

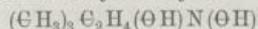
**Biliprasin:**  $C_{16}H_{22}N_2O_6$ . Glänzende, schwarze Masse, gepulvert Biliprasin.  
grünlich-schwarz, unlöslich in Wasser, Aether und Chloroform, in Wein-  
geist leicht mit grüner Farbe; auch in Alkalien löslich.

Ihren Formeln nach stehen diese Pigmente zu einander in sehr nahen  
Beziehungen.

Ihre Lösungen mit Salpetersäure, oder besser noch mit Salpetersäure, Reaction  
auf Gallen-  
pigmente.  
die salpetrige Säure enthält, versetzt, nehmen zuerst eine grüne, dann  
blaue, violette, rothe, endlich eine gelbe Färbung an (Reaction auf Gallen-  
pigmente). Weingeistige alkalische Lösungen färben sich mit Salzsäure  
schön grün, auf tropfenweisen Zusatz von Salpetersäure ändert sich die  
Farbe ebenfalls in ein schönes Blau.

**Cholin (Neurin):**  $C_5H_{15}NO_2$ . Diese zuerst in der Schweinsgalle,  
dann aber auch in anderen Gallen, sowie als Bestandtheil des Gehirns und  
Eidotter nachgewiesene starke Salzbase ist eine zerfliessliche, stark alka-  
lisch reagirende Masse, welche an der Luft Kohlensäure anzieht. Ver-  
bindet sich mit 1 Mol. Säure zu schwierig krystallisirbaren Salzen. Das  
Platindoppelsalz:  $2(C_5H_{14}NOCl), PtCl_4$ , bildet gelbe in Wasser, aber  
nicht in Weingeist lösliche, tafelförmige Krystalle.

Das Cholin ist eine Oxyäthylenbase (vergl. S. 291) und auf synthe-  
tischem Wege durch Einwirkung von Trimethylamin auf Aethylen-  
bromür erhalten, wobei die Bromverbindung der Base entsteht. Es ist Oxä-  
thyl-Trimethylammoniumhydroxyd:



und kann auch direct aus Aethylenoxychlorid und Trimethylamin  
erhalten werden.

Aus der Schweinsgalle erhält man es auf einem umständlichen Wege, der  
im Wesentlichen darin besteht, die Gallensäuren durch Salzsäure auszufällen,  
das Filtrat einzudampfen, mit absolutem Alkohol auszuziehen, das alkoholische  
Extract abermals einzudampfen, den Rückstand mit schwefelsäurehaltigem  
Alkohol zu behandeln und die erhaltene Lösung mit Aether zu fällen. Der  
Niederschlag wird in wässriger Lösung mit Bleioxydhydrat gekocht, das Filtrat  
durch Schwefelwasserstoff entbleit, eingedampft und in Alkohol gelöst.

## Zehnte Gruppe.

### Albuminate. Eiweissartige Körper. Proteinstoffe.

Unter dem Namen Albuminate begreift man eine Gruppe stickstoff- Allgemei-  
ner Cha-  
rakter.  
haltiger Verbindungen, die im Thier- und Pflanzenreiche sehr allgemein  
verbreitet sind und daselbst theils gelöst (in Wasser, theilweise unter  
Beihülfe von Salzen), theils ungelöst und dann entweder histologisch or-  
ganisirt, oder vollkommen amorph und aufgeschwemmt vorkommen.

In Lösung gehören sie zu den wichtigsten Bestandtheilen der thierischen Nahrungssäfte (Blut, Chylus, Lymphe), im organisirten Zustande nehmen sie an der Bildung der meisten thierischen Gewebe, unter der Form von Körnchen, Kernen, Zellen und Fasern Theil.

Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass gewisse Albuminate ausserhalb des Organismus unter Umständen krystallisiren können, allein es scheint gewiss, dass sie innerhalb des lebenden Organismus niemals krystallisirt vorkommen.

Alle bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel und zwar ist die procentische Zusammensetzung der einzelnen Albuminate eine ziemlich übereinstimmende. Bei ihrer Verbrennung bleibt stets etwas Asche zurück, welche hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk besteht.

Die Albuminate sind indifferente Verbindungen, d. h. sie besitzen weder einen sauren noch basischen Charakter und sind nichtflüchtig.

Albuminate sind meist in zwei Modificationen bekannt, einer löslichen und einer unlöslichen.

Die Albuminate erscheinen meist in zwei Modificationen: in einer löslichen und einer unlöslichen.

In der löslichen Modification finden sie sich in den Säften des Thier- und Pflanzenleibes, in der unlöslichen entweder organisirt oder amorph.

Die lösliche Modification geht zuweilen von selbst in die unlösliche über, oder sie kann in dieselbe künstlich durch Kochen, durch Behandlung mit Säuren oder gewissen Fermenten übergeführt werden.

Die lösliche Modification, bei niederer Temperatur verdunstet, stellt gelbliche, durchscheinende, dem arabischen Gummi äusserlich ähnliche Massen dar, die ohne Geruch und Geschmack, in Wasser löslich, aber in Alkohol und Aether unlöslich sind.

Die unlösliche Modification ist im frisch gefällten Zustande weiss, flockig, klumpig, geruch- und geschmacklos und erscheint unter dem Mikroskop als ein amorphes, körniges Gerinnsel. Im getrockneten und gereinigten Zustande stellt die unlösliche Modification gelbliche hornartig durchscheinende, zu einem gelblichen Pulver zerreibliche, geruch- und geschmacklose, in Wasser, Alkohol, Aether und verdünnten Säuren unlösliche Massen dar.

Die wässrige Lösung der Albuminate wird durch die meisten Metalloxyde gefällt. Die Niederschläge sind Verbindungen der Albuminate mit den Oxyden, die gewöhnlich in einem Ueberschusse des Fällungsmittels wieder zum Theil löslich, auch in überschüssigen Albuminaten nicht unlöslich sind. Wegen ihrer Eigenschaft, Metalloxyde aus ihren Auflösungen zu fällen, hat man Albumin und Albuminate überhaupt als Gegengifte bei Metallvergiftungen vorgeschlagen und angewendet, allein durch den soeben erörterten Umstand, dass diese Niederschläge nichts weniger als unlöslich sind, wird ihre Anwendbarkeit zu diesem Zwecke sehr beschränkt.

Die wässrige Lösung der Albuminate wird ferner durch Alkohol,

Minera  
sie dre  
V  
gelben  
det.  
conce  
säure  
lium u  
sie bei  
eine in  
salpete  
damit  
M  
purvic  
E  
Ausste  
grauw  
I  
pels-  
M  
Zerset  
A  
säure  
di  
(Bitter  
N  
D  
analog  
M  
Tyr o  
säure  
s ä u r  
I  
reich  
s ä u r  
ein fl  
S  
gelbe  
pro t  
Prod  
ein r  
Wirl  
Zusa  
mit  
und

Mineralsäuren, durch Gerbsäure, zuweilen auch durch Essigsäure gefällt; sie dreht die Polarisationsebene des Lichtes nach links.

Von kaustischen Alkalien werden dieselben sämmtlich zu gesättigt-gelben Flüssigkeiten gelöst, wobei jedoch eine partielle Zersetzung stattfindet. Durch Säuren entstehen in den alkalischen Lösungen Niederschläge; concentrirte Salzsäure löst sie mit violettrother Farbe, concentrirte Essigsäure löst sie ebenfalls, in der essigsauren Lösung bewirken Ferrocyankalium und Ferridcyankalium Niederschläge. Concentrirte Salpetersäure färbt sie beim Erhitzen gelb (Xanthoproteinsäure), Jod bewirkt ebenfalls eine intensiv gelbe Färbung (gutes Reagens unter dem Mikroskop), salpetersaures Quecksilberoxyd, welches salpetrige Säure enthält, bewirkt damit beim Erwärmen bis auf 100°C. eine charakteristisch rothe Färbung.

Mit Zucker und Schwefelsäure behandelt, färben sie sich schön purpurviolett.

Beim Erhitzen schmelzen sie, bräunen sich, blähen sich auf unter Ausstossung eines Geruchs nach verbranntem Horn und hinterlassen eine grauweisse, Kalk und Phosphorsäure enthaltende Asche.

Bei der trocknen Destillation geben sie empyreumatische Oele (Dipels-Oel) und reichliche Mengen von kohlenurem Ammoniak.

Zer-  
setzungs-  
producte  
der Albu-  
minate.

Mit Braunstein und Schwefelsäure oxydirt, geben die Albuminate zahlreiche Zersetzungsproducte, von denen folgende mit Sicherheit nachgewiesen sind:

Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Capronsäure und Benzoësäure,

die Aldehyde der Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure und Benzoësäure (Bittermandelöl).

Neben Ammoniak werden dabei ausserdem organische flüchtige Basen gebildet.

Durch Säuren, Alkalien und durch Fäulniss werden die Albuminate in ganz analoger Weise zersetzt.

Mit Schwefelsäure gekocht liefern sie Leucin und Homologen desselben, Tyrosin, Ammoniak, flüchtige Fettsäuren, worunter Ameisensäure, Essigsäure, Buttersäure und Baldriansäure, und wahrscheinlich auch Benzoësäure.

Durch Kalihydrat entstehen unter Entwicklung von Wasserstoffgas und reichlicher Mengen von Ammoniak dieselben Producte.

Durch die Fäulniss werden ebenfalls bedeutende Mengen flüchtiger Fettsäuren, Ammoniak und flüchtige organische Basen, Leucin, Tyrosin und ein flüchtiger krystallisirbarer Körper von dem Geruch der Fäces erzeugt.

Salpetersäure bewirkt neben Zucker- und Kleesäure die Bildung eines gelben, in Wasser, Alkohol und Aether unlöslichen Stoffes, den man Xanthoproteinsäure genannt hat. Durch Königswasser werden daraus mehrere Producte erzeugt, worunter zwei chlorhaltige: ein flüchtiger: Chlorazol und ein nichtflüchtiger syrupartiger.

Die Albuminate sind eminent fäulnissfähige Körper, hiemit steht ihre Wirkung als Fermente, zu deren wirksamsten sie gehören, jedenfalls im Zusammenhange.

Die Albu-  
minate  
sind sehr  
wirksame  
Fermente,  
und gehen  
leicht in  
Fäulniss  
über.

Man glaubte früher aus den Albuminaten durch Kochen derselben mit Kalilauge den Schwefel, welchen sie enthalten, als Schwefelkalium und unterschwefligsaures Kali vollständig eliminiren zu können und nannte

Protein-  
theorie.

den, aus diesen gekochten kalischen Lösungen durch Essigsäure sich abscheidenden, für schwefelfrei gehaltenen Körper Protein (von *πρωτεῖω*, ich nehme den ersten Platz ein), indem man ihn für das Radical sämtlicher Albuminate ansah und letztere als Verbindungen dieses Radicals mit Sauerstoff, Schwefel, Phosphor (?), Amid u. s. w. betrachtete. Daher der Name Proteinverbindungen für die Albuminate.

Ein schwefelfreies Protein giebt es aber nicht und es ist gegenwärtig die Theorie und so ziemlich auch die Bezeichnung verlassen.

Constitu-  
tion.

Ueber die chemische Constitution der Albuminate lässt sich trotz zahlreicher Untersuchungen gegenwärtig kaum noch eine Vermuthung wagen. Da die Albuminate so sehr leicht zersetzbar sind und alsbald in sehr tief eingreifender Weise zersetzt werden, so gelingt es nicht, aus den Zersetzungsproducten eine rationelle Formel der Albuminate zu construiren, denn es fehlen bei allen diesen Zersetzungen immer die Anfangsglieder und die Producte sind secundäre. Auch das Moleculargewicht dieser Körper ist so hoch, dass selbst die Aufstellung einer empirischen Formel Schwierigkeiten findet. Alles, was aus den verschiedenen Zersetzungsproducten der Albuminate hervorgeht, ist die Thatsache, dass diese Zersetzungsproducte zum Theil auf ein Kohlehydrat, zum Theil auf einen stickstoffhaltigen Körper bezogen werden könnten und es wäre daher möglich, dass sie als Verbindungen eines Kohlehydrats mit einem stickstoffhaltigen und schwefelhaltigen Körper zu betrachten wären.

