten Lohextract.

In der Weiss- oder Alaungerberei wird als Gerbemittel ein Gemenge von Alaun und Kochsalz verwendet, worin das sich bildende Aluminiumchlorid der wirksame Stoff ist. Man zieht die Häute mehrmals durch

die Gerbebrühe, lässt sie dann übereinander geschichtet liegen, wäscht und hängt sie zum Trocknen auf. Die Steifigkeit wird den Häuten durch das Stollen (Ausziehen über einer stumpfen Eisenklinge) benommen. Zu Handschuhen werden die Häute von jungen Ziegen und Lämmern mittelst eines Gemisches von Weizenmehl, Alaun, Kochsalz, Eierdottern und Wasser gegerbt.

In der Sämischgerberei wendet man Fett, vorzugsweise Fischthran, als Gerbemittel an. Die Häute (Gemsen-, Hirsch-, Reh-, Ziegen- und Schaffelle) werden enthaart und nachdem man auch die Narbe weggenommen, geschwellt, hierauf mit Thran eingeschmiert, gewalkt und an die Luft gehängt. Das Fett erleidet an der Luft durch Oxydation eine eigenthümliche Veränderung. Um das nur mechanisch aufgenommene Fett zu entfernen, werden die Felle mit einer lauwarmen Lösung von Soda oder Pottasche gewaschen und hierauf getrocknet. Das sämischgare Leder (Waschleder) wird wegen seiner Weichheit und Geschmeidigkeit besonders zu Bekleidungsgegenständen verarbeitet.

Das Zurichten der gegerbten Haut bezweckt, derselben den nöthigen Grad von Weichheit und Geschmeidigkeit zu verschaffen, ihr eine reine Aasseite und gefällig aussehende Narbenseite so wie überhaupt ein für den Verkauf passendes Aeusseres zu geben. Dies erreicht man durch mannigfache Operationen wie: Einschmieren mit Fett, Walken, Stollen, Falzen, Krispeln, Blanchiren, Färben, Wachsen, Lackiren etc.

Anhang zur Gruppe der Eiweisskörper.

Fäulniss.

Viele organische Substanzen, namentlich die Eiweisskörper und Leims-substanzen, erleiden, wenn sie im feuchten Zustande der Luft ausgesetzt werden, oder auch nur kurze Zeit mit der Luft in Berührung kommen, eine freiwillige Zersetzung, wobei sich die organische Substanz in immer einfachere Verbindungen auflöst und schliesslich in die einfachsten Verbindungen, als Kohlensäure, Kohlenwasserstoff, Wasser, Ammoniak, Schwefelwasserstoff zerfällt. Man nennt eine solche freiwillige Zersetzung Fäulniss. Diese findet statt nur bei einer Temperatur zwischen 0° und 100°, am leichtesten bei 20—40°. Die fäulnissfähigen Körper faulen, theils weil ihnen überhaupt das Bestreben innewohnt, sich molekular zu verändern, theils weil die in der Luft stets anwesenden Keime von Pflanzen- und Thierorganismen Anlass dazu geben. Sobald diese Keime in die fäulnissfähigen Stoffe gelangen, verwenden sie dieselben zu ihrer Ernährung und entwickeln sich mit grosser Schnelligkeit zu mikroskopischen Pflänzchen (Pilze) oder Thierchen (Infusorien), durch deren Lebensprocess und Absterben die Bildung der zahlreichen Verbindungen veranlasst wird, die im Verlauf des Fäulnissprocesses auftreten.

Die Producte der Fäulniss sind theilweise verschieden, je nachdem dieselbe bei Luftabschluss oder doch sehr gehindertem Luftzutritte, oder bei vollkommenem oder wenig gehindertem Luftzutritt stattfindet.

Im ersteren Falle vereinigen sich die Elementarbestandtheile unter sich zu einfachen Verbindungen, und zwar: der Kohlenstoff mit

Sauerstoff zu Kohlensäure und mit Wasserstoff zu Sumpfgas, ein anderer Theil Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser, mit Schwefel zu Schwefelwasserstoff und mit Stickstoff zu Ammoniak. Dabei reicht aber der vorhandene Sauerstoff und Wasserstoff nicht aus, den ganzen Kohlenstoff in gasförmige Verbindungen zu verwandeln, daher wird die faulende Substanz relativ immer kohlenstoffreicher, färbt sich immer mehr braun, endlich schwarz und es bleibt schliesslich nur Kohlenstoff zurück. (Torf, Braunkohlen, Steinkohlen.)

Bleiben die faulenden Substanzen in Berührung mit Luft, so gehen sie durch eine grosse Reihe von Zwischengliedern (Humus, Moder) in die einfachsten Oxydations- und Zerlegungsproducte, Kohlensäure, Wasser und Ammoniak über. Diese Art der Fäulniss nennt man Verwesung oder Vermoderung.

