

IV. Kohlenstoffverbindungen meist unvollkommen bekannter Konstitution.

Verbindungen, deren Zusammensetzung man zwar kennt, deren Konstitution aber nicht genügend erforscht ist, betrachtet man noch in einer Gruppierung, die zur Zeit aufgestellt wurde, wo die organische Chemie wenig entwickelt war. Die Körper dieser einzelnen Gruppen sind sich daher häufig in sehr wenigen, meist nur physikalischen Eigenschaften ähnlich, und sobald die Konstitution eines dieser Körper erkannt ist, kann er aus diesen Gruppen ausgeschieden werden und seine Einreihung in das System finden. Daher sind z. B. viele in die nachfolgenden Gruppen einzureihende Verbindungen schon vorhergehend beschrieben worden, und mit der Zeit werden alle nacherwähnten Verbindungen bei den Gruppen bekannter Konstitution untergebracht werden können.

Alkaloide

nennt man alle in den Pflanzen vorkommenden, stickstoffhaltigen Kohlenstoffverbindungen von ausgeprägt basischem (alkaliähnlichem) Charakter; sie bilden meistens den wirksamen Bestandteil der officinellen Pflanzen und Pflanzenteile und sind grösstenteils heftige Gifte. Mehrere, z. B. Kaffein, Neurin, Cholin, Betaïn, Asparagin, Theobromin, wurden schon bei den Aminen, Amidosäuren, Karbamiden etc. abgehandelt. Von den nachfolgend besprochenen Alkaloiden sind die meisten näher untersucht als Derivate der Pyridin- und Chinolinbasen (S. 509) erkannt worden und zeigen daher im Gesamtverhalten viel Übereinstimmung. Die sauerstofffreien Alkaloide sind farblos, flüssig und flüchtig, die sauerstoffhaltigen sind meist farblos, alle geruchlos, kristallisierbar, nicht flüchtig, in Wasser fast unlöslich, löslich in Alkohol und meistens auch in Äther; die Lösungen schmecken bitter und reagieren alkalisch. Sie haben den Charakter von Aminbasen und verbinden sich wie diese direkt mit Säuren zu gut kristallisierenden Salzen. Sie sind meistens optisch aktiv.

Aus ihren Lösungen werden sie alle durch Gerbsäure, Phosphormolybdänsäure, Phosphorwolframsäure, Kaliumquecksilberjodid, Kaliumkadmiumjodid gefällt, viele auch durch Jod; ihre salzsauren Verbindungen werden durch Platinchlorid als kristallisierte Platindoppelsalze gefällt, gerade wie Ammoniumsalze (S. 189) und Aminbasen.

Zur Darstellung zieht man die zerkleinerten Pflanzenteile mit verd. Salzsäure aus. Aus dieser Lösung können die flüchtigen Alkaloide durch Destillation mit Ätzalkalien gewonnen werden. Zur Abscheidung der nichtflüchtigen Alkaloide fällt man die Lösung meist zuerst mit neutralem oder basischem Bleiacetat, um Gerbstoffe, Farbstoffe und Glukoside zu entfernen, befreit das Filtrat vom überschüssigen Blei durch Schwefelwasserstoff, fällt hierauf die Alkaloide durch Ätzalkalien, löst den Niederschlag in Alkohol und kristallisiert mehrmals um.

1. Sauerstofffreie Alkaloide.

Koniin, $C_8H_{17}N$, rechtsdrehendes Propylpiperidin (S. 511), im Schierling (*Herba Conii) enthalten, ist eine farblose, schwer in Wasser lösliche, betäubend riechende, sehr giftige Flüssigkeit, welche sich an der Luft unter Braunfärbung allmählich zersetzt. Erhitzt man eine Spur Koniin mit Metaphosphorsäure, so nimmt die Mischung eine schöne blaugrüne Färbung an.

Nikotin, $C_{10}H_{14}N_2$, Struktur S. 516, findet sich in den Blättern (*Folia Nicotianae) und Samen der Tabakpflanzen und zwar im ordinären Tabak 7–8 Proz., im Havannatabak etwa 2 Proz., und bildet eine farblose, tabakähnlich riechende, sehr giftige, rechtsdrehende Flüssigkeit, welche auch in Wasser leicht löslich ist und an der Luft braun wird. Erhitzt man eine Spur Nikotin mit Metaphosphorsäure, so tritt orangegelbe Färbung ein.

Sparteïn, $C_{15}H_{26}N_2$, im Besenginster (*Spartium scoparium*), ein Pyridinderivat, bildet eine farblose, anilinartig riechende Flüssigkeit, welche infolge leichter Oxydierbarkeit bald dunkel wird. Sparteïnsulfat, $C_{15}H_{26}N_2 \cdot H_2SO_4$, findet mediz. Anwendung.

2. Sauerstoffhaltige Alkaloide.

a. Alkaloide verschiedener Herkunft.

Arekolin, $C_8H_{13}NO_2$, das giftige, wirksame Prinzip der Arekanüsse (*Semen Arecae), ist eine geruchlose Flüssigkeit.

Aspidospermin, $C_{20}H_{30}N_2O_2$, das wirksame Prinzip der Rinde von *Aspidosperma Quebracho*, bildet farblose Kristalle.

Berberin, $C_{20}H_{17}NO_4 + 4\frac{1}{2}H_2O$, gehört zu den wenigen Alkaloiden, die sich in verschiedenen Pflanzenfamilien finden. Es kommt vor in den Berberisarten, in der Rinde von *Geoffroya*

jamaicensis, von Xanthoxylum clava, von Evodia glauca und anderen zum Färben benutzten Pflanzen, in der Kolombowurzel (*Radix Colombo), in der Wurzel von Podophyllum peltatum etc. Bitter schmeckende, gelbe Nadeln. Isochinolinderivat.

Bebeerin, Buxin, Pelosin, $C_{18}H_{21}NO_3$, in Buxus sempervirens, Cissampelos Pareirae etc.

Chelidonin, $C_{20}H_{19}NO_5 + H_2O$, im Schöllkraute.