Physiolo-  
gische  
Bedeutung.

Die Albuminate besitzen eine sehr hervorragende physiologische Bedeutung: einerseits als die Hauptbestandtheile aller Säfte und Gewebe des Thierkörpers und ein auch nie fehlender Bestandtheil des Pflanzenorganismus, andererseits als wesentlicher Bestandtheil aller wirklichen Nahrungsmittel. Nahrungstoffe, welche keine Albuminate enthalten, können einfach darum schon als vollkommene Nahrungsmittel nicht gelten, weil aus ihnen weder Blut noch Fleisch sich bilden kann, da der thierische Organismus die Albuminate nicht zu construiren vermag, sondern sie bereits fertig gebildet von aussen aufnehmen muss. Die pflanzenfressenden Thiere erhalten die für die Erneuerung ihres Fleisches und Blutes nöthigen Albuminate ebenfalls schon in ihrer Nahrung, da auch in den Pflanzen die Albuminate sehr verbreitet sind und hier allein primär gebildet werden. Für die Theorie der Ernährung war der Nachweis, dass die Albuminate der Thier- und Pflanzenfresser nicht allein identisch sind, sondern dass auch in den Pflanzen Stoffe vorkommen, die in ihrer Zusammensetzung und den meisten ihrer Eigenschaften den thierischen Albuminaten genau parallel gehen, von epochemachender Wichtigkeit.

Einthei-  
lung der  
Albuminate.

Die Albuminate lassen sich je nach den Momenten, durch welche sie in die unlösliche Modification übergehen, in drei Hauptgruppen bringen:

1. Albuminate, die sich aus ihren Lösungen ohne Einwirkung von aussen, von selbst niederschlagen, sobald sie dem lebenden Organismus entzogen sind:

Die verschiedenen Arten des Faserstoffs oder Fibrins.

2. Albuminate, welche beim Erhitzen ihrer Lösungen auf 60°C. bis 70°C. unlöslich werden, gerinnen:

Die verschiedenen Arten des Albumins.

3. Albuminate, welche nicht, oder unvollständig durch Kochen, aber durch gewisse Fermente (Labmagen der Kälber) und durch organische Säuren aus ihren Auflösungen gefällt und in die unlösliche Modification übergeführt werden: Casein und ähnliche Stoffe.

Da von einer eigentlichen Formel der Albuminate nicht die Rede sein kann, so geben wir in Nachstehendem eine schematische Zusammensetzung der aus den besten Analysen abgeleiteten, mittleren procentischen Zusammensetzung der genauer studirten Albuminate: des Albumins aus Thieren und Pflanzen, des Fibrins, Syntonins und Klebers, des Thier- und Pflanzencaseins und des Globulins.

	Thieralbumin	Pflanzenalbumin	Thierfibrin	Syntonin	Procentische Zusammensetzung der Albuminate.
Kohlenstoff . . . . .	53,5 . . . . .	53,4 . . . . .	52,6 . . . . .	54,1 . . . . .	
Wasserstoff . . . . .	7,0 . . . . .	7,1 . . . . .	7,0 . . . . .	7,3 . . . . .	
Stickstoff . . . . .	15,5 . . . . .	15,6 . . . . .	17,4 . . . . .	16,0 . . . . .	
Sauerstoff . . . . .	22,4 . . . . .	23,0 . . . . .	21,8 . . . . .	21,5 . . . . .	
Schwefel . . . . .	1,6 . . . . .	0,9 . . . . .	1,2 . . . . .	1,1 . . . . .	
	100,0	100,0	100,0	100,0	
	Kleber	Thiercasein	Pflanzencasein	Globulin	
Kohlenstoff . . . . .	53,4 . . . . .	53,6 . . . . .	50,5 . . . . .	54,5 . . . . .	
Wasserstoff . . . . .	7,1 . . . . .	7,1 . . . . .	6,8 . . . . .	6,9 . . . . .	
Stickstoff . . . . .	15,6 . . . . .	15,7 . . . . .	18,0 . . . . .	16,5 . . . . .	
Sauerstoff . . . . .	22,8 . . . . .	22,6 . . . . .	24,2 . . . . .	20,9 . . . . .	
Schwefel . . . . .	1,1 . . . . .	1,0 . . . . .	0,5 . . . . .	1,2 . . . . .	
	100,0	100,0	100,0	100,0	

Unter den Bestandtheilen einiger Albuminate, des Fibrins und Albumins, wurde früher auch Phosphor angegeben und sogar quantitativ bestimmt; es ist aber sehr zweifelhaft geworden, ob die Albuminate Phosphor als solchen enthalten.

Da die verschiedenen Varietäten der Albuminate sich untereinander nur durch gewisse Reactionen unterscheiden, sie ferner ein eigentlich chemisches Interesse kaum, sondern vorwiegend physiologisches Interesse beanspruchen, so versparen wir uns ein näheres Eingehen auf diese Verhältnisse auf den dritten Band und geben hier nur eine kurze Uebersicht.

Albumin mit seinen Varietäten.

Charakteristisch für dieses Albuminat ist die Ausscheidung desselben aus seinen wässerigen Lösungen beim Erwärmen auf etwa 70°. Bei Gegenwart freier Alkalien erfolgt die Ausscheidung (Coagulation) erst nach dem Neutralisiren mit etwas Essigsäure. Albuminlösungen werden endlich durch gewisse Mineralsäuren, wie Salpetersäure, Salzsäure, Meta- und Pyrophosphorsäure, sowie durch die meisten Metallsalze gefällt, doch sind

Albumin mit seinen Varietäten.

diese Niederschläge im Ueberschusse des Fällungsmittels meist wieder, wenigstens zum Theile löslich. Auch Alkohol und Gerbsäure erzeugen Niederschläge. Die wässerige Lösung der Albumine wirkt endlich circularpolarisirend.

Die nun angenommenen Varietäten des Albumins sind:

Varietäten  
des  
Albumins.

Serumalbumin, Bestandtheil aller Ernährungsflüssigkeiten, des Blutes, des Chylus, der Lymphe etc. — Eieralbumin, im Weissen der Vogeleier, — Paralbumin und Metalbumin, bisher nur in pathologischen Transsudaten nachgewiesen. — Acidalbumin, Globulin und Paraglobulin (fibrinoplastische Substanz). Letzteres findet sich im Blute, namentlich aber auch in der Krystalllinie und der Glasflüssigkeit des Auges.

Alle diese Varietäten des Albumins unterscheiden sich durch verschiedene Bedingungen der Coagulation, durch ein verschiedenes Circularpolarisationsvermögen und durch ein verschiedenes Verhalten gegen Kohlensäure und gewisse Salze.

Die wichtigste und charakteristische Eigenschaft des Paraglobulins oder der fibrinoplastischen Substanz ist, dass seine Lösungen mit den Lösungen des Fibrinogens (s. w. u.) zusammengebracht, zu Fibrin gerinnen.

Para-  
globulin.

Das Paraglobulin erhält man am besten aus Blutserum, durch Verdünnen mit dem zwanzigfachen Volumen Wasser und Einleiten von Kohlensäuregas, wobei das Paraglobulin sich niederschlägt.

Fibrinogen.

Das Fibrinogen erhält man in ganz ähnlicher Weise aus Pericardialflüssigkeit (Herzbeutelwasser). Beide Albuminate lösen sich einmal abgeschieden, nicht in Wasser, wohl aber in verdünnter Salzsäure oder Kochsalzlösung. Löst man eines von beiden in verdünnter Chlornatriumlösung und trägt das andere in feuchtem Zustande ein, so erhält man Fibrin (s. u.).

Eier-  
albumin.

Lösliches Eieralbumin, welches in der Industrie mehrfache Anwendung findet, erhält man, indem man Hühnereiweiss mit Wasser verdünnt, die Lösung filtrirt und das Filtrat bei einer unter 50° liegenden Temperatur verdunstet. Der Rückstand wird zur Entfernung der Fette mit Alkohol und Aether construirt. Auch aus Blutserum wird lösliches Albumin fabrikmässig dargestellt.

Pflanzen-  
albumin.

Noch wenig gekannt ist das Pflanzenalbumin, welches beim Aufkochen der Pflanzensäfte als Gerinnsel sich abscheidet.

#### Fibrin und ähnliche Albuminate.

Vorkom-  
men.

Blutfibrin. Blutfaserstoff. Im Blute, im Chylus, der Lymphe und pathologisch in einigen serösen Exsudaten findet sich, so lange sich die genannten Flüssigkeiten im Bereiche des lebenden Organismus befinden, fibrinogene Substanz aufgelöst, welche, wenn diese Flüssigkeiten der lebenden Gefässwand und damit dem Lebensinflusse entzogen werden, unter dem Einflusse theilweise ungekannter Momente, namentlich aber

eines den Blutkörperchen angehörenden Bestandtheils: des Paraglobulins, in das Blutplasma diffundirt, nach längerer oder kürzerer Zeit von selbst in jenen Körper übergeht, den wir Faserstoff nennen und auf dessen Unlöslichwerden die Gerinnung des aus der Ader gelassenen, oder des in den Adern von Leichen befindlichen Blutes beruht. Ob jener aufgelöste Stoff identisch ist mit dem freiwillig geronnenen, ist nicht ermittelt, da er durch seine Eigenschaft, an der Luft alsbald zu gerinnen, sich jeder genaueren Untersuchung im löslichen Zustande entzieht.

Auf dem Unlöslichwerden des Faserstoffs beruht die Gerinnung des Blutes.

Der geronnene Faserstoff stellt im feuchten frischen Zustande eine gelblich-, auch wohl graulich-weiße, fest-weiche, elastisch-zähe Masse von scheinbar faseriger Structur dar, welche geruch- und geschmacklos und in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich ist. Getrocknet besitzt sie alle den unlöslichen Albuminaten zukommenden Eigenschaften und lässt sich in diesem Zustande auch von anderen Gliedern der Gruppe durchaus nicht unterscheiden.

Eigenschaften des geronnenen Faserstoffs.

Der feuchte geronnene Faserstoff löst sich in Essigsäure und Alkalien leichter auf, als andere Albuminate; in salzsäurehaltigem Wasser quillt er zu einer gallertartigen Masse auf, ohne sich zu lösen, dagegen löst er sich in gewissen Salzen mit alkalischer Basis, namentlich in Salpeterlösung, wenn er mehrere Stunden lang bei 30° bis 40°C. damit digerirt wird.

In Berührung mit Wasserstoffsperoxyd bewirkt er eine sehr lebhaftere Zersetzung desselben, wobei unter Aufbrausen Sauerstoff entweicht.

Die Gerinnung des Blutes kann durch verdünnte Lösungen von schwefelsauren, salpetersauren, salzsauren und kohlen-sauren Alkalien verlangsamt, ja wohl gar gänzlich gehindert werden.

Dem Blutfibrin sind mehr oder weniger verwandt:

**Myosin.** Dieses Albuminat wurde aus gefrorenen Frochmuskeln gewonnen, indem man dieselben mit einer Mischung von Schnee und Chlor-natrium zerrieb und unter starker Abkühlung filtrirte. Das Filtrat in kaltes Wasser gegossen, schied sofort Myosin als Gerinnsel ab. Das Myosin ist unlöslich in Wasser, löslich in verdünnten Säuren und Alkalien und in verdünnter Kochsalzlösung. Aus dieser Lösung wird es durch concentrirte Kochsalzlösung wieder gefällt, aus schwach sauren Lösungen durch Erhitzen.