Organische Stoffe können auf verschiedene Weise vor Fäulniss geschützt und längere Zeit unverändert aufbewahrt oder conservirt werden. Man erreicht dieses hauptsächlich durch folgende Mittel: 1. Durch Abhalten der Luft (Appert'sche Methode). 2. Durch Trocknen (Obst). 3. Durch Frostkälte (Eiskeller). 4. Durch Siedhitze. 5. Durch fäulnisswidrige Substanzen. Hieher gehören: Kohlenpulver, Alkohol und Glycerin (anatomische Präparate), Zucker (Einsieden), Gerbsäure (Leder), Kreosot (Räuchern), Paraffin, Phenol, Salicylsäure, dann arsenige Säure (Thierbälge) und viele Metallsalze, wie Kochsalz (Einsalzen), Quecksilberchlorid, Kupfervitriol, Eisenvitriol (Imprägniren von Holz), Alaun, Zinkchlorid u. s. w. Diese Stoffe wirken fäulnisswidrig, weil sie entweder den organischen Substanzen das Wasser entziehen (Alkohol), oder indem sie die Keime tödten oder ihre Entwicklung verhindern.

Sachregister.

	Seite		Seite
A.			
Acetaldehyd	32	Aethylenchlorid	42
Acetamid	37	Aethylenglycol	42
Acetate	34	Aethylenjodid	42
Aceton	37	Aethylenoxyd	43
Acetonitril	38	Aethylformat	30
Acetylchlorid	36	Aethyljodid	29
Acetylen	46	Aethylmercaptan	28
Acetylenreihe	49	Aethylnitrat	30
Acetylverbindungen	32	Aethylnitrit	30
Aconitin	122	Aethylschwefelsäure	30
Acrolein	57	Aethylsulfid	28
Acrylsäure	57	Aethylverbindungen	25
Aepfeläther	64	Aethylwasserstoff	25
Aepfelsäure	61	Albuminate	123
Aesculin	92	Albumine	124
Aethan	25	Albuminoide	129
Aethangruppe	25	Aldehyd	32
Aether	27	Aldehydammoniak	33
Aether, einfache	39	Aldehyde	40
Aether, gemischte	39	Alizarin	105
Aether, zusammengesetzte	40	Alkaloide	118
Aetherische Oele	106	Alkohol	25
Aethersäuren	40	Alkoholate	39
Aethylacetat	36	Alkohole	39
Aethylalkohol	25	Alkohole, secundäre	53
Aethyläther	27	Alkohole, tertiäre	59
Aethylamin	31	Alkoholometrie	27
Aethylbromid	29	Alkana	114
Aethylbutyrat	60	Allylalkohol	56
Aethylchlorid	28	Allyljodid	56
Aethylcyanid	29	Allylsulfid	56
Aethylen	41	Allylsulfocarbylamid	56
Aethylenäther	43	Aluminiumacetat	35
Aethylenalkohol	42	Ameisensäure	23
Aethylenbromid	42	Amide	41
Aethylenchlorhydrin	43	Aminbasen	40
		Aminsäuren	48

	Seite		Seite
Ammoniumacetat	35	Borneocampher	109
Ammoniumbasen	40	Branntwein	87
Ammoniumformat	24	Brasilienholz	115
Ammoniumoxalat	45	Brasilin	115
Amygdalin	92	Brechweinstein	62
Amylacetat	64	Brenzcatechin	96
Amylalkohol	64	Brot	89
Amyloid	82	Brucin	121
Amylvalerat	64	Burgunderpech	110
Amylum	79	Butan	58
Anchusin	114	Butangruppe	58
Anilin	97	Buttersäure	59
Anilinfarben	98	Buttersäureäther	60
Anilinöl	97	Buttersäuregärung	84
Anthracen	105	Butylalkohol	58
Anthrachinon	105	Butylwasserstoff	58
Arabin	78		
Aromatische Substanzen	92	C.	
Arrow root	81	Caffein	123
Asa fötida	112	Campecheholz	117
Asant	112	Campher	108
Asphalt	111	Canadabalsam	110
Atomverkettung	7	Capronsäure	65
Atropin	122	Caramel	74
B.		Carbamid	18
Balsame	110	Carmin	115
Bassorin	78	Carminsäure	115
Baumwolle	82	Carthamin	114
Beizen	117	Casein	125
Benzaldehyd	99	Cellulose	81
Benzoëharz	111	Cetylalkohol	65
Benzoësäure	100	Chloral	33
Benzol	94	Chloralhydrat	33
Benzolgruppe	94	Chlorbenzol	94
Benzylalkohol	99	Chloressigsäuren	36
Benzylverbindungen	99	Chloroform	22
Bergtheer	111	Chlorophyl	116
Berlinerblau	16	Chinasäure	121
Bernstein	111	Chinin	122
Bernsteinsäure	60	Chinoidin	122
Blattgrün	116	Chinon	96
Blauholz	117	Chocolade	123
Blausäure	13	Chondrin	129
Bleiacetat	35	Chromogene	113
Bleiessig	35	Chrysothamin	116
Bleizucker	35	Cinchonin	122
Blut	127	Cinnamol	103
Blutalbumin	125	Citronensäure	63
Blutfibrin	126	Cochenille	115
Blutlaugensalz, gelbes	16	Collodium	82
" " rothes	17	Colophonium	110
Bier	86	Coniin	119
Birnenäther	64	Constitution org. Verb.	6
Bittermandelöl	99	Conylen	119
		Copaivabalsam	110