Cephaëlin, $C_{14}H_{20}NO_2$, in der Brechwurzel (Cephaëlis Ipecacuanha), farblose Kristalle; Chinolinderivat; bewirkt Erbrechen.

Cytisin, Ulexin, $C_{11}H_{14}N_2O$, in der Gattung Cytisus und in Ulex europaeus vorkommend, ist ein Pyridinderivat.

Emetin, $C_{15}H_{22}NO_2$, in der Brechwurzel, *Radix Ipecacuanhae, bildet ein gelbliches, amorphes, brechenerregendes Pulver.

Ergotinin, $C_{35}H_{40}N_4O_8$, im Mutterkorn (*Secale cornutum).

Eserin, Physostigmin, $C_{17}H_{21}N_3O_2$, in den Kalabarbohnen, eine hygroskopische, amorphe, pupillenverengernde, giftige Masse.

*Physostigminum salicylicum, $(C_{15}H_{21}N_3O_2)C_7H_5O_3$, farblose Kristalle, in Wasser schwerlöslich; leichtlöslich ist

*Physostigminum sulfuricum, $(C_{15}H_{21}N_3O_2)H_2SO_4$.

Eseridin, $C_{15}H_{23}O_3$, ebenfalls in den Kalabarbohnen, ist nur wenig pupillenverengernd und weniger giftig wie Eserin.

Karpain, $C_{14}H_{25}NO_2$, findet sich in Carica Papaya.

Kokain, $C_{17}H_{21}NO_4$ (S. 511). Man kennt rechts- und linksdrehendes Kokain. Letzteres ist der wirksame Bestandteil der Kokablätter und bildet farblose Prismen, wenig in Wasser, leicht in Äther oder Alkohol löslich. Die Lösung bringt auf Schleimhäuten vorübergehende Gefühllosigkeit hervor. Synthese S. 511.

*Cocainum hydrochloricum, $C_{17}H_{21}NO_4 \cdot HCl$, leicht löslich.

Pelletierin, Punicin, $C_8H_{13}NO$, der wirksame Bestandteil der *Cortex Granati, ist eine bei 195° siedende Flüssigkeit.

Pilokarpin, $C_{11}H_{16}N_2O_2$, findet sich in den echten *Folia Jaborandi von Policarpus pennatifolius und in den unechten von Piper reticulatum. Klebrige Masse, welche stark schweiß- und speicheltreibend wirkt. Ist rechtsdrehend und ein Pyridinderivat. *Pilocarpinum hydrochloricum, $C_{11}H_{16}N_2O_2 \cdot HCl$, bildet leicht in Wasser lösliche Kristalle.

Piperin, $C_{17}H_{19}NO_3$, in den Pfefferkörnern und im langen Pfeffer, bildet farblose Kristalle (S. 511).

Sinapin, $C_{16}H_{23}NO_5$, frei nicht bekannt, ist als Sulfoeyanat im weißen Senfsamen enthalten; zerfällt durch Alkalien in Neurin S. 388) und Sinapinsäure, $C_{11}H_{12}O_5$.

b. Alkaloide des Opiums.

Im *Opium, dem eingetrockneten Milchsafte der Samenkapseln des Mohns, finden sich gegen 20 verschiedene Alkaloide, gebunden an Mekonsäure, $C_7H_7O_7$. Die wichtigsten sind:

Morphin	$C_{17}H_{19}NO_3$.	Papaverin	$C_{21}H_{21}NO_4$.
Kodein	$C_{18}H_{21}NO_3$.	Narkotin	$C_{22}H_{23}NO_7$.
Thebain	$C_{16}H_{21}NO_3$.	Narzein	$C_{28}H_{37}NO_8$.

Dieselben sind Isochinolinderivate. Der Morphingehalt des *Opiums muß 10 Proz. betragen, der Narkotingehalt beträgt 4—8 Proz., die anderen Alkaloide sind nur in geringer Menge vorhanden.

Morphin, Morphium, $C_{17}H_{19}NO_3 + H_2O$, bildet kleine Prismen und ist das einzige im Überschuf von Alkalien (aber nicht von Ammoniak) lösliche Alkaloid. Ist linksdrehend. Die Lösungen des Morphins und seiner Salze werden durch Ferrichloridlösung tief blau gefärbt; die Lösung in konz. Schwefelsäure wird durch eine Spur Salpetersäure blutrot gefärbt.

*Morphinum hydrochloricum, $C_{17}H_{19}NO_3 \cdot HCl + 3H_2O$, weiße Nadeln oder würfelförmige Stücke, löslich in 25 Tln. Wasser.

Peronin, salzsaures Benzoylmorphin, $C_{17}H_{18}(C_6H_5CO)NO_3 \cdot HCl + H_2O$, bildet farblose Kristalle.

Apomorphin, $C_{17}H_{17}NO_2$, entsteht, wenn Morphin längere Zeit mit rauchender Salzsäure auf 150° erhitzt wird, wodurch ein Molekül Wasser abgespalten wird. Amorphes, brechenenerregendes, weißes Pulver, das sich an der Luft rasch grün färbt.

*Apomorphinum hydrochloricum, $C_{17}H_{17}NO_2 \cdot HCl$, löslich in 40 Tln. Wasser, reduziert Silbernitratlösung bei Gegenwart von NH_3 sofort. Salpetersäure löst es mit roter Farbe.

Kodein, Methylmorphin, $C_{18}H_{21}NO_3 + H_2O$, findet sich in den Mutterlaugen des Morphins und bildet farblose Kristalle; die mit etwas Ferrichlorid versetzte Lösung in konz. Schwefelsäure nimmt eine dunkelblaue Farbe an. Ist linksdrehend.

*Codeinum phosphoricum, $C_{18}H_{21}NO_3 \cdot H_3PO_4 + 2H_2O$, weiße, bittere Nadeln, löslich in 4 Tln. Wasser.

Thebain, $C_{19}H_{21}NO_3$, bildet farblose Kristalle und ist ein heftiges Gift, das schon in kleinster Dosis Starrkrampf erzeugt.