Myosin.

Das Myosin soll derjenige Bestandtheil des Muskelsaftes sein, der die Gerinnung des aus den Muskeln ausgepressten Saftes und indem es innerhalb der Muskeln coagulirt, die Todtenstarre bedingt. Aus todtenstarren Muskeln soll es durch 10procentige Kochsalzlösung ausgezogen werden können.

**Syntonin.** Wird aus Fleisch durch salzsäurehaltiges Wasser ausgezogen; die Lösung, durch ein Alkali neutralisirt, erstarrt zu einer opalisirenden Gallerte, allmählich setzt sich daraus das Syntonin ab. Durch Behandlung mit Wasser, Alkohol und Aether gereinigt, stellt es eine cohärente, elastische, weiße Masse dar, die in Kalkwasser und verdünnten Alkalien leicht löslich ist; die Auflösung in Kalkwasser ge-

Syntonin.

riant beim Kochen wie Albumin. Aus dieser Auflösung, sowie auch aus der in Alkalien, wird es durch concentrirte Lösungen neutraler Alkalisalze präcipitirt.

Auch in Essigsäure und salzsäurehaltigem Wasser von  $\frac{1}{10}$  Procent Säuregehalt löst sich das Syntonin auf, dagegen ist es in Salpeterwasser unlöslich. Die alkalischen Auflösungen des Syntonins werden durch Salpetersäure und Chromsäure gefällt, ebenso beim Kochen damit durch Chlorcalcium und schwefelsaure Magnesia.

Ein ähnliches Albuminat: Parasyntonin, wurde aus einer Brustwassersuchtflüssigkeit erhalten.

Kleber.

**Kleber.** In den Cerealien ist eine Substanz enthalten: der Kleber, der durch Behandlung mit Weingeist sich in einen in Weingeist unlöslichen, das Pflanzenfibrin und einen darin löslichen: Pflanzenleim zerlegen lässt.

Man erhält den Kleber in grösster Menge aus dem Weizenmehl, indem man selbes mit Wasser zu einem Teige anmacht, diesen hierauf in ein Leinwandsäckchen einbindet und dann mit Wasser so lange knetet, bis das Stärkemehl und andere Stoffe vollkommen entfernt sind. Im Säckchen bleibt dann der Kleber zurück, eine gelblich-graue, zähe, elastische Masse.

Pflanzenfibrin.

Das Pflanzenfibrin stellt eine grauweiße, elastisch-zähe, in Wasser, Alkohol und Aether unlösliche Masse dar, die in verdünnten Alkalien leicht löslich ist und daraus durch Neutralisation mit Essigsäure gefällt wird. Auch in sehr verdünnter Salzsäure ist es löslich, es wird aus diesen Lösungen durch Neutralsalze gefällt.

Pflanzenleim.

Der Pflanzenleim (Gliadin) ist eine in verdünntem Weingeist lösliche, zähe, knetbare Masse. Absoluter Alkohol fällt aus seiner weingeistigen Lösung eine schleimige, nach dem Trocknen spröde Masse: Mucedin. Durch Kochen mit verdünnten Säuren spaltet sich dieses in Lencin, Tyrosin und Glutaminsäure:  $C_5H_9N\Theta_4$ , eine krystallisirbare, der Asparaginsäure isomere Säure. Beim Keimen der Samen geht das Pflanzenfibrin in ein lösliches noch nicht rein dargestelltes Albuminat über, Diastas genannt. Es ist dadurch merkwürdig, dass es bei  $70^\circ$  grosse Massen von Stärke in Dextrin und Zucker zu verwandeln vermag (vergl. S. 561). Es ist im Malz und Malzauszug enthalten.

Brot.

Das Brot ist ein aus Mehl und Wasser angeknetetes und gewöhnlich mit Hefe oder Sauerteig in leichte Gährung versetztes, endlich bei einer bestimmten Wärme im Backofen ausgebackenes Nahrungsmittel.

Das Mehl besteht hauptsächlich aus Stärke und Kleber. Durch Anmachen des Mehls mit Wasser zu einem Teige wird eine gewisse Menge Stärke in Dextrin und Zucker verwandelt. Bei dem Gehenlassen erfolgt nun durch den Zusatz von Hefe oder Sauerteig eine Zerlegung dieses Zuckers in Alkohol und Kohlensäure, wobei letztere durch den zähen Teig nicht entweichen kann, sondern selben, namentlich der eigenthümlichen Beschaffenheit des Klebers halber nur aufreißt, oder locker porös macht. Der Zweck dieses Verfahrens ist nicht die Erzeugung von Alkohol und Kohlensäure, sondern die Ueberführung des Teiges in eine leichter verdauliche, den Magen weniger beschwerende

Form. Der in die bekannten Gestalten gebrachte Teig wird hierauf in den Backofen bei 200 bis 220°C. gebacken, wobei Alkohol und Kohlensäure gänzlich entweichen, während an der Oberfläche des Brotes eine Röstung stattfindet, in Folge deren ein Theil der Stärke, die Kruste bildend, in Dextrin und Assamar verwandelt wird. Auch im Innern scheint ein Theil der Stärke durch das Backen eine Veränderung zu erleiden. Man hat Versuche gemacht, in grossen Bäckereien den Alkohol, der beim Brotbacken entweicht, nicht verloren gehen zu lassen. In der That beträgt der beim Brotbacken in die Luft gejahte Alkohol für den jährlichen Brotbedarf des ehemaligen deutschen Bundes nicht weniger wie 250000 Ohm. Doch sind alle derartige Versuche am Kostenpunkte der Verdichtungsapparate gescheitert. Auch das Gehen durch Gährung, durch eine Kohlensäureentwicklung aus einem kohlen-sauren Salze zu ersetzen, hat man namentlich viel in England und neuerlichst auch in Deutschland und Amerika versucht (Horsford-Liebig's Backpulver). Das sogenannte Schwarzbrot enthält nicht unbeträchtliche Mengen freier Milchsäure aus dem Sauerteige stammend.

## Casein und ähnliche Albuminate.

Casein. Käsestoff. Das Casein ist ein wesentlicher Bestandtheil <sup>Casein.</sup> der Milch aller Säugethiere und ist darin wahrscheinlich, ähnlich wie dies beim Albumin der Fall ist, unter Beihülfe von freiem Alkali aufgelöst.

Die lösliche Modification des Caseins stellt im unter 50°C. ge- <sup>Lösliche Modification.</sup> trockneten Zustande eine bernsteingelbe, geruchlose Masse dar, von fadem Geschmack, die sich in Wasser zu einer gelben, schleimigen Flüssigkeit löst, welche sehr rasch in Fäulniss übergeht.

Caseinlösungen gerinnen beim Kochen nicht, in offenen Gefässen aber abgedampft, überziehen sie sich mit weissen Häuten, die weggezogen, sich immer wieder erneuern und aus unlöslich gewordenem Casein bestehen (Milchhaut).

Caseinlösungen werden ferner durch Mineralsäuren, durch Alkohol, Gerbsäure und Metallsalze, ähnlich dem Albumin, gefällt, allein sie werden auch, was beim Albumin nicht der Fall ist, durch organische Säuren, namentlich Essigsäure, niedergeschlagen.

Wird Chlorcalcium zu einer Caseinlösung gesetzt und die Flüssigkeit zum Kochen erhitzt, so scheidet sich eine Verbindung von Casein mit Kalk aus. Aehnlich verhält sich schwefelsaure Bittererde.

Ein merkwürdiges Verhalten zeigen endlich Caseinlösungen gegen <sup>Verhalten der Caseinlösungen gegen Lab.</sup> jenen Kälbermagen, den die Zoologen Lab nennen. Bringt man nämlich Caseinlösungen mit Lab in Berührung, so schlägt sich alsbald das Casein nieder, indem es durch ein im Lab und zwar in der Schleimhaut desselben, enthaltenes Ferment in die unlösliche Modification verwandelt wird. Die Ausscheidung erfolgt am raschesten bei etwa 50°C. Dieses Verhalten charakterisirt das Casein vor allen übrigen Albuminaten, es wird auch praktisch bei der Bereitung der Molken- und Käsefabrikation verwerthet.

Die unlösliche Modification oder das geronnene Casein ist frisch ge- <sup>Unlösliche Modification.</sup> fällt eine weisse, flockige Masse, die getrocknet hart, hornartig, gelblich

und pulverisirbar wird. Sie ist unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether, quillt aber in Wasser etwas auf.

Behandelt man den löslichen Käsestoff mit Alkohol, so wird er undurchsichtig und bekommt das Ansehen von geronnenem Albumin. Ein Theil löst sich dabei in Alkohol, in noch grösserer Menge beim Kochen. Das gelöste Casein scheidet sich aber beim Erkalten grossentheils wieder aus. Das mit Alkohol behandelte Casein löst sich beim Erwärmen ziemlich leicht in Wasser.

Darstellung.

Darstellung. Den löslichen Käsestoff erhält man durch Abdampfen von Milch bei niedriger Temperatur und Behandlung des Rückstandes mit Aether, bis alles Fett entfernt ist. Man löst das so behandelte Casein in Wasser auf und schlägt es durch Alkohol nieder. Das Coagulum wird mit Alkohol gewaschen, getrocknet und gepulvert. In der unlöslichen Modification erhält man das Casein durch Fällen desselben aus abgerahmter Milch durch Essigsäure, Auswaschen des Niederschlags mit Wasser, Auspressen desselben und Behandlung mit Alkohol und Aether.

Praktische Bemerkungen. Käse.

Praktische Bemerkungen. Das Casein wird nicht nur in der Milch als eigentlich nährender, d. h. blutbildender Bestandtheil derselben genossen, sondern auch in der mehr compacten Form von Käse. Der Käse besteht im Wesentlichen aus zum grossen Theil verändertem und in kaltem Wasser wieder löslich gewordenem, geronnenem Casein, welches diese Veränderungen während des Reifens erleidet, sowie aus ebenfalls grossentheils verändertem Fett; in Folge der Zersetzung des letzteren ebensowohl, wie vielleicht auch des ersteren sind in dem Käse als wesentliche, nie fehlende Bestandtheile flüchtige Fettsäuren enthalten, worunter Buttersäure, Baldriansäure, Caprin- und Capronsäure, wovon der eigenthümliche Geruch und Geschmack des Käses zum Theil abhängig erscheinen. In den schlechteren Käsesorten, wie im sogenannten Handkäse, rührt der Geruch von schwefel- und ammoniakhaltigen Fäulnisproducten her.

Die Käse werden aus abgerahmter Milch (magere Käse), oder aus nicht abgerahmter (fette Käse) bereitet. Die Milch wird durch Lab bei ungefähr 40° C. coagulirt. Das abgeschiedene Casein wird zur möglichst vollständigen Entfernung der Molken (vergl. S. 579) in Formen geschöpft, die so eingerichtet sind, dass der Rest der Molken abtropfen kann, was man durch Pressen befördert. Hierbei gewinnt der Käsestoff (die Käsematte) allmählich so viel Zusammenhang, dass er aus den Formen herausgenommen und zum Reifen hingestellt werden kann. Letzteres geschieht in kühlen Räumen, Kellern, auch wird während der Periode des Reifens der Käse täglich mit Salz eingerieben. Eine sorgfältige Entfernung der Molken und eine niedrige Temperatur während der Zeit des sogenannten Reifens sind Hauptbedingung zur Bereitung edler Käsesorten.

Dem Casein der Milch sehr ähnliche Albuminate sind im Eidotter (Vitellin), im Blute, in anderen thierischen Flüssigkeiten und in allen contractilen Geweben nachgewiesen. Sie werden auch wohl als Alkalialbuminat oder Serumcasein bezeichnet. Es gehört hierher weiterhin:

Legumin.