	Seite
Copal	111
Cressol	98
Curarin	121
Curcuma	115
Curcumin	115
Cyan	12
Cyanide	40
Cyankalium	14
Cyanmelid	17
Cyansäure	17
Cyanursäure	18
Cyanverbindungen	11
Cyanwasserstoff	13

D.

Dammarharz	111
Dextrin	78
Dextrose	76
Diäthyl	58
Diäthylamin	31
Diastase	128
Dihydroxytoluol	98
Dimethyl	25
Dualin	56
Dynamit	56

E.

Ebonit	113
Eier	124
Eieralbumin	124
Eisenacetat	35
Eisessig	34
Eiweisskörper	123
Elaidinsäure	66
Elementaranalyse	2
Emulsin	126
Emulsionen	68
Erythrit	63
Essig	89
Essigäther	36
Essigsäure	33
Essigsäureanhydrid	36

F.

Färberei	117
Fäulniss	133
Farbstoffe	113
Fernambuk	115
Ferridcyan	16
Ferrocyan	15
Ferrocyanwasserstoff	16
Fette	67
Fettkörper	20
Fibrine	126
Fichtenharz	110
Fisetholz	115

	Seite
Flachs	82
Fleisch	127
Fleischextract	128
Fleischmilchsäure	54
Formaldehyd	23
Formamid	24
Formeln emp. u. rat.	6
Formylverbindungen	23
Fruchtzucker	77
Fuchsin	98
Fuselöl	88
Fustin	115

G.

Gährung	83
" geistige	83
" saure	84
" schleimige	84
Gallussäure	101
Gelbbeeren	116
Garancin	114
Gelatin	129
Gelbholz	115
Gerberei	132
Gerbsäure	90
Glutin	129
Glyceride	55
Glycerin	54
Glycerine	48
Glycerinsäure	55
Glycocoll	44
Glycogen	81
Glycolaminsäure	44
Glycole	47
Glycolsäure	43
Glycosan	76
Glycose	76
Glycoside	90
Grünspan	35
Guajacharz	111
Gummiarten	78
Gummielasticum	112
Gummiguttæ	112
Gummiharze	112
Gummilack	111
Guttapercha	113

H.

Hämatein	117
Hämatin	127
Hämatoxylin	117
Hämin	127
Hämoglobin	127
Haloidäther	39
Hanf	82

	Seite		Seite
Harnsäure	19	Kleber	128
Harnstoff	18	Kleesalz	45
Harnzucker	76	Kleister	86
Hartgummi	113	Knallquecksilber	19
Hartharze	111	Knallsäure	19
Harze	109	Knoblauchöl	56
Hausenblase	130	Knochen	130
Haut	131	Knochenleim	129
Heterologe Reihen	10, 50	Kohlenhydrate	71
Hexylalkohol	64	Kohlenwasserstoffe	39
Hippursäure	100	Krapp	114
Homologe Reihen	10, 50	Kreosol	93
Hornstoff	129	Kreosot	98
Hydrine	47	Krümmelzucker	76
Hydrochinon	96	Kupferacetat	35
I.		L.	
Indican	102	Lackfarben	113
Indigblau	102	Lackfirnisse	113
Indigcarmin	102	Lackmus	116
Indigo	102	Lactose	75
Indigogruppe	101	Leder	131
Indigoküpen	102, 117	Legumin	126
Indigolösung	102	Leim	129
Indigschwefelsäure	102	Leimsubstanzen	129
Indigotin	102	Leinölsäure	67
Indigoweiss	102	Levulose	77
Indol	103	Lichenin	81
Inulin	81	Ligroin	71
Invertzucker	75	Luteolin	116
Isatin	103	M.	
Isoäthylcyanid	29	Malonsäure	54
Isobutylalkohol	59	Mannit	65
Isomerin	9	Mastix	111
Isomethylcyanid	23	Meconin	120
Isopropylalkohol	52	Meconsäure	120
Isopropyljodid	53	Melezitose	75
J.		Melitose	75
Judenpech	111	Mercaptane	39
K.		Mercaptide	39
Käse	126	Methan	20
Käsestoff	125	Methangruppe	20
Kaffee	123	Methylalkohol	21
Kaliumacetat	35	Methyläther	21
Kaliumcyanid	14	Methyläthyläther	28
Kaliumferridecyanid	16	Methylbenzole	97
Kaliumferrocyanid	16	Methylchlorid	22
Kaliumoxalat	45	Methylcyanid	22
Kaliumstibiumtartrat	62	Methyltheobromin	123
Kaliumtartrat	62	Methylverbindungen	21
Kautschuk	112	Methylwasserstoff	20
Keratin	129	Milch	125
Ketone	41	Milchsäure	53
		Milchsäuregährung	84