Narzeinnatrium - Natriumsalizylat, Antispasmin, $C_{23}H_{26}NO_8Na + 3C_6H_4(OH)COONa$, leicht lösliche Kristalle.

c. Alkaloide der Cinchonaceen.

Die Rinden der Cinchonaarten (*Cortices Chinae) enthalten außer einer Gerbsäure und Chinasäure, $C_7H_{12}O_6$, noch mehrere Basen, von denen folgende näher untersucht sind:

Chinin	$C_{20}H_{24}N_2O_2$.	Chinidin	$C_{20}H_{24}N_2O_2$.
Cinchonin	$C_{19}H_{22}N_2O$.	Cinchonidin	$C_{19}H_{22}N_2O$.

Alle Umsetzungsprodukte dieser vier Basen zeigen, daß sie substituierte Dichinoline, $NH_3C_9C_6H_5N$ sind. Chinin und Chinidin sind in Äther leicht löslich, Cinchonin und Cinchonidin darin fast unlöslich. Fügt man zu einer wässrigen Lösung der Chinin- oder Chinidinsalze Chlorwasser und dann Ammoniak, so erhält man eine schön smaragdgrüne Färbung; Cinchonin- und Cinchonidinsalze geben keine Färbung. Der Gehalt der Chinarinden an diesen Alkaloiden soll mindestens 5 Proz. betragen.

Chinin, $C_{20}H_{24}N_2O_2$, bildet mit 3 Mol. Wasser seideglänzende, bittere, linksdrehende Nadeln, schwer in Wasser, leicht in Äther und Alkohol löslich; bildet primäre und sekundäre Salze, von denen die letzteren im Wasser schwer löslich sind.

*Chininum bisulfuricum, $(C_{20}H_{24}N_2O_2)H_2SO_4 + 7H_2O$, ist in 10 Tln. Wasser löslich.

*Chininum sulfuricum, $(C_{20}H_{24}N_2O_2)_2H_2SO_4 + 8H_2O$, ist leicht löslich in Wasser bei Zusatz von etwas Schwefelsäure.

*Chininum hydrochloricum, $C_{20}H_{24}N_2O_2 \cdot HCl + 2H_2O$, weiße Kristallnadeln, löslich in 34 Tln. Wasser.

*Chininum ferrocitricum, ist leicht löslich.

*Chininum tannicum, gelblich, amorph, ist schwer löslich.

Cinchonin, $C_{19}H_{22}N_2O$, bildet weiße, glänzende Prismen von bitterem Geschmack. Vom Chinin ist es leicht zu trennen infolge seiner Schwerlöslichkeit in Alkohol und Unlöslichkeit in Äther. Cinchoninsulfat in Verbindung mit HJ und J findet als Antiseptol Verwendung; rotbraunes, wasserunlösliches Pulver.

Chinoidin heißen die bei der Chinindarstellung erhaltenen, harzigen Rückstände aus amorphem Chinin und Chinidin; enthält oft auch amorphes Cinchonin und Cinchonidin.

d. Alkaloide der Strychneen.

Strychnin, $C_{21}H_{33}N_3O_2$, findet sich in den Krähenaugen (*Semen Strychni), den Ignatiusbohnen und dem Schlangenhölze (von Strychnos colubrina), zugleich mit Brucin, bildet farblose Kristalle von intensiv bitterem Geschmacke und erzeugt in kleinsten Dosen Starrkrampf. Ist linksdrehend und jedenfalls ein Chinolinderivat. Die kleinste Menge Strychnin giebt mit konz. Schwefelsäure und etwas Kaliumhydrat versetzt eine intensiv blauviolette Lösung, welche allmählich rot und dann gelb wird.

*Strychninum nitricum, $C_{21}H_{33}N_3O_2 \cdot HNO_3$, bildet farblose Nadeln von höchst bitterem Geschmacke, löslich in 90 Tln. Wasser.

Bruzin, $C_{23}H_{26}N_2O_4 + 4H_2O$, findet sich auch in der falschen Angusturarinde (von Strychnos Nux vomica) und bildet farblose Kristalle, welche mit Salpetersäure (Reagenz auf diese) rot, beim Erwärmen gelb werden; auf Zusatz von $SnCl_2$ wird die gelbe Farbe violett. Ist linksdrehend und ein Pyridinderivat.

Kurarin, $C_{18}H_{35}N(?)$ ist der wirksame Bestandteil des als Kurari oder Urari bezeichneten Extraktes verschiedener Strychnosarten, welches bei den Indianern als Pfeilgift Anwendung findet. Farblose Kristalle, an der Luft unter Braunfärbung zerfließend und durch Schwefelsäure und Kaliumdichromat blau werdend.

e. Alkaloide der Kolchicaceen.

Kolchicin, $C_{22}H_{25}NO_9$, findet sich in allen Teilen der Herbstzeitlose, am reichlichsten in den Samen (*Semen Colchici) und Knollen, und bildet eine amorphe, gelbliche Masse, welche durch konz. Schwefelsäure intensiv gelb, durch konz. Salpetersäure intensiv violett gelöst wird. Ist linksdrehend.

*Veratrin, $C_{32}H_{40}NO_9$, findet sich in den Sabadillensamen und bildet eine amorphe, weiße Masse, welche ein inniges Gemenge eines in Wasser unlöslichen, kristallisierbaren (Cevadin) und eines in Wasser löslichen, amorphen Alkaloids (Veratridin), beide von obiger Zusammensetzung, darstellt. Mit konz. Schwefelsäure

verrieben wird es gelb, dann orange und kirschrot; es ist sehr giftig, und die geringste Menge in die Nase gebracht, bewirkt heftiges Niesen. Ist ein Pyridinderivat.

Jervin, $C_{25}H_{37}NO_3 + 2H_2O$, in den Rhizomen von *Veratrum album und Veratrum viride enthalten, bildet farblose Kristalle.

f. Alkaloide der Solaneen.