Pflanzencasein. Legumin. In den Hülsenfrüchten, den Bohnen, Erbsen und Linsen, ferner in vielen ölreichen Samen, wie den Mandeln, kommt ein Albuminat vor, welches mit dem Casein der Milch alle wesent-

lichen  
Lab,  
Lösun  
Abda  
Stehe  
M  
warm  
verdü  
der d  
I  
versch  
halten  
S. 59

Körp  
schie  
gewi  
gleich  
bei C  
gesch  
misch

stall  
Pulv  
rige  
Fet  
ein  
und  
durc  
durc  
zeig  
den  
und  
mit  
dur  
D u  
mit  
wie  
kon

lichen Eigenschaften gemein hat. Es wird aus seinen Auflösungen durch Lab, durch Essigsäure, durch Alkohol u. s. w. niedergeschlagen und seine Lösung gerinnt beim Sieden nicht, sondern bildet wie die Milch beim Abdampfen eine sich immer wieder erneuernde Haut. Durch längeres Stehen wird sie unter Bildung von Milchsäure sauer.

Man stellt das Legumin dar, indem man Bohnen, Erbsen oder Linsen in warmem Wasser aufquellen lässt, hierauf zu einem Brei zerreibt, mit Wasser verdünnt, das Stärkemehl, die Membranen u. s. w. sich absetzen lässt und aus der decantirten Flüssigkeit das Pflanzencasein durch Essigsäure fällt.

In den Mandeln (den süßeren, wie den bitteren) ist noch ein vom Legumin Emulsin. verschiedenes, durch Säuren und Wärme nicht gerinnbares Albuminat enthalten: Emulsin, welches ein sehr wirksames Ferment für Amygdalin (vergl. S. 590) und Salicin (vergl. S. 583) darstellt.

### H ä m o g l o b i n .

Syn. Hämatoglobulin. Hämatokrystallin.

Unter diesen Bezeichnungen versteht man einen sehr merkwürdigen Hämoglobin Körper, den Hauptbestandtheil der rothen Blutkörperchen, welcher auf verschiedene Weise aus dem Blute erhalten werden kann. Aus Hundeblood gewinnt man ihn durch Vermischen des defibrinirten Blutes mit etwa der gleichen Menge Wasser, Zusatz von Alkohol und 24stündiges Stehenlassen bei 0°. Nach dieser Zeit hat sich das Hämoglobin in Krystallen abgeschieden, welche durch Wiederauflösen in Wasser und abermaliges Vermischen mit Wasser unkrystallisirt werden.

Das Hämoglobin krystallisirt in mikroskopischen rhombischen Krystallen und stellt bei 0° über Schwefelsäure getrocknet ein hell ziegelrothes Pulver dar. Das Hämoglobin ist sehr leicht zersetzbar und seine wässrige Lösung liefert durch Zersetzung zwei Albuminate und flüchtige Fettsäuren. Durch Behandlung mit Säuren und Alkalien spaltet es sich in einen braunen eisenhaltigen Farbstoff: Hämatin (mit 9 Proc. Eisen) und ein dem Globulin ähnliches, oder damit identisches Albuminat. Das durch eine wässrige Hämoglobulinlösung, oder durch verdünntes Blut hindurchgegangene Licht erzeugt ein charakteristisches Spectrum. Dasselbe zeigt nämlich zwei dunkle Streifen (Absorptionsstreifen) zwischen den Fraunhofer'schen Linien D und E des Sonnenspectrums in Gelb und Grün. Leitet man in die Lösung Kohlensäure, oder behandelt man sie mit etwas Ammoniak oder Schwefelammonium, so werden diese Streifen durch einen einzigen schlecht begrenzten breiteren, in der Mitte zwischen D und E liegenden ersetzt. Schüttelt man aber nun die Lösungen wieder mit Sauerstoff oder atmosphärischer Luft, so treten die beiden Streifen wieder hervor. Die Fähigkeit, die beiden Absorptionsstreifen zu geben, kommt nur dem sauerstoffhaltigen Blute zu (Oxyhämoglobin). Aus

liefert bei der Zersetzung Albuminate und flüchtige Fettsäuren.

Optisches Verhalten.

Oxyhämoglobin und Kohlenoxydhämoglobin.

dem Oxyhämoglobin treibt Kohlenoxyd den Sauerstoff aus und bildet Kohlenoxydhämoglobin.

Das Hämoglobin besitzt in der That die merkwürdige Eigenschaft, sich mit gewissen Gasen, wie Sauerstoff und Kohlenoxyd zu eigenthümlichen losen Verbindungen zu vereinigen, die krystallisirbar sind und diese Gase sehr leicht, schon bei gewöhnlicher Temperatur im Vacuum wieder abgeben.

Das Hämoglobin zersetzt das Wasserstoffsperoxyd unter Sauerstoffentwicklung.

Hämin und  
Hämatin.

Behandelt man Blut, oder Hämoglobin mit Essigsäurehydrat in mässiger Wärme, so scheiden sich aus der schwarzrothen Lösung allmählich dunkelroth gefärbte Krystalle aus (Häminkrystalle), die einer Zersetzung eines Bestandtheils der Blutkörperchen ihre Entstehung verdanken und für die Erkennung des Blutes in medico-legalen Fällen von Wichtigkeit sind. Beim Behandeln mit Alkalien liefern sie Chlormetalle und Hämatin (den eisenhaltigen rothen Blutfarbstoff).

Hämatoidin.

Hämatoidin. Dieser Körper wurde bis nun in dem Blutextravasate, welches in Folge geplatzter Graaf'scher Follikel bei der Menstruation, oder Conception entsteht, in alten Gehirnextravasaten, Hautsugillationen und in Eiterhöhlen der Extremitäten aufgefunden.

Das Hämatoidin erscheint unter dem Mikroskope unter der Gestalt amorpher Körnchen, Kugeln oder zackiger Massen, oder in wohlausgebildeten monoklinometrischen Krystallen. Dieselben sind stark lichtbrechend und durchsichtig, von gelbrother bis rubinrother Farbe. In Wasser, Alkohol, Aether, Essigsäure, verdünnten Mineralsäuren und Alkalien ist das Hämatoidin unlöslich, löslich aber in Chloroform: die Lösung in Chloroform scheidet beim Verdunsten Krystalle aus, die mit Salpetersäure die Gallenfarbstoffreaction geben. Concentrirte Alkalien lösen es allmählich mit rother Farbe; in Mineralsäuren aber, wenn dieselben concentrirt sind, löst es sich ebenfalls auf, wobei die Farbe zuerst in Braunroth, dann in Grün, Blau und Rosa übergeht, sodann verschwindet.

Das Hämatoidin ist nach diesem Verhalten dem Bilirubin (vergl. S. 696) jedenfalls sehr nahe verwandt, wenn nicht, wie neuere Versuche vermuthen lassen, damit identisch. Es soll sich übrigens von letzterem durch Unlöslichkeit in Alkalien unterscheiden.

#### Albuminoide.

Allgemeiner  
Charakter.

An die Albuminate schliesst sich eine Reihe dem Thierorganismus eigenthümlicher stickstoffhaltiger Stoffe an, die im Allgemeinen dadurch charakterisirt sind, dass sie nicht, wie die eigentlichen Albuminate vorzugsweise in Lösung und als Cytoblastem vorkommen, sondern meist selbst organisirt sind und Bestandtheile der verschiedenen thierischen Gewebe bilden. Man hat sie Albuminoide genannt.

Ihre Zusammensetzung nähert sich einigermaßen jener der Albuminate, doch enthalten sie weniger Kohlenstoff. In ihrem Verhalten unterscheiden sie sich von den eigentlichen Albuminaten vorzüglich durch ihre Nichtfällbarkeit durch Salpetersäure und Ferrocyankalium. Ihre Zersetzungsproducte stimmen im Allgemeinen mit jenen der Albuminate überein.

Ihre Constitution ist unbekannt. Die chemisch besser gekannten sind folgende:

**Knochenleim. Glutin.** Zusammensetzung in 100 Thln.: Kohlenstoff <sup>Knochenleim.</sup> 50,76, Wasserstoff 7,15, Stickstoff 18,32, Schwefel 0,56, Sauerstoff 23,21.

Unter dem Namen Leim begreift man Substanzen, die als solche im thierischen Organismus in der Regel keineswegs fertig gebildet vorkommen, sondern sich erst durch die Einwirkung kochenden Wassers auf gewisse thierische Gewebe, die man deshalb leimgebende nennt, bilden. Zu den leimgebenden Geweben gehört das Knorpelgewebe, der Knochenknorpel, das Bindegewebe, das Gewebe der Hornhaut und zum Theil das elastische Gewebe. Durch längeres Kochen gehen alle diese Gewebe unter Zerstörung ihrer histologischen Structur in Leim über.

Mit dem Namen Glutin oder Knochenleim bezeichnen wir den Leim, der durch Kochen der Knochenknorpel, der Sehnen, des Bindegewebes, des Hirschhorns, der Kalbsfüsse und der Fischeschuppen erhalten wird. Ein mit dem Glutin in allen Eigenschaften übereinstimmender Stoff wurde im leukämischen Blute aufgefunden.

Der vollkommen reine getrocknete Knochenleim ist spröde, glasartig durchsichtig, nahezu farblos, ohne Geruch und Geschmack. Beim Erhitzen schmilzt er und zersetzt sich in höherer Temperatur. In kaltem Wasser quillt er auf, wobei er seine Durchsichtigkeit verliert, in kochendem löst er sich zu einer dicklichen Flüssigkeit, die beim Erkalten zu einer Gallerte gesteht. Wasser, welches nur 1 Proc. Leim enthält, wird beim Erkalten noch gallertartig. Durch länger fortgesetztes Kochen verliert der Leim die Eigenschaft, beim Erkalten zu gelatiniren, dasselbe bewirkt concentrirte Essigsäure.

In Alkohol und Aether ist der Leim unlöslich.

Von Alaunlösung, sowie von Silber-, Kupfer-, Blei-, Quecksilberoxydul- und Eisensalzen werden Glutinlösungen nicht gefällt, ebensowenig durch Ferro- und Ferridcyankalium. Versetzt man aber eine Glutinlösung mit Alaun und hierauf mit mehr Kali, als zur Fällung der reinen Alaunlösung nöthig wäre, so entsteht ein Niederschlag, der eine Verbindung von Leim mit basisch-schwefelsaurer Thonerde ist.

Gerbsäure erzeugt auch in sehr verdünnten Leimlösungen einen starken gelblichen Niederschlag von gerbsaurem Leim. Auch die leimgebenden Gewebe selbst vereinigen sich mit Gerbstoff, den sie aus einer wässrigen Lösung vollständig aufnehmen, zu Verbindungen, die nicht mehr faulnissfähig sind: Leder (vergl. Gerbstoffe S. 592).

Verhalten  
gegen  
Reagentien.

Bei der trockenen Destillation liefert der Leim zahlreiche ammoniakalische Zersetzungsproducte, worunter die Basen Methylamin, Butylamin etc., die Picolin- und die diesen ähnlichen Pyrrolbasen.

An der Luft geht der Knochenleim leichter und rascher in Fäulniss über, als irgend eine andere Thiersubstanz. Mit Oxydationsmitteln behandelt, liefert er dieselben Producte wie die Albuminate, mit Schwefelsäure und Alkalien Glycin (vergl. S. 309), woher der Name Leimzucker oder Glycocoll für diesen Körper — und Leucin, nebst anderen nicht näher studirten Producten.

**Gewinnung.** Gewinnung. Der Knochenleim wird als sogenannter Tischlerleim vielfach und in bekannter Weise angewendet. Zu den besseren Sorten verwendet man Pergament oder Thierhäute, zu den schlechteren: Sehnen oder Knochen. Letztere werden vor dem Kochen zur Entfernung der Knochenerde wohl auch mit roher Salzsäure ausgezogen. Die klare Leimlösung lässt man in hölzernen Formen erkalten. Am reinsten erhält man das Glutin, wenn man Bindegewebe, Hirschhorn, Kalbsfüsse oder Hausenblase bis zur völligen Lösung mit Wasser kocht, heiss filtrirt und durch längeres Behandeln der Gallerte mit kaltem Wasser, von den in kaltem Wasser löslichen Beimengungen befreit.