	Seite		Seite
Milchsäurereihe	47	Phtalsäure	105
Milchzucker	75	Phyllocyanin	116
Mirbanöl	96	Phylloxanthin	116
Molekularformel-Ermittelung	4	Pikrinsäure	95
Morin	115	Pininsäure	110
Morphin	121	Platincyanverbindungen	17
Murexyd	19	Polychroit	116
Muskelfibrin	127	Populin	92
Mycose	75	Propan	52
Myrihe	112	Propangruppe	52
		Propylalkohol	52
N.		Propylenalkohol	53
Naphta	71	Propylwasserstoff	52
Naphtalin	104	Propionitril	29
Naphtalinfarben	104	Propionsäure	53
Natriumacetat	35	Purpurin	106, 114
Nicotin	119	Purpursäure	19
Nitrile	41	Pyrogallussäure	96
Nitrobenzol	96	Pyroxilin	82
Nitroglycerin	55		
Nitroprussidverbindungen	17	Q.	
Nitrotoluol	98	Quecksilbercyanid	14
		Quercetin	115
O.		Quercitrin	92, 115
Oelsäure	66	Quercitron	115
Oelsäurereihe	48		
Olefine	47	R.	
Opium	120	Radicale, organische	6
Orcin	114	Resorcin	96
Orlean	116	Rhexit	56
Orseille	114	Rohrzucker	72
Oxalsäure	44	Rothbeize	35
Oxal-äurereihe	48	Rubierythrinssäure	91
Oxamid	45	Rumäther	30
Oxaminsäure	46		
		S.	
P.		Saccharose	72
Palmitinsäure	65	Saccharate	75
Paracyan	15	Saccharometrie	77
Paraffin	71	Safflor	114
Pergamentpapier	82	Safran	116
Perubalsam	114	Saftgrün	116
Petroleum	71	Sago	81
Petroleumäther	71	Salicin	91
Pflanzenalbumin	125	Salicylaldehyd	101
Pflanzenbasen	118	Salicylsäure	101
Pflanzenfette	68	Salicylverbindungen	100
Pflanzenfibrin	128	Saligenin	100
Pflanzenkäsestoff	126	Salpeteräther	30
Pflanzenlacke	113	Sandelholz	115
Pflanzenleim	128	Sandarak	111
Pflaster	69	Santalin	115
Phenol	95	Säuren, fette	40
Phenylamin	97	Schellak	111
Phloridzin	92	Schiessbaumwolle	82

	Seite		Seite
Schnellessig	89	Traubenzucker	76
Schwarzbeize	35	Trehalose	75
Seifen	68	Triäthylamin	31
Seignettesalz	62	Trinitrin	55
Senföl	53	Trinitrophenol	95
Spiritus	87	Tunicin	82
Sprengöl	55	Turnbullsblau	16
Stärkegummi	78		
Stärkemehl	79	V.	
Stärkezucker	76	Valeriansäure	64
Stearinkerzen	69	Veratrin	122
Stearinsäure	65	Verseifung	66
Steinöl	70	Verwesung	134
Storax	111		
Structur, chemische	7	W.	
Strichnin	121	Wacharten	70
Styrol	103	Waidküpe	117
Sulfäther	39	Wallrath	65
Sulfocycansäure	19	Wasserstoffarme Verbindungen	48
Sumpfgas	20	Wau	116
Sumpfgasreihe	39	Weichharze	110
Sylvinsäure	110	Weihrauch	111
Synthese organischer Verbindungen	11	Wein	85
Syntonin	127	Weingeist	25
		Weingeistfirnisse	113
T.		Weinsäure	61
Tabak	120	Weinstein	62
Tannin	90		
Terpene	107	X.	
Terpentin	110	Xanthorhamnin	116
Terpentinöl	107	Xyloidin	81
Terpentinölfirnisse	113		
Teträthylammonium	32	Z.	
Thee	123	Zimmtaldehyd	103
Theobromin	122	Zimmtalkohol	103
Thierfette	68	Zimmtgruppe	103
Toluidin	98	Zimmtsäure	103
Toluol	97	Zeugdruckerei	18
Traubensäure	63	Zuckerarten	72