In den Solaneen kommen namentlich die vier sehr giftigen Alkaloide Atropin, Belladonnin, Hyoscyamin, Skopolamin vor, welche Pyridinderivate sind, und schon in kleinster Menge Pupillenerweiterung bewirken; erwärmt man eine Spur dieser Körper mit konz. Schwefelsäure und setzt etwas Wasser und Kaliumpermanganat hinzu, so entsteht bittermandelölartiger Geruch; löst man eine Spur dieser Körper in konz. Schwefelsäure und setzt etwas Natriumnitrit hinzu, so entsteht orange Färbung, welche durch alkoholische Kalilauge rotviolett, dann blaßrosa wird.

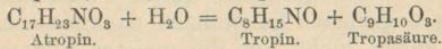
Belladonnin, $C_{17}H_{21}NO_2$, findet sich im rohen Atropin.

Atropin, $C_{17}H_{23}NO_3$, namentlich in den *Folia Belladonnae und *Folia Stramonii und in Solanum nigrum, kristallisiert in farblosen Prismen, bei 114° schmelzend. Natürliches Atropin ist inaktiv, jedoch hat man aus rechts- oder links-Tropasäure die betr. aktiven Atropine erhalten (siehe unten).

*Atropinum sulfuricum, $(C_{17}H_{23}NO_3)_2 \cdot H_2SO_4$, bildet farblose, kristallinische Massen, löslich in 1 Tl. Wasser.

Hyoscyamin, Daturin, $C_{17}H_{23}NO_3$, im Bilsenkraute (*Folia Hyoscyami) und in den Blättern von Duboisia myoporoides, ferner neben Atropin in der Tollkirsche und im Stechapfel; kristallisiert in feinen Nadeln, bei 109° schmelzend; es ist linksdrehend und kann in Tropin und Linkstropasäure gespalten werden.

Atropin und Hyoscyamin zerfallen beim Erhitzen mit Barythydrat in Tropin (S. 511) und Tropasäure (S. 491):



Beim Erwärmen von Tropin- und Tropasäure mit verdünnter Salzsäure entsteht wieder Atropin bezw. Hyoscyamin.

Wie mit Tropasäure vereinigt sich Tropin auch mit anderen Oxy Säuren zu Verbindungen, welche Tropeine heißen, und von denen das aus Tropin und Mandelsäure (S. 489) entstehende

Homatropin, $C_{16}H_{21}NO_3$, an Stelle des Atropins verwendet wird, da es ebenso starke, aber weit kürzere Zeit dauernde Pupillenerweiterung bewirkt wie das Atropin.

*Homatropinum hydrobromicum, $C_{16}H_{21}NO_3 \cdot HBr$, bildet leicht in Wasser lösliche, farblose Kristalle.

Skopolamin, Hyoscin, Duboisin, $C_{17}H_{21}NO_4$, findet sich in der Skopoliawurzel und im Bilsenkrautsamen.

*Skopolaminum hydrobromicum, $C_{17}H_{21}NO_4 \cdot HBr$, bildet farblose Kristalle, leicht löslich in Wasser.

Nikotin, $C_{10}H_{12}N_2$. Siehe S. 516 und 523.

Solanidin, $C_{26}H_{41}NO_2$, in dem Glukoside Solanin (S. 535).

g. Alkaloide der Ranunkulaceen.

Akonitin, $C_{34}H_{47}NO_{11}$, findet sich gebunden an Akonitsäure neben Pikroakonitin, $C_{32}H_{45}NO_{10}$, besonders im Kraute und den *Knollen von *Aconitum Napellus*, in geringer Menge auch in anderen *Aconitum*-arten. Farblose Kristalle von äußerst scharfem, brennendem, jedoch nicht bitterem Geschmacke; eine Spur Akonitin mit einigen Tropfen sirupdicker Phosphorsäure erwärmt, giebt intensiv violette Lösung. (Diese Reaktion zeigt auch Delphinin und Digitalin.) Ist linksdrehend und ein Chinolinderivat.

Aconitinum nitricum, $C_{34}H_{47}NO_{11} \cdot HNO_3$, bildet farblose, schwer in Wasser lösliche Kristalle.

Pseudoakonitin, $C_{30}H_{49}NO_{12}$, bildet den Hauptbestandteil der Alkaloide aus den Knollen von *Aconitum ferox*, unterscheidet sich fast nur durch seine grössere Giftigkeit vom Akonitin.

Delphinin, $C_{22}H_{25}NO_6$, der Hauptbestandteil der Alkaloide der Stephanskörner (Samen von *Delphinium Staphisagria*), bildet farblose Kristalle; löst man eine Spur in Schwefelsäure und setzt einen Tropfen Bromwasser hinzu, so entsteht violette Färbung.

Hydrastin, $C_{21}H_{21}NO_6$, im *Rhizoma *Hydrastis*. Farblose Prismen, unlöslich in Wasser, mit verd. HNO_3 Opiansäure und

Hydrastinin, $C_{11}H_{11}NO_9$, gebend. Das wasserlösliche Chlorid findet med. Verwendung. Beide sind Isochinolinderivate.

Ptomaine.

Ptomatine, Septicine, Leichenalkaloide, nennt man eine Anzahl basischer, stickstoffhaltiger, organischer Verbindungen, welche zuerst in faulenden Kadavern (*πτῶμα*, Leichnam), später aber sowohl in tierischen wie pflanzlichen, eiweißhaltigen, durch Fäulnismikroben in Zersetzung begriffenen Substanzen nachgewiesen wurden. Ptomaine geben nicht nur die meisten allgemeinen Reaktionen der Pflanzenalkaloide, sondern sind sogar in ihrem Verhalten häufig bestimmten Alkaloiden sehr ähnlich, so daß sie schon mit letzteren verwechselt wurden und hierdurch Unschuldige in den Verdacht des Giftmordes gerieten. Während aber die Pflanzenalkaloide meistens Chinolin- und Pyridinderivate sind, sind die Ptomaine Aminbasen.