Der sogenannte Mundleim ist feiner Knochenleim mit Gummi und Zucker. Ausser seinen übrigen Anwendungen als Klebmittel dient der Knochenleim auch als Klärungsmittel für gerbstoffhaltige Flüssigkeiten.

**Knorpelleim.**

**Knorpelleim. Chondrin.** Zusammensetzung in 100 Thln.: Kohlenstoff 49,93, Wasserstoff 6,61, Stickstoff 14,47, Schwefel 0,41, Sauerstoff 28,58.

Diese Leimart bildet sich beim Kochen der permanenten Knorpel, der Knochenknorpel vor der Ossification, der Hornhaut des Auges und vieler pathologischer Geschwülste, insbesondere des sogenannten *Enchondroms* mit Wasser.

**Verhalten gegen Reagentien.**

Die Eigenschaften des Chondrins stimmen mit denen des Glutins vielfach überein, namentlich gilt dies für das physikalische Verhalten, die Löslichkeitsverhältnisse und die Fähigkeit der Lösungen, beim Erkalten zu gelatiniren. Das Verhalten der Lösungen aber gegen Reagentien ist ein verschiedenes. Während nämlich Chondrin durch Essigsäure, Alaun und Metallsalze gefällt wird, ist dies bei Glutinlösungen nicht der Fall. Umgekehrt bringt Quecksilberchlorid in Glutinlösungen einen starken Niederschlag hervor, während in Chondrinlösungen nur eine Trübung entsteht.

Chondrin soll durch Schwefelsäure zersetzt nur Leucin und kein Glycin geben. Beim Kochen mit Salzsäure liefert es unter anderen Zersetzungsproducten Traubenzucker.

**Hornstoff.**

**Hornstoff. Keratin.** Zusammensetzung in 100 Thln.: Kohlenstoff 50,86, Wasserstoff 6,78, Stickstoff 16,98, Schwefel 2,88, Sauerstoff 22,50.

Chemisch rein ist der Hornstoff noch nicht dargestellt und es ist überhaupt die chemische Natur des Horngewebes noch nicht genügend

erforscht. Zum Horngewebe rechnet man verschiedene Theile des thierischen Organismus, die in ihrer histologischen Structur mit jener der Hörner der wiederkäuenden Säugethiere Uebereinstimmung zeigen. Im jugendlichen Zustande bestehen sie alle aus kernhaltigen Zellen, welche aber bei späterer Entwicklung in kernlose Schüppchen oder Blättchen übergehen. Zellenmembran, Inhalt und Kern scheinen anfangs chemisch different zu sein. Es gehören hierher Epithelium, Epidermis, Nägel, Klauen, Horn, Haare, Wolle, Federn, Fischbein und Schildpatt.

Alle diese Gewebe sind ihrem grössten Theil nach unlöslich in Wasser, Alkohol und Aether; durch Kochen mit Wasser werden sie zum Theil weich, geben aber keinen Leim. Werden einige davon unter einem Drucke von mehreren Atmosphären mit Wasser gekocht, so gehen sie grösstentheils in Lösung (Haare). In sehr concentrirter Essigsäure quellen sie gallertartig auf und lösen sich, mit Ausnahme der Haare. In Alkalien lösen sie sich leicht auf; die alkalische Auflösung giebt mit Essigsäure versetzt, unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff einen Niederschlag. Horn entwickelt schon mit Wasser gekocht Schwefelwasserstoff. Schwefelsäure zersetzt diese Gewebe unter Bildung von viel (4 Proc.) Tyrosin und Leucin. Salpetersäure färbt sie gelb (Xanthoproteinsäure).

Die Vogelfedern und Haare geben eine Asche, die nicht unbeträchtliche Mengen von Kieselerde enthält.

**Fibroin:**  $C_{15}H_{23}N_5O_6$ . Das Fibroin ist ein Bestandtheil der Seide <sup>Fibroin</sup> und der sogenannten Herbstfäden.

Getrocknet stellt es eine weisse, glänzende, zerreibliche, geruch- und geschmacklose, in Wasser, Alkohol und Aether unlösliche, in Essigsäure nur wenig lösliche Masse dar, die sich in basisch-schwefelsaurem Kupferoxyd-Ammoniak löst, ebenso beim Kochen mit kaustischen Alkalien. Wird die alkalische Lösung mit Wasser verdünnt, so scheidet sich das Fibroin wieder unverändert in Flocken aus. Concentrirte Schwefelsäure, Salpetersäure und Salzsäure lösen es ebenfalls auf, aus der mit Wasser verdünnten Auflösung wird es durch Gallustinctur wieder niederschlagen.

Eine Eigenthümlichkeit des Fibroins ist es, dass es aus seinen Lösungen gefällt, stets wieder in Fadenform abgeschieden wird.

Durch längeres Kochen mit Schwefelsäure wird es unter Bildung von Tyrosin, Leucin und Glycin zersetzt.

Am bequemsten erhält man das Fibroin aus Rohseide, indem man dieselbe mit kalter Natronlauge behandelt, die farblos gewordene nach etwa 18 Stunden abpresst, vollständig auswäscht und sie hierauf mit verdünnter Salzsäure behandelt. Der Rückstand ist Fibroin.

Spongine ist eine ähnliche im Badeschwamm enthaltene Substanz, die <sup>Spongine</sup> aber bei der Zersetzung mit Schwefelsäure Glycin und Leucin, aber kein Tyrosin liefert.

Seidenleim.

**Seidenleim. Sericin:**  $C_{15}H_{25}N_5O_8$ . Wird erhalten, indem man Seide längere Zeit unter starkem Drucke mit Wasser auskocht, wobei der Seidenleim in Lösung geht. Leimähnliche, gelblich durchscheinende, in kaltem Wasser leicht lösliche Masse. Die essigsäure Lösung giebt mit Ferrocyankalium einen grünlichen Niederschlag, die wässrige Lösung wird durch Alkohol, Gerbsäure, Bleiessig, salpetersaures Quecksilberoxydul und Zinnchlorid gefällt.

Durch Schwefelsäure entsteht aus Seidenleim neben Leucin und Tyrosin eine dem Glycin ähnliche Amidosäure, das Serin:  $C_3H_7NO_3$ . Es kann als Glyceraminsäure betrachtet werden.

Schleimstoff.

**Schleimstoff. Mucin.** Mit diesem Namen bezeichnet man gewisse, aus schleimigen thierischen Flüssigkeiten gewonnene Albuminoide. Am genauesten studirt ist das Mucin aus dem schleimig-zähen Inhalt einer Balggeschwulst und jenes aus dem Schleim der Weinbergschnecke. Zusammensetzung und Eigenschaften beider Mucine zeigen aber nicht unbedeutende Abweichungen. Das Mucin besitzt im hohen Grade die Eigenschaft, den Flüssigkeiten, in welchen es sich, wenn auch in geringer Menge aufgelöst befindet, eine zähe klebrige, stark fadenziehende Consistenz zu verleihen.

Seine Lösung gerinnt beim Kochen nicht, wohl aber durch Zusatz von Alkohol. Essigsäure erzeugt einen im Ueberschuss des Fällungsmittels unlöslichen Niederschlag, Mineralsäuren fällen den Schleim ebenfalls aus seinen Lösungen, im Ueberschuss der Säure löst sich aber der Niederschlag wieder auf. Die salzsaure Lösung wird durch Ferrocyankalium nicht gefällt, auch Gerbsäure und Quecksilberchlorid giebt keine Fällung. Die Lösungen des Schleims drehen die Polarisationsenebene des Lichtes nach links. Beim Kochen mit Schwefelsäure liefert der Schleimstoff Leucin und Tyrosin.

## H u m u s s u b s t a n z e n .

Mit diesem Namen bezeichnet man eine Reihe brauner oder schwarzer, unkrystallisirbarer, wenig scharf charakterisirter Stoffe, die durch einen langsamen, der Verwitterung der Gesteinsarten ähnlichen Verwesungsprocess organischer Körper in der obersten Bodenschicht: der Ackererde, gebildet werden, ein Vorgang, den man im Allgemeinen mit dem Namen Humusbildung bezeichnet.

Humus-  
substanzen.Humus-  
bildung.

Diese Substanzen finden sich aber nicht ausschliesslich in der Ackererde, sondern auch im Torf, in Mineralwässern, Braunkohlen, ähnliche entstehen auch bei der Einwirkung von Säuren und Alkalien auf die allgemeinen Pflanzen- und Thierstoffe.

Ihr allgemeiner Charakter lässt sich in folgender Weise zusammenfassen:

Allgemeiner  
Charakter.

Braungelbe bis schwarzbraune, amorphe Materien, nichtflüchtig, wahrscheinlich alle ternär zusammengesetzt, demnach aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehend, ausgezeichnet durch die Eigenschaft, Ammoniak zu absorbiren und aus Ammoniaksalzen das Ammoniak zurückzuhalten. Ihren Löslichkeitsverhältnissen nach sind sie verschieden, sie lassen sich von diesem Standpunkte aus eintheilen:

- a. in solche, die für sich schon in Wasser löslich sind;
- b. solche, die erst unter Vermittelung von Alkalien von Wasser gelöst werden und endlich in
- c. in Wasser absolut unlösliche.

In Alkohol und Aether, sowie in flüchtigen und fetten Oelen sind sie ebenfalls meist unlöslich. Ihrem chemischen Charakter nach sind einige indifferent, andere aber haben den Charakter schwacher Säuren. Sie sind alle geschmack- und geruchlos.

Nach ihren Löslichkeitsverhältnissen hat man sieben bestimmte Humuskörper unterschieden:

Eintheilung.

Quellsäure	}	für sich in Wasser löslich,
Quellsatzsäure		
Ulminsäure		
Huminsäure	}	in Alkalien löslich,
Geïnsäure		
Humïn	}	in Wasser und Alkalien unlöslich.
Ulmin		

Alle diese Körper sind nicht als reine chemische Individuen anzusehen, da sie in einer fortwährenden Umsetzung begriffen sind und alle Garantien ihrer Reindarstellung fehlen. Wir werden daher nur zwei die-

ser Substanzen hervorheben, da sie als Bestandtheile der Mineralquellen häufig angeführt werden.

Quellsäure  
und Quellsatzsäure.  
Nachweis  
derselben  
in Mineral-  
quellen.

Die Quellsäure und Quellsatzsäure finden sich in Mineralquellen, ausserdem aber auch in der Ackererde, in vermodertem Holze und im Ocker eisenhaltiger Mineralquellen. In Mineralquellen weist man sie nach und trennt sie von einander, indem man die ockerigen Absätze derselben, oder die Wasserrückstände selbst mit Kalilauge kocht, die kalische Lösung mit Essigsäure versetzt und hierauf essigsäures Kupferoxyd hinzufügt. Der entstehende bräunliche Niederschlag ist quellsatzsaures Kupferoxyd. Aus dem Filtrat fällt kohlenensaures Ammoniak quellsaures Kupferoxyd.

Um die Säuren zu erhalten, werden beide Salze durch Schwefelwasserstoff zerlegt.

Sie sind braune, sauer und etwas zusammenziehend schmeckende amorphe Materien. Die Quellsäure giebt bei der trockenen Destillation Essigsäure. Zu den eigentlichen für sich in Wasser unlöslichen Humus-säuren gehören die Huminsäure und Geinsäure, während die noch in Wasser lösliche Ulminsäure den Uebergang zu diesen bildet. Alle drei kommen in der schwarzen humusreichen Gartenerde vor. Indifferente Humusstoffe sind das Ulmin und Humin.