Einzelne dieser Ptomaine sind giftig und heißen Toxine, andere nicht; einige sind flüchtig und flüchtig, andere nicht flüchtig, flüchtig oder kristallisierbar. Die Einzelkenntnis der Ptomaine ist in Anbetracht der Verschiedenartigkeit, die sie, je nach den Bedingungen, unter denen sie entstanden sind, in chemischer, physikalischer und physiologischer Hinsicht zeigen, noch eine unvollständige. Zunächst entsteht bei der Eiweißfäulnis das Cholin,

dann Trimethylamin, sowie Neurin oder Neuridin, Kadvlerin und Saprin (S. 387); ferner giftiges Mydatoxin, $C_6H_{13}NO_2$, Mydin, $C_8H_{11}NO$, und Putrescin, $C_4H_{12}N$ (S. 387); Mytilotoxin, $C_9H_{16}NO_2$, ist das Gift gewisser Miesmuscheln; auch das sogenannte Wurstgift und Käsegift dürften ptomainähnliche Körper sein. Ferner gehört hierher Betain (S. 388), Muskarin (S. 388), Tetanin und Tetanotoxin, $C_9H_{11}N$, aus Kulturen von Bacillus Tetani, Typhotoxin, $C_7H_{17}NO_2$, aus Typhusbacillus-Kulturen, Samandrin, das Gift des Salamanders.

Den Ptomainen ähnliche basische Stoffe, welche regelmäßig und unaufhörlich als Zersetzungsprodukte der Eiweißstoffe im lebenden Organismus entstehen und daher als physiologische Stoffwechselprodukte anzusehen sind, nennt man zum Unterschiede von den durch Mikroorganismen erzeugten Ptomainen Leukomaine, und es giebt auch unter ihnen solche, welche in kleiner Menge giftig sind, so daß, wenn sie sich im Körper anhäufen, eine sogenannte Autointoxikation stattfinden kann.

Ätherische Öle

nennt man eine große Anzahl organischer Verbindungen, welche in den Pflanzen vorkommen, in Folge ihrer Flüchtigkeit durch Destillation der Pflanzenteile mit Wasser erhalten werden können, chemisch indifferent sind, einen starken Geruch und brennenden Geschmack besitzen, bei Zimmertemperatur meist flüssig und in Wasser unlöslich sind. Mit den wirklichen Ölen (Fetten) haben sie nichts wie ihre Unlöslichkeit in Wasser gemeinsam und bilden keine chemisch zusammengehörige Gruppe (mit Ausnahme der Terpene), da sie aus den verschiedenartigsten Substanzen, wie Aldehyden, Alkoholen, Estern, Phenolen etc. zusammengesetzt sind (siehe unten).

Der Hauptbestandteil vieler äther. Öle wird von Estern oder Äthern eigentümlicher Alkohole, der Oleole, gebildet; bei der Gewinnung der äther. Öle durch Destillation mit Wasserdampf werden diese Ester verseift, so daß die gewonnenen Öle nur noch die Alkohole enthalten. Die Zahl der nachgewiesenen Alkohole oder nahestehender Verbindungen ist schon jetzt eine große, so z. B. das Borneol, Eugenol, Menthol, Linalool, Geraniol, Methylheptenol, Thymol, Karvakrol, Diosphenol, Koriandrol, Lavendol, Auranliol. Die aus den äth. Ölen beim Abkühlen ausscheidenden, festen, meist aus Kampferarten bestehenden Stoffe hießen früher Stearoptene, die flüssig bleibenden Eläoptene.

Fast alle ätherischen Öle lenken den polarisierten Lichtstrahl ab und machen Papier und Zeuge vorübergehend durchscheinend. Von letzterer Eigenschaft, von ihrer häufig ölartigen Konsistenz, sowie von ihrer Flüchtigkeit leitet sich der Name ätherische Öle ab.

Sie sind in Alkohol, Äther, Chloroform und fetten Ölen leicht löslich und mit rufsender Flamme brennbar. An der Luft nehmen sie Sauerstoff auf und verdicken sich dabei, indem sie in Harze übergehen, oder sie verwandeln sich durch Oxydation in Säuren.

Verreibungen von je 1 Tropfen eines äther. Öles mit 2 g Zuckerpulver heißen Ölzucker (**Elaeosacchara*).

1. Sauerstofffreie, ätherische Öle.

Dieselben sind fast ausschließlich Terpene (S. 393). Hierher gehören: Terpentingöl (**Oleum Terebinthinae*), Sadebaumöl (Ol. *Sabinae*), Bergamottöl, Lavendelöl (*Ol. *Lavandulae*); Rosmarinöl (*Ol. *Rosmarini*), Bernsteinöl (Ol. *Succini*), Pomeranzenblütenöl (Ol. *Aurantii Florum*), Kalmusöl (*Ol. *Calami*), Wachholderbeeröl (*Ol. *Juniperi*) etc.

2. Sauerstoffhaltige, ätherische Öle.

a. Nur sauerstoffhaltige Öle. Dieselben bestehen aus Aldehyden, Alkoholen, Phenolen, zusammengesetzten Äthern, Kampferarten etc. und wurden meist schon bei diesen besprochen. Bittermandelöl (Ol. *Amygdalarum amararum*) enthält Benzaldehyd, Zimtöl (*Ol. *Cinnamomi*) enthält Zimtaldehyd, Gaultheriaöl enthält Salizylsäuremethylester, Rautenöl Methylnonylketon etc.

b. Die meisten sauerstoffhaltigen ätherischen Öle enthalten größere oder kleinere Mengen von Terpenen beigemischt, z. B.

Anisöl (*Ol. *Anisi*), Fenchelöl (*Ol. *Foeniculi*) und Estragonöl enthalten Anethol, Kajepütöl (Ol. *Cajeputi*) enthält Kajepütol, $C_{10}H_{18}O$, Muskatblütenöl (*Ol. *Macidis*). Kümmelöl (*Ol. *Carvi*) enthält Carvol, $C_{10}H_{14}O$, Nelkenöl (*Ol. *Caryophyllorum*) enthält Eugenol, Pfefferminzöl (*Ol. *Menthae piperitae*) enthält Menthol, Thymianöl (*Ol. *Thymi*) enthält Thymol etc., Rosenöl (*Ol. *Rosae*) enthält Geraniol, Zitronenöl (*Ol. *Citri*) enthält Citral und Citronellal.