Merkwür-  
diges Ver-  
halten der  
Ackererde  
gegen Salz-  
lösungen.

Eine merkwürdige Eigenschaft der Ackererde muss, da sie zum Theile wenigstens von dem Gehalte derselben an Humusstoffen abhängig und für die Pflanzenernährung von grosser Wichtigkeit ist, hier noch erwähnt werden. Die Ackererde besitzt nämlich das Vermögen, Salzlösungen, mit denen sie in Berührung kommt, ihre Bestandtheile ganz oder zum Theil zu entziehen und sie, indem sie sich mit ihnen gewissermaassen verbindet, unlöslich zu machen. Namentlich entzieht die Ackererde den Lösungen des kaustischen Ammoniaks und der Ammoniaksalze das Ammoniak vollständig, während die Säuren der Ammoniaksalze dabei in Lösung gehen. Ebenso hält die Ackererde eine beträchtliche Menge Kali und Phosphorsäure aus diese Stoffe enthaltenden Salzlösungen zurück, während die Absorptionsfähigkeit derselben für Natron eine geringere ist und sich gar nicht auf das Chlor, die Schwefelsäure und die Salpetersäure erstreckt. Diese gehen in Form eines Kalk- oder Magnesiumsalzes unabsorbirt durch die Erde durch. Aus Lösungen von kiesel-saurem Kali wird von humusreichen Erden das Kali grösstentheils zurückgehalten, während Kieselsäure fast gar nicht absorbirt wird. Auch die Auflösungen der Salze von Zink, Blei, Kupfer, Quecksilber und anderer schwerer Metalle, erleiden mit Ackererde in Berührung eine Zersetzung, indem die Basen von der Ackererde gebunden werden, während die Säuren an Kalk, Thonerde und andere Basen gebunden in Lösung gehen.

E  
organis  
Elemen  
meinst  
der Pr  
D  
zusam  
sche A  
ment  
Diesell  
mitteln  
Natu  
nomm  
I  
gansic  
bevor  
Verbin  
vorha

I  
organ  
bar s  
es an  
geht,  
bindu  
lässt  
Dämp  
obgle  
(Oxal

Kupf  
Misch  
in ein

## Analyse organischer Verbindungen.

Eine genaue Beschreibung der Methoden, deren wir uns zur Analyse organischer Verbindungen bedienen, gehört nicht in den Bereich eines Elementar-Lehrbuches, wir geben daher in Nachstehendem nur die allgemeinsten Grundzüge derselben und zwar zunächst nur zur Erläuterung der Principien, auf denen diese Methoden fussen.

Der unmittelbare Zweck jeder chemischen Analyse ist die Zerlegung zusammengesetzter Körper in ihre Bestandtheile. Stellt sich die chemische Analyse die Aufgabe, die organischen Verbindungen in ihre Elemente oder Grundstoffe zu zerlegen, so heisst sie Elementaranalyse. Dieselbe ist entweder qualitativ oder quantitativ, je nachdem bei der Ausmittelung der Bestandtheile einer organischen Verbindung nur auf die Natur derselben, oder auch auf ihre Gewichtsmenge Rücksicht genommen wird.

Elementar-  
analyse.

Die qualitative Analyse muss, falls es sich um noch unbekannt organische Verbindungen handelt, der quantitativen stets vorangehen, denn bevor man an die Gewichtsbestimmung der Elemente einer organischen Verbindung denken kann, muss man erst wissen, welche Elemente darin vorhanden sind.

## Qualitative Elementaranalyse.

Prüfung auf Kohlenstoff. Der Kohlenstoffgehalt der meisten organischen Verbindungen giebt sich dadurch zu erkennen, dass sie brennbar sind und bei unvollständiger Verbrennung Kohle hinterlassen. Wenn es an Luft nicht mangelt und die Verbrennung vollständig von Statten geht, verbrennt aller Kohlenstoff zu Kohlensäure. Viele organische Verbindungen sind aber in der Wärme ohne Zersetzung flüchtig; bei diesen lässt sich die Abscheidung von Kohle dadurch bewirken, dass man ihre Dämpfe durch glühende Röhren leitet; bei einigen wenigen findet aber, obgleich sie nicht flüchtig sind, eine Abscheidung von Kohle nicht statt (Oxalsäure z. B.).

Prüfung  
auf Koh-  
lenstoff.

Alle organischen Verbindungen aber geben beim Verbrennen mit Kupferoxyd, oder anderen leicht reducibaren Metalloxyden Kohlensäure. Mischt man daher die fragliche Substanz mit Kupferoxyd und erhitzt sie in einem Glasrohre zum Glühen, so entwickelt sich Kohlensäure, welche,

in Kalk oder Barytwasser geleitet, durch den gebildeten Niederschlag leicht erkannt wird.

Prüfung  
auf Wasserstoff.

Prüfung auf Wasserstoff. Der Wasserstoff der organischen Substanzen giebt sich dadurch zu erkennen, dass die vollkommen trockne organische Substanz beim Glühen mit Kupferoxyd Wasser entwickelt, welches sich an den kälteren Theilen des Apparates in Tropfen ansammelt.

Prüfung  
auf Stickstoff.

Prüfung auf Stickstoff. Ein Stickstoffgehalt organischer Verbindungen kann auf mehrfache Weise nachgewiesen werden.

1) Körper, welche einigermaassen viel Stickstoff enthalten, verbreiten beim Verbrennen oder Erhitzen den bekannten Geruch verbrannter Haare oder Federn. Nimmt man das Erhitzen in einer trocknen Proberöhre vor und hängt in selbe ein mit destillirtem Wasser angefeuchtetes Curcumapapier, so wird letzteres gebräunt.

Empfindlicher aber sind folgende Methoden:

2) Man mischt die wo möglich gepulverte Substanz mit Natronkalk: einem Gemenge von kaustischem Natron und kaustischem Kalk und erhitzt in einer trocknen Proberöhre. Ist die Substanz stickstoffhaltig, so wird der Stickstoff in Ammoniak umgesetzt (vergl. S. 64), welches entweicht; ein mit salpetersaurer Quecksilberoxydullösung befeuchtetes Streifen Filtrirpapier, dann in die Röhre gehängt, wird in Folge der Reduction des Quecksilberoxyduls geschwärzt.

3) Man erhitzt die getrocknete Substanz mit einem Stückchen Natrium oder Kalium in einer vollkommen trocknen Proberöhre, behandelt den Rückstand nach völligem Verbrennen des Metalls mit wenig Wasser, filtrirt, versetzt die filtrirte Lösung mit Eisenoxydul-Oxydlösung, lässt ein wenig digeriren und fügt dann Salzsäure im Ueberschuss hinzu. Eine entsprechende blaue Färbung, oder ein blauer Niederschlag giebt den Stickstoffgehalt zu erkennen. Dieses Verfahren gründet sich darauf, dass, wenn man Kalium oder Natrium mit einer stickstoffhaltigen, organischen Substanz glüht, Cyankalium entsteht.

Prüfung  
auf Schwefel.

Prüfung auf Schwefel. Der Schwefel in organischen Verbindungen wird am sichersten dadurch nachgewiesen, dass man die fragliche Substanz mit reinem kohlen-sauren Natron und Salpeter innig gemischt glüht, die Schmelze in Wasser aufnimmt und die Lösung, nach vorgängigem Ansäuern mit Salzsäure, mit Chlorbaryum auf Schwefelsäure prüft.

Manche schwefelhaltige Substanzen entwickeln übrigens schon für sich geglüht, Schwefelwasserstoff, der sich durch Bleipapier nachweisen lässt; sicherer erfolgt dies beim Kochen derselben mit starker Kalilauge und Uebersättigen mit einer Säure. Schmilzt man sie mit etwas Kalihydrat auf einem Silberbleche, so wird Letzteres in Folge der Bildung von Schwefelsilber geschwärzt.

Ist der Schwefelgehalt nicht zu gering, so führt auch nachstehende

Method  
und de  
glüht s  
mit ein  
stall vo  
wird d

P  
Schwe  
Alkali  
wird.  
phorsä

P  
Sauer  
Kalium  
Wasse  
den S  
mung

tution  
wöhn  
halte  
Verb  
Chlo  
Verb  
Erfol  
tige  
glüh  
glüh  
pete  
Jod  
wei  
kan  
Chl  
nat

Me  
sta  
Re

Methode zum Ziele. Man macht eine Mischung von Soda, Stärkemehl und der auf ihren Schwefelgehalt zu prüfenden organischen Substanz, glüht sie auf Platindraht in der Reductionsflamme, bringt dann die Probe mit einem Tropfen Wasser in ein Uhrglas und setzt einen kleinen Krystall von Nitroprussidnatrium hinzu. War Schwefel vorhanden, so wird die Flüssigkeit prachtvoll purpurfarben.

Prüfung auf Phosphor. Man verfährt wie bei der Prüfung auf Schwefel, indem man die Substanz mit einer Mischung von kohlensaurem Alkali und Salpeter glüht, wobei der Phosphor zu Phosphorsäure oxydirt wird. In der wässerigen Lösung der Schmelze lässt sich dann die Phosphorsäure durch die geeigneten Reagentien nachweisen. Prüfung auf Phosphor.

Prüfung auf Sauerstoff. In einzelnen Fällen erkennt man den Sauerstoffgehalt organischer flüssiger Verbindungen daran, dass sie mit Kalium oder Natrium zusammengebracht, dieses oxydiren, wobei der Wasserstoff in Bläschen entweicht; in den meisten Fällen aber kann man den Sauerstoffgehalt organischer Stoffe nur aus der quantitativen Bestimmung der übrigen Elemente erschliessen. Prüfung auf Sauerstoff.

Prüfung auf Chlor, Brom und Jod. In chlorhaltigen Substitutionsproducten organischer Natur lässt sich das Chlor durch die gewöhnlichen Reagentien an und für sich nicht nachweisen. Ebenso verhalten sich die correspondirenden brom- und jodhaltigen organischen Verbindungen. Wenn aber die organische Substanz zerstört und das Chlor an ein Metall gebunden wird, mit dem es eine schwerflüchtige Verbindung bildet, so kann man die gewöhnlichen Reagentien mit Erfolg anwenden. Um daher organische chlor-, brom- und jodhaltige Verbindungen auf einen Gehalt an diesen Elementen zu prüfen, glüht man sie, mit Kalk oder Natronkalk innig gemischt, löst die geglühte Masse in verdünnter chlorfreier Salpetersäure auf und setzt salpetersaures Silberoxyd zu. Der Niederschlag, der Chlor-, Brom- und Jodsilber sein kann, ist nach den Regeln der analytischen Chemie weiter zu untersuchen. Auch durch Behandlung mit Natriumamalgam kann vielen chlor-, brom- und jodhaltigen organischen Verbindungen Chlor, Brom und Jod völlig entzogen und in Chlor-, Brom- und Jodnatrium übergeführt werden. Prüfung auf Chlor, Brom und Jod.

Die Prüfung auf andere nicht flüchtige anorganische Substanzen, auf Metalloxyde etc., geschieht meist nach Zerstörung der organischen Substanz durch Hitze, ebenfalls nach den hier nicht näher zu erörternden Regeln der analytischen Chemie.

### Quantitative Elementaranalyse.

Die quantitative Elementaranalyse bestimmt die Gewichtsmengen, in welchen die Elemente in einer organischen Verbindung enthalten sind. Da wir einen Körper erst dann näher zu studiren im Stande sind, wenn wir seine Zusammensetzung kennen, so ist die Elementaranalyse eine der wichtigsten Operationen und es hat nichts so sehr zu den raschen Fortschritten der organischen Chemie, welche die letzten Decennien kennzeichnen, beigetragen, wie die Ausbildung einer einfachen und leicht ausführbaren Methode der Elementaranalyse, die wir zunächst Liebig verdanken.