3. Schwefelhaltige, ätherische Öle.

Dieselben sind Verbindungen der Alkoholradikale mit NCS oder mit Schwefel, z. B. Senföl (*Ol. *Sinapis*) enthält Isosulfocyanallyl, Knoblauchöl und Zwiebelöl enthalten Schwefelallyl etc.

Harze

nennt man eine Anzahl fester Stoffe, welche C, H, O, selten N enthalten, den Terpenen (S. 393) nahestehen, zugleich mit diesen in den sogenannten Harzgängen der Pflanzen vorkommen und durch Oxydation der Terpene an der Luft sich bilden. Die natürlichen Harze bestehen, abgesehen von einem etwaigen Gehalt an ätherischem Öl etc., aus Gemengen verschiedener Harze, die schwer zu trennen sind; chemisch verhalten sie sich wie schwache

Säuren, lösen sich in Alkalien zu sogenannten Harzseifen, welche wie die echten Seifen schäumen, und aus welchen durch Säuren das Harz wieder abgeschieden wird; sie sind nicht ohne Zersetzung destillierbar und mit leuchtender Flamme brennbar.

Beim Schmelzen mit Ätzkali bilden die meisten Harze Protocatechusäure, Phloroglucin, Paraoxybenzoesäure, Brenzkatechin, Resorzin neben flüchtigen Fettsäuren; mit heißer Salpetersäure entsteht Pikrinsäure, Phtalsäure und zuletzt Oxalsäure; beim Destillieren mit Reduktionsmitteln Toluol, Xylol, Methylantrazen, Methylnaphtalin etc.

Die Hauptbestandteile der Harze sind die Harzester (Resine) oder deren Spaltlinge, die Harzsäuren (Resinolsäuren) und indifferente, noch wenig gekannte, aromatische Körper (die Resene). Die Harzester werden gebildet von aromatischen Säuren und eigenartigen Alkoholen, den Harzalkoholen. Letztere werden eingeteilt in die farblosen Resinole und in die gefärbten Resinotannole, welche die Gerbstoffreaktion geben. Nur wenige Harze enthalten Resine, Resinolsäuren und Resene zugleich.

1. Hartharze (Resinae).

Dieselben sind amorph, bei gewöhnlicher Temperatur fest, hart und spröde, leicht pulverisierbar, wenig oder gar kein ätherisches Öl enthaltend, löslich in Alkohol, meist auch in Äther und ätherischen Ölen; diese Lösungen bilden die sogen. Harzfirmisse. Hierher gehören *Koloophonium; Benzoeharz (*Resina Benzoes); enthält auch Benzoessäure; Dammarharz (*Resina Dammar); Jalapenharz (*Resina Jalapae); das Harz der Wurzel vom Podophyllum peltatum (*Podophyllin); *Aloë enthält auch den Bitterstoff Aloin (S. 532); Gummilack (im Handel als Stocklack, Körnerlack und Schellack unterschieden); Bernstein (Succinum) enthält auch äther. Öl und Bernsteinsäure; Guajakharz (Resina Guajaci), enthält auch Guajaksäure und Guajakharzsäure etc.

2. Weichharze oder Balsame.

Dieselben sind weich oder halbflüssig und Gemenge oder Lösungen von ätherischen Ölen und Harz. Da die ätherischen Öle an der Luft Sauerstoff aufnehmen (verharzen), so werden auch die Balsame beim Stehen an der Luft allmählich hart. Zu erwähnen sind Kopaiwabalsam (*Balsamum Copaivae); Terpentin (*Terebinthina); Perubalsam (*Bals. Peruvianum), enthält Zimtsäure, Styracin und Cinnamein (S. 490); Storaxbalsam (*Styrax liquidus) enthält Styracin, Cinnamein, Zimtsäure, Storesin ($C_{38}H_{38}O_3$) und Styrol (C_8H_8); Tolubalsam (*Bals. Tolutanum), enthält Cinnamein, Zimt- und Benzoessäure, Vanillin, Tolen etc.

3. Gummi- oder Schleimharze.

Dieselben (Gummi-Resinae) sind amorphe Gemenge von Gummi, Pflanzenschleim, Harz und ätherischen Ölen. Sie sind in

Wasser (das Gummi) und in Alkohol (das Harz) nur zum Teil löslich. Hierher gehören: Ammoniakgummi (*Ammoniacum); *Galbanum oder Mutterharz; Stinkasant oder Teufelsdreck (*Asa foetida), enthält auch schwefelhaltiges ätherisches Öl und Ferulasäure; Gummigutt (*Gutti), *Euphorbium, Weihrauch (Olibanum), *Myrrha; Myrrholin ist eine Lösung von Myrrhenharz in fetten Ölen.

4. Fossile Harze

sind Asphalt (Erdharz) und Bernstein, letzterer namentlich aus einem Resinolester der Bernsteinsäure bestehend.

Bitterstoffe

heissen eine große Anzahl stickstoffreier, aus C, H und O bestehender, bitterschmeckender, farbloser oder nur schwach gefärbter Körper, welche fertig gebildet im Pflanzenreiche vorkommen. Sie verhalten sich gegen chemische Agenzien sehr indifferent, nur wenige verbinden sich mit Säuren oder Basen; die meisten werden bei deren Einwirkung zersetzt. Einige Bitterstoffe finden als solche arzneiliche Anwendung, andere bedingen die Wirksamkeit vieler arzneilich angewandter Pflanzen.

Absinthiin, $C_{15}H_{28}O_4$, im Wermutkraute (*Herba Absinthii), ist unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Äther.

Agaricin, Agaricinsäure, $C_{16}H_{30}O_5 + H_2O$, *Agaricinum, wird aus dem Harze des Lärchenschwammes als weißes amorphes oder kristallinisches, bei 142° schmelzendes Pulver erhalten.

Aloin, $C_{17}H_{18}O_7 + \frac{1}{2}H_2O$, in der *Aloe enthalten, in warmem Wasser und Alkohol ziemlich leicht löslich, wirkt purgierend.