Mit dem Namen organischer Elementaranalyse bezeichnet man im engeren Sinne die Bestimmung des Kohlenstoffs, des Wasserstoffs und des Stickstoffs.

Von diesen Bestimmungen wird jene des Kohlenstoffs und Wasserstoffs in einer Operation ausgeführt, während jene des Stickstoffs für sich vorgenommen wird.

Bestimmung des Kohlen- u. Wasserstoffs.

1. Bestimmung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs. — Man ermittelt das Gewicht des in einer organischen Verbindung enthaltenen Kohlenstoffs und Wasserstoffs, indem man dieselbe verbrennt, wobei sämtlicher Kohlenstoff in Kohlensäure und sämtlicher Wasserstoff in Wasser verwandelt wird. Nimmt man diese Verbrennung in einer Weise vor, die einerseits ihre Vollständigkeit gewährleistet und andererseits gestattet, die gebildete Kohlensäure und das gebildete Wasser ohne allen Verlust aufzusammeln und mit Genauigkeit zu wägen, so hat man damit alle Bedingungen zur Berechnung des Kohlenstoffs und Wasserstoffs, vorausgesetzt, dass man eine genau gewogene Menge der vollkommen trocknen organischen Substanz verbrannt hat. Da die Moleculargewichte der Kohlensäure und des Wassers genau bekannt sind, so findet man durch einen einfachen Ansatz die diesen Verbindungen entsprechenden Mengen von Kohlenstoff und Wasserstoff, die in den gefundenen Gewichtsmengen Kohlensäure und Wasser enthalten sind.

Um den obigen Bedingungen zu genügen, wird die vorher genau gewogene und vollkommen getrocknete organische Substanz mit Kupferoxyd, mit Kupferoxyd und zugeleitetem Sauerstoff, oder endlich mit chromsaurem Bleioxyd innig gemischt, zum Glühen erhitzt, wobei diese Oxyde ihren Sauerstoff an die organische Substanz abgeben und ihren Kohlenstoff in Kohlensäure, ihren Wasserstoff in Wasser verwandeln; man nimmt ferner die Verbrennung in einem Raume, in schwer schmelzbaren Glasröhren (Verbrennungsröhren) Fig. 19 vor, der mit Apparaten in luftdichter Verbindung steht, die zur Absorption der gebildeten Kohlensäure und des gebildeten Wassers dienen und deren

Fig. 19.



Gewicht  
den Ve  
El  
die R  
Fig. 2

Rinne  
rückw

A  
Absor  
nende  
das C  
giebt  
calciu

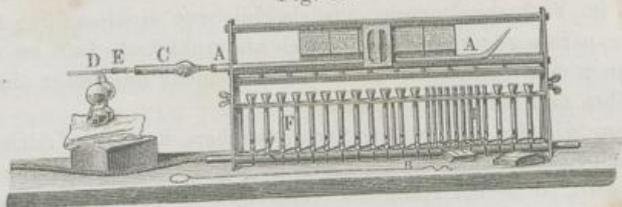
eben  
an.  
appa  
Kalil  
volls  
rate  
rohr

man  
Kup  
nige  
gen

Gewichtszunahme nach der Verbrennung die Gewichtsmenge dieser beiden Verbrennungsproducte ergibt.

Einen sehr allgemein verbreiteten Verbrennungssofen, in welchem die Röhren durch Leuchtgas zum Glühen erhitzt werden, versinnlicht Fig. 20. Die Verbrennungsröhre *A*, liegt im Verbrennungssofen auf einer

Fig. 20.



Rinne von Kupferblech und wird durch die Gasbrenner *F* von vorn nach rückwärts schreitend zur Rothgluth gebracht.

An das vordere offene Ende der Verbrennungsröhre sind die zur Absorption des gebildeten Wassers und der gebildeten Kohlensäure dienenden Apparate luftdicht angefügt. Zur Absorption des Wassers dient das Chlorcalciumrohr, dessen zweckmässigste Form Fig. 21 wieder giebt und welches mit Stücken von scharf getrocknetem porösen Chlorcalcium gefüllt ist. An das Chlorcalciumrohr schliesst sich natürlich

Fig. 21.

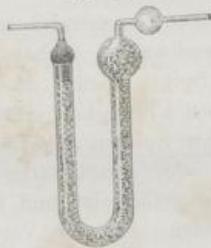
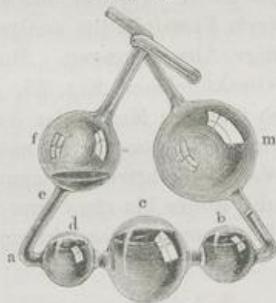


Fig. 22.



ebenfalls luftdicht der zur Absorption der Kohlensäure dienende Apparat an. Die verbreitetste Form desselben ist die des Liebig'schen Kugelapparates, Fig. 22. Er ist, wie die Zeichnung andeutet, mit starker Kalilauge theilweise gefüllt und garantirt durch seine Gestalt eine vollständige Absorption der Kohlensäure. Die Verbindung dieser Apparate mit dem Verbrennungsrohr versinnlicht Fig. 20 (*C* Chlorcalciumrohr, *E* Kautschukverbindung, *D* Kugelapparat).

Schreitet man zur Verbrennung einer organischen Substanz, so füllt man in das Verbrennungsrohr zuerst eine 3 bis 4 Zoll lange Schicht von Kupferoxyd, sodann wenn die Substanz fest und pulverisirbar ist, ein iniges Gemenge von Kupferoxyd und etwa 0,28 bis 0,4 Grm. der vorher genau getrockneten und gewogenen organischen Substanz, dann wieder

Kupferoxyd. Man fügt sodann die vorher ebenfalls genau gewogenen Absorptionsapparate an und erhitzt die Röhre allmählich von vorn nach hinten, wobei die Hitze der Gasflammen durch die die Röhre umgebenden Thonplatten (vgl. Fig. 20) zusammengehalten wird. Ist die Verbrennung beendigt, so bricht man die hintere Spitze der Verbrennungsröhre ab und saugt einige Minuten lang kohlenstofffreie Luft durch den Apparat, um die noch im Verbrennungsrohr zurückgebliebene Kohlensäure dem Absorptionsapparate zuzuführen und durch atmosphärische Luft zu verdrängen. Man nimmt dann den Apparat auseinander und wägt die Chlorcalciumröhre und den Kugelapparat.

Wenn, wie das bei schwer verbrennlichen, kohlenstoffreichen Substanzen angemessen ist, die Verbrennung mit chromsaurem Blei vorgenommen wird, so ist der Gang der Verbrennung der gleiche. Verbrennt man aber mit Kupferoxyd und Sauerstoffgas, so verbindet man, wenn die Verbrennung wie gewöhnlich beendigt ist, das hintere Ende der Verbrennungsröhre durch einen Kautschukschlauch mit einem Sauerstoffgasometer und leitet unter fortwährendem schwachen Glühen der Verbrennungsröhre so lange vollkommen getrocknetes, kohlenstofffreies Sauerstoffgas in langsamem Strome durch den Verbrennungsapparat, bis alles reducirte Kupfer und alle unoxydirte Kohle wieder völlig oxydirt sind, was man daran erkennt, dass die aus dem Kugelapparat entweichenden Gasblasen einen glimmenden Span entflammen. Schliesslich verdrängt man das Sauerstoffgas im Apparat durch atmosphärische Luft.

Wenn Flüssigkeiten analysirt werden sollen, so erleidet das Verfahren einige Abweichungen. Man bringt dieselben in vorher gewogene kleine Glaskügelchen, Fig. 23, schmilzt die Spitze hierauf zu und wägt, wodurch man die Menge der darin enthaltenen Flüssigkeit erfährt. Diese Kügelchen wirft man dann, nachdem man ihre Spitzen abgebrochen hat, in die Verbrennungsröhren zum Kupferoxyd oder chromsauren Bleioxyd, womit die Röhre bis etwa zum vierten Theile gefüllt ist und füllt dann reines Kupferoxyd oder chromsaures Blei nach. Bei der Verbrennung

Fig. 23.



Fig. 24.



selbst ist dahin zu achten, dass die Flüssigkeit in dem Kölbchen durch vorsichtiges Erwärmen sehr allmählich austritt, damit die Dämpfe vom Kupferoxyd vollständig verbrannt werden können. Nichtflüchtige Flüssigkeiten und festweiche Körper, die sich nicht pulvern lassen, verbrennt man in Platin- oder Porzellanschiffchen von beistehender Gestalt, Fig. 24.

Stickstoffhaltige Substanzen geben beim Verbrennen gern Stickoxydgas, welches mit Luft gemengt als salpetrige Säure von der Kalilauge des Kugelapparates aufgenommen wird und daher das Gewicht der Kohlensäure zu hoch finden lässt. Um dies zu vermeiden, bringt man bei der

Verbr  
brennu  
im Wa  
sehen  
und ma

2.  
nach z  
als Gas  
nöthig  
wicht  
stimmt  
thoden  
nur di  
V  
vorgel  
Stickst  
Wasse  
röhre  
halten  
dem S  
genom  
schlies  
eine l  
a bis

a b

und h  
I  
ofen  
wenn  
vorge

verdr  
v. G

Verbrennung stickstoffhaltiger Substanzen in den vorderen Theil der Verbrennungsröhre eine Lage von Kupferdrehspänen, die man durch Glühen im Wasserstoffstrom vorher mit einer reinen metallischen Oberfläche versehen hat. Das glühende metallische Kupfer zersetzt das Stickoxydgas und macht den Stickstoff frei.

2. Bestimmung des Stickstoffs. Der Stickstoff wird zunächst nach zwei Methoden bestimmt. Entweder man sammelt den Stickstoff als Gas auf und misst sein Volumen, woraus sich nach Ausführung der nöthigen Correcturen der Temperatur und des Barometerstandes sein Gewicht berechnen lässt; oder man verwandelt ihn in Ammoniak und bestimmt dieses entweder als Platinsalmiak, oder durch Titriren. Diese Methoden werden nach verschiedenen Modificationen ausgeführt. Wir geben nur die gewöhnlichsten in den allgemeinsten Grundzügen.

Bestimmung des Stickstoffs.

Wenn eine stickstoffhaltige organische Substanz mit Kupferoxyd und vorgelegtem metallischem Kupfer verbrannt wird, so wird sämmtlicher Stickstoff als Gas frei, während der Kohlenstoff zu Kohlensäure und der Wasserstoff zu Wasser verbrannt werden. Da aber die Verbrennungsröhre und die Apparate vor der Verbrennung atmosphärische Luft enthalten, so mischt sich diese bei der gewöhnlichen Art der Verbrennung dem Stickgase bei und es muss die Verbrennung unter Bedingungen vorgenommen werden, die die Gegenwart der atmosphärischen Luft ausschliessen. In zweckmässiger Weise geschieht dies dadurch, dass man eine lange, hinten rund abgeschmolzene Verbrennungsröhre, Fig. 25, von *a* bis *b* mit doppelt-kohlensaurem Natron, dann von *b* bis *c* mit reinem Kupferoxyd, von *c* bis *d* mit dem Gemische von Kupferoxyd und der gewogenen organischen Substanz, von *d* bis *e* wieder mit reinem Kupferoxyd

a. dem Volumen nach.

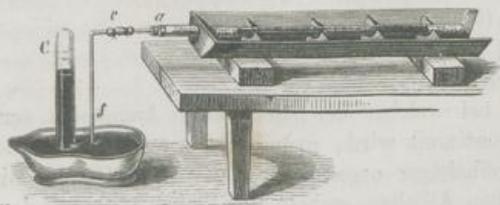
Fig. 25.



und hierauf bis *f* mit reinen Kupferdrehspänen füllt.

Die so vorgerichtete Röhre legt man hierauf in einen Verbrennungs-Ofen, Fig. 26 (ein derartiger Verbrennungs-Ofen dient zur Verbrennung, wenn dieselbe nicht mit Leuchtgas, sondern durch glühende Holzkohlen vorgenommen wird), befestigt daran mittelst eines gut schliessenden Korkes

Fig. 26.