Angelicin, Hydrokarotin, $C_{18}H_{20}O$, in der Engelwurzel (*Radix Angelicae), neben Angelikasäure; in der Mohrrübe.

Arnicin, $C_{20}H_{20}O_4$, in den Wohlverleihblüten (*Flores Arnicae), ist wenig in Wasser, leicht in Alkohol und Äther löslich.

Akorin, Akoretin, $C_{30}H_{60}O_6$, im *Rhizoma Calami.

Alpinin, $C_{17}H_{12}O_6$, ist in der Galgantwurzel (*Rhizoma Galangae) nebst zwei anderen Bitterstoffen, dem

Bryonin, $C_{48}H_{80}O_9$, in der Wurzel von Bryonia alba.

Cetrarin, Cetrarsäure, $C_{18}H_{16}O_8$, im Isländischen Moose (*Lichen islandicus), ist in Wasser unlöslich, in Alkohol löslich.

Euphorbon, $C_{15}H_{24}O$, im *Euphorbiumharze.

Erythrocentaurin, $C_9H_{14}O_5$, in den *Herba Centaurii.

Galangin, $C_{15}H_{20}O_5$, und dem **Kämpferid**, $C_{16}H_{12}O_6$, enthalten.

Gentiopikrin, Enzianbitter, $C_{20}H_{30}O_{12}$, ist neben

Gentianin, $C_{14}H_{10}O_3$, in der Enzianwurzel (*Radix Gentianae) enthalten. Letzteres bildet gelbe Nadeln.

Helenin, $C_{16}H_{20}O_3$, in der *Radix Inulae. Naphtalinderivat.

Hopfenbitter, $C_{29}H_{40}O_{18}$, in den Hopfendrüsen (dem Lupulin) enthalten, bildet eine hellgelbe amorphe Masse.

Kamalin, Rottlerin, Mallatoxin, $C_{11}H_{10}O_8$, ist der wirksame Bestandteil des Bandwurmmitteils *Kamala.

Kanharidin, $C_{10}H_{12}O_4$, findet sich in den spanischen Fliegen (*Cantharides) und einigen anderen Insekten und wird durch Äther ausgezogen; es löst sich ferner in Alkohol, fetten und ätherischen Ölen, nicht in Wasser; auf der Haut zieht es Blasen. Es bildet farblose, giftige Kristalle und geht beim Erhitzen mit Alkalien in Salze der unbeständigen

Kanharidinsäure, $C_{10}H_{14}O_5$, über. Kanharidinsaures Kalium, $C_{10}H_{12}K_2O_5 + 2H_2O$, findet mediz. Anwendung.

Kapsicin, $C_9H_{14}O_2$, der wirksame Bestandteil des spanischen Pfeffers (*Fructus Capsici); brennend schmeckende Kristalle.

Kaskarillin, $C_{15}H_{16}O_4$, in der *Cortex Cascariillae.

Knicin, $C_{42}H_{56}O_{15}$, in den *Folia Cardui benedicti.

Kolombin, $C_{21}H_{22}O_7$, in der *Radix Colombo.

Kosin, Kussin, $C_{31}H_{38}O_{10}$, der wirksame Bestandteil des Bandwurmmitteils *Flores Koso, bildet gelbe Kristalle.

Kubebin, $C_{20}H_{26}O_8$, in den Kubebenfrüchten (*Cubebae).

Ostruthin, $C_{14}H_{17}O_2$, im jungen *Rhizoma Imperatoriae.

Peucedanin, $C_{15}H_{14}O_4$, in der Wurzel von Peucedanum officinale und im *Rhizoma Imperatoriae.

Pikrotoxin, $C_{16}H_{20}O_{19}$, das schwindelerregende, giftige Prinzip der Kokkelkörner (Früchte von Menispermum Cocculus).

Quassiin, $C_{38}H_{48}O_{10}$, im Quassiaholze (*Lignum Quassiae).

Santonin, $C_{15}H_{18}O_8$, (*Santoninum), der wirksame Bestandteil des Wurmsamens (*Flores Cinae), bildet bei 170° schmelzende Kristallblättchen, ist ein Naphtalinderivat.

Glukoside,

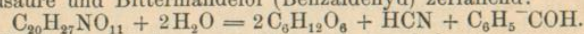
Glykoside, Saccharide, heißen im Pflanzen-, selten im Tierreiche, sehr verbreitete Substanzen, welche beim Kochen mit verd. Säuren oder Alkalien, zuweilen schon beim Kochen mit Wasser, ferner durch geformte und ungeformte Fermente, in Glukosen und eine oder mehrere andere, meist aromatische Verbindungen zerfallen und dann FEHLINGSche Lösung reduzieren. Sie sind daher als ätherartige Verbindungen zu betrachten, entstanden durch Vereinigung der Glukosen mit anderen organischen Hydroxylverbindungen unter Austritt von Wasser, welches sie bei der Spaltung wieder aufnehmen (S. 437).

Achillein, $C_{20}H_{38}NO_{15}$, in den *Herba Millefolii.

Adonidin, der dem Digitalin ähnlich wirkende Bestandteil von Adonis vernalis; bildet bitterschmeckende Kristalle.

Aeskulin, $C_{15}H_{16}O_9 + 1\frac{1}{2}H_2O$, in der Rostkastanie, zerfällt in Glukose und Aeskuletin, $C_9H_8O_4$ (S. 491). Bittere Prismen.

Amygdalin, $C_{20}H_{27}NO_{11} + 3H_2O$, kommt vor in den bitteren Mandeln (**Amygdalae amarae*), den Kirschlorbeerblättern, den Kernen der Kirschen, Pfirsiche, Aprikosen, Äpfel und Birnen, ferner in vielen anderen Rosifloren. Farblose, schwach bittere, linksdrehende Kristalle, beim Erwärmen mit verdünnten Säuren oder in Berührung mit Wasser durch die Wirkung des in den bitteren und süßen Mandeln enthaltenen Fermentes Emulsin in Glukose, Blausäure und Bittermandelöl (Benzaldehyd) zerfallend:



Bittermandelwasser, **Aqua Amygdalarum amararum*, wird durch Destillation der bitteren Mandeln mit Wasser und etwas Alkohol dargestellt, so daß infolge des Alkohols das Bittermandelöl gelöst bleibt; es ist eine klare, nach Bittermandelöl riechende Flüssigkeit, 1 pro Mille Blausäure enthaltend. Ebenso wird *Aqua Laurocerasi* aus den Kirschlorbeerblättern erhalten.

Antiarin, $C_{14}H_{20}O_5$, der giftige Teil des als Pfeilgift verwendeten Milchsaftes des javanischen Giftbaumes *Antiaris toxicaria*, zerfällt in Zucker und harzartige Substanz.

Arbutin, $C_{12}H_{16}O_7 + \frac{1}{2}H_2O$, namentlich in den Blättern der Bärentraube (**Folia Uvae Ursi*) und anderer Ericaceen, zerfällt in Glukose und Hydrochinon, schmilzt bei 170° .

Cerebrin, $C_{17}H_{33}NO_3$, (S. 423) spaltet Laktose ab.

Chitin, $C_{15}H_{26}N_2O_{10}$, bildet die Schale der Krustaceen, und spaltet mit Mineralsäuren Glukosamin, $C_6H_{11}(NH_2)O_5$, (S. 439 b.) ab.

Daphnin, $C_{15}H_{16}O_6 + 2H_2O$, isomer dem Aeskulin in den Seidelbastarten, zerfällt in Zucker und Daphnetin (S. 491).

Digitalin. Das Digitalin der Apotheken, welches das wirksame Prinzip der Fingerhutblätter (**Folia Digitalis*) enthält, ist nach der Darstellungsmethode verschieden zusammengesetzt, weshalb auch seine Eigenschaften verschieden sind; dasselbe enthält die Glukoside Digitalein, $C_4H_7O_2$, Digitalin, $C_6H_8O_2$, Digitonin, $C_{27}H_{46}O_{14}$, und das nicht glykosidische Digitoxin, $C_{28}H_{46}O_{10}$. Löst man Digitalin in Schwefelsäure und setzt einen Tropfen Bromwasser zu, so entsteht violettertliche Färbung.

Frangulin, $C_{20}H_{32}O_{10}$, der gelbe Stoff der Faulbaumrinde (**Cortex Frangulae*), zerfällt in Zucker und Frangulinsäure.

Glycyrrhizin, $C_{44}H_{83}NO_{18}$, in der **Radix Glycyrrhizae seu Liquiritiae*, zerfällt in Zucker und Glycyrrhetin, $C_{32}H_{47}NO_4$.

Helleborein, $C_{26}H_{44}O_{15}$, und **Helleborin**, $C_{26}H_{44}O_6$, in den Wurzeln von **Helleborus niger*, foetidus und viridis.

Hesperidin, $C_{22}H_{26}O_{12}$, in Apfelsinen, Zitronen, Pomeranzen.

Indikan, $C_{26}H_{31}NO_{17}$, Glukosid des Indigos, brauner, bitterer Sirup, durch Kochen mit verd. Säuren oder durch Fermente in eine Indigglucin genannte Zuckerart und in Indigoblau (S. 125) zerfallend: $2C_{26}H_{31}NO_{17} + 4H_2O = C_{16}H_{16}N_2O_2 + 6C_6H_{10}O_6$.

Iridin, $C_{24}H_{26}O_{13}$, in der Veilchenwurzel (**Rhizoma Iridis*), zerfällt in d-Glukose und Irogenin.

Jalapin, $C_{34}H_{56}O_{16}$, im Jalapenharze (*Resina Jalapae).

Kannabin, Haschischin, findet sich im indischen Hanfe.

Kathartinsäure, der wirksame Bestandteil der Senneblätter (*Folia Sennae) und der Faulbaumrinde (*Cortex Frangulae), bildet eine amorphe, braunschwarze Masse, wirkt stark purgierend.

Kolocynthin, $C_{56}H_{84}O_{23}$ (?), der wirksame Stoff der Koloquinten (*Fructus Colocynthis), bildet eine gelbe, amorphe Masse.

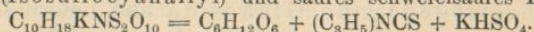
Koniferin, $C_{16}H_{22}O_8$, im Kambialsafte der Koniferen, scheidet sich beim Eindampfen desselben in farblosen Kristallen ab. Durch Emulsin zerfällt es in Glukose und Koniferylalkohol: $C_{16}H_{22}O_8 + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_{10}H_{12}O_3$ (S. 485).

Konvallamarin, $C_{23}H_{44}O_{12}$, in der Wurzel von Convallaria majalis, zerfällt in Zucker und Konvallamaretin.

Konvolvulin, $C_{31}H_{50}O_{16}$, der wirksame Bestandteil des Harzes (*Resina Jalapae) der Jalapenwurzel (*Radix Jalapae), bildet eine gummiartige, stark purgierende Masse, unlöslich in Äther.

Menyanthin, $C_{32}H_{50}O_{14}$, in den *Folia Trifolii fibrini.

Myronsäure, $C_{10}H_{19}NS_2O_{10}$, ist als Kaliumsalz im schwarzen Senfsamen (*Semen Sinapis) enthalten; dieses bildet farblose Nadeln und zerfällt bei Einwirkung des sowohl im schwarzen wie im weißen Senfsamen enthaltenen Fermentes Myrosin in Zucker, Senföl (Isosulfocyanallyl) und saures schwefelsaures Kalium:



Ononin, $C_{20}H_{24}O_{12}$, in der Hauhechelwurzel (*Radix Ononidis).

Phloridzin, $C_{23}H_{34}O_{10} + 2H_2O$, in der Wurzelrinde der Kirschen, Äpfel-, Birn- und Pflaumenbäume, zerfällt in Glukose und Phloretin, $C_{15}H_{14}O_5$. Bewirkt Meliturie (Phloridzindiabetes).

Polychroit, Krozin, $C_{45}H_{68}O_{18}$, der Farbstoff des Safrans (*Crocus), bildet eine rote, amorphe