*a* eine unter einem rechten Winkel gebogene Gasleitungsröhre *cf* und taucht diese in eine kleine Quecksilberwanne unter. Man erwärmt nun zuerst das doppeltkohlensaure Natron bei *b* durch einige glühende Kohlen und

verdrängt durch die entweichende Kohlensäure und den Wasserdampf die

in der Röhre enthaltene atmosphärische Luft, welche in Blasen durch das Quecksilber entweicht. Wenn eine Probe dieser entweichenden Luft für sich aufgesammelt, von Kalilauge vollständig absorbiert wird, so kann man sicher sein, dass alle atmosphärische Luft ausgetrieben ist. Man bringt nun erst über die Mündung der Gasleitungsröhre eine zum Theil mit Quecksilber, zum Theil mit Kalilauge gefüllte, genau in Cubikcentimeter getheilte Glasglocke *C* und schreitet nun in gewöhnlicher Weise zur Verbrennung. Der gebildete Wasserdampf und die gebildete Kohlensäure werden von der Kalilauge aufgenommen, das Stickgas dagegen sammelt sich in Blasen aufsteigend in der Glocke an. Hat man die ganze Mischung zum Glühen gebracht und ist alle organische Substanz verbrannt, so ist nun die Verbrennungsröhre noch mit Kohlensäure und Stickgas gefüllt, die noch in die Glocke getrieben werden müssen. Dies bewerkstelligt man dadurch, dass man nun den noch unzersetzten Theil des doppelt-kohlensauren Natrons mit glühenden Kohlen umgibt, so dass durch die sich entwickelnde Kohlensäure das noch in der Röhre befindliche Stickgas in die Glocke übergeführt wird.

Die während der Verbrennung entwickelte Kohlensäure, so wie auch die aus dem kohlensauren Natron stammende wurde von der Kalilauge absorbiert und das sich im oberen Theile der Glocke ansammelnde Gas besteht demnach nur aus Stickstoff. Um das Gas zu messen, d. h. sein Volumen zu bestimmen, bringt man die Glocke, durch Quecksilber abgesperrt, in einen grossen Cylinder mit destillirtem Wasser, wobei das Quecksilber untersinkt und die Kalilauge sich mit dem Wasser mischt. Man erneuert das Wasser, lässt die Glocke einige Stunden lang stehen, bis Gas und Wasser die Temperatur des Zimmers angenommen haben und misst dann das Gas, nachdem man die Temperatur des Wassers und den Barometerstand notirt hat. Man reducirt hierauf das gemessene Gas auf Normaltemperatur und Normalbarometerstand, wobei man die Tension des Wasserdampfes in Rechnung bringt und erfährt nun durch eine einfache Berechnung das Gewicht des Stickstoffs. Ist

$V$  = das Volumen des Stickstoffs in Cubikcentimetern,

$b$  = der Barometerstand in Millimetern,

$t$  = die Temperatur des Wassers nach Graden C.,

$w$  = die Tension des Wasserdampfes bei der Temperatur  $t$  in Millimetern,

so ist das Gewicht des erhaltenen Stickstoffs in Grammen:

$$= \frac{V \cdot (b - w)}{760 \cdot (1 + 0,0367 t)} \cdot 0,0012562.$$

b. in der  
Form von  
Ammoniak.

Vergl. übrigens Bd. I, 2te Aufl., Seite 144.

Die zweite Methode, bei welcher der Stickstoff in Ammoniak verwandelt und als solcher bestimmt wird, gründet sich auf das Seite 64 erörterte Verhalten stickstoffhaltiger organischer Stoffe beim Glühen mit den Hydraten der kaustischen Alkalien, wobei sämtlicher Stickstoff derselben in Ammoniak verwandelt wird.

Man verbrennt die vorher vollkommen getrocknete und genau gewogene organische Substanz mit einem Gemenge von kaustischem Natron und kaustischem Kalk: sogenanntem Natronkalk, in einer Verbrennungsröhre, die kürzer wie die bei Kohlenstoffbestimmungen, sonst aber gerade so gestaltet ist, nachdem die Füllung derselben in ganz ähnlicher Weise wie bei Kohlenstoffbestimmungen ausgeführt wurde. Mit der Verbrennungsröhre verbindet man mittelst eines durchbohrten Korkes luftdicht den zur Absorption des Ammoniaks bestimmten und mit verdünnter Salzsäure halb gefüllten eigens gestalteten Kugelapparat *a*, Fig. 27 und glüht nun die Röhre in analoger Weise, wie bei Kohlenstoffbestimmungen. Den zusammengestellten Apparat versinnlicht Fig. 27.

Fig. 27.



Das Ammoniak wird von der Salzsäure vollständig absorbiert, während Wasserstoff und Kohlenwasserstoffe entweichen und Kohlensäure von dem Natronkalk zurückgehalten wird. Nach beendeter Verbrennung bricht man die hintere Spitze ab, saugt Luft durch den Apparat und bringt hierauf den Inhalt des Kugelapparates in eine Porzellanschale, spült denselben mit einem Gemisch von Alkohol und Aether vollständig aus und bestimmt nun das Ammoniak durch Ueberführung desselben in Ammoniumplatinchlorid, indem man die mit Platinchlorid im Ueberschuss versetzte Lösung im Wasserbade abdampft und den Rückstand mit einem Gemisch von Alkohol und Aether extrahiert, welches den Platinsalmiak ungelöst lässt, der nun auf einem gewogenen Filter gesammelt und nach dem Trocknen bei 100° C. dem Gewichte nach bestimmt wird. Oder man glüht den Platinsalmiak und wägt das rückständige Platin.

Auch kann man das von titrirter Oxalsäure, statt von Salzsäure absorbierte Ammoniak, auf mehrfache Weise titriren.

3. Bestimmung des Chlor-, Brom-, Jod- und Schwefelgehalts organischer Verbindungen. Man verfährt dabei genau in derselben Weise, wie bei der qualitativen Prüfung auf diese Stoffe, nur mit dem Unterschiede, dass man eine abgewogene Menge der Substanz anwendet und das erhaltene Chlor-, Brom- und Jodsilber, oder den schwefelsauren Baryt ebenfalls wägt.

Bestimmung des Chlors, Broms, Jods und Schwefels.

4. Bestimmung des Sauerstoffs. Derselbe wird immer nur aus dem Verluste bestimmt, da eine genaue Methode zur Bestimmung desselben bisher noch fehlt.

Bestimmung des Sauerstoffs.

### Ableitung der Formeln und der Moleculargewichte aus den Analysen.

Berechnung der Analyse.

Die durch die Analyse gelieferten Zahlen berechnet man zunächst auf 100 Theile. Allein durch die procentische Zusammensetzung erhalten wir keinen Ausdruck, der uns die Anwendung unserer Symbole ermöglicht, denn diese bedeuten uns ja diejenigen Gewichtsmengen der Elemente, welche wir als ihre Atomgewichte bezeichnen. Um aus der procentischen Zusammensetzung das Verhältniss der in der analysirten Substanz enthaltenen Gewichtsmengen des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Sauerstoffs u. s. w. zu den Atomgewichten dieser Elemente abzuleiten, genügt es allerdings, die durch die procentische Zusammensetzung gegebenen Gewichtsmengen durch die Atomgewichte der bezüglichen Elemente zu dividiren. Die Quotienten werden dieses Verhältniss zum Ausdruck bringen. So ist die procentische Zusammensetzung der Essigsäure nachstehende:

Kohlenstoff	40,00	Gewthle.
Wasserstoff	6,67	"
Sauerstoff	53,33	"
	100,00	Gewthle.

$$\text{Nun ist } \frac{40,00}{12} = 3,3$$

$$\text{" } \frac{6,67}{1} = 6,6$$

$$\text{" } \frac{53,33}{16} = 3,3$$

Die Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoff-Atome in der Essigsäure stehen daher in dem Verhältniss von 3,3 : 6,6 : 3,3, oder was dasselbe ist, von 1 : 2 : 1, der einfachste Formel-Ausdruck für die Zusammensetzung der Essigsäure ist daher:  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$ , wobei man aber nicht weiss, ob dieser Ausdruck dem Moleculargewicht der Essigsäure entspricht, oder ob letzteres ein Vielfaches dieses Ausdruckes ist. Man muss daher erst das Moleculargewicht der Essigsäure feststellen.

Die Essigsäure ist eine einbasische Säure, in ihren Salzen ist daher ein Atom Wasserstoff durch ein Atom eines einwerthigen Metalls ersetzt. Stellen wir nun das Silbersalz der Essigsäure dar und analysiren wir es, so finden wir, dass in 100 Thln. desselben enthalten sind:

Silber . . . .	64,68	Gewthle.
Rest der Essigsäure	35,32	"
	100,00	Gewthle.

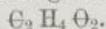
Der mit einem Atom Silber im essigsäuren Silber verbundene Rest der Essigsäure wägt daher 59 Gewthle., denn

$$64,68 : 35,32 = 108 : 59$$

Silber                      Atomgew. des Silbers

Im essigsäuren Silber sind aber an die Stelle von 1 Atom = 1 Gewichtstheil Wasserstoff der Essigsäure 1 Atom = 108 Gewthle. Silber getreten. Das Moleculargewicht der freien Essigsäure ist demnach:  $59 + 1 = 60$ .

Würde die Formel  $C_2H_2O$  das Moleculargewicht der Essigsäure ausdrücken, so wäre es 30, denn:  $12 + 2 + 16 = 30$ ; das Moleculargewicht wurde aber durch den Versuch = 60, d. h. doppelt so gross gefunden und es ist daher die Moleculargewichtsformel der Essigsäure:



In ähnlicher Weise ermittelt man das Moleculargewicht und die Formel der organischen Basen, indem man ein neutrales Salz derselben darstellt und dazu eine Säure von genau bekanntem Moleculargewichte wählt.

In anderen Fällen wählt man zur Moleculargewichtsbestimmung der organischen Basen ihre Platindoppelsalze, die dem Ammoniumplatinchlorid analog zusammengesetzt sind und wobei das hohe Atomgewicht des Platins die Schärfe der Bestimmung erhöht.

Bei indifferenten organischen Verbindungen sucht man das Moleculargewicht derselben in vielen Fällen dadurch zu ermitteln, dass man sie in Verbindungen von bekanntem Moleculargewicht zerlegt, oder man verwandelt sie in andere Stoffe von bekannter Formel, zu denen sie in einer nachweisbaren Beziehung stehen.

Bei flüchtigen organischen Verbindungen endlich kann die Bestimmung der Dampfdichte derselben, so wie sie eine Controle für die Richtigkeit der Analyse abgibt, auch dazu dienen, das Moleculargewicht derselben festzustellen, wenn man dabei von der Voraussetzung ausgeht, dass das Molecularvolumen aller flüchtigen organischen Verbindungen = 2 ist, d. h. dass der Raum, welchen den Moleculargewichten entsprechende Gewichtsmengen der Dämpfe flüchtiger organischer Verbindungen einnehmen, doppelt so gross ist, wie der von 1 Gewthl. oder einem Atom Wasserstoff erfüllte, oder eben so gross, wie der von 1 Mol. (2 At.) Wasserstoff erfüllte.

Bestimmung der Dampfdichte.

Ueber die Methoden, die man bei der Bestimmung des specifischen Gewichtes des Dampfes organischer Verbindungen anwendet, müssen die Lehrbücher der Physik und die unten verzeichneten Werke nachgesehen werden. Wir wollen hier nur den Werth und die Anwendung derselben an einem Beispiele zeigen, wobei wir uns auf das im I. Bde. dieses Werkes über die Raumverhältnisse chemischer Verbindungen Gesagte beziehen.

Wir schreiben bekanntlich die Formel des Alkohols



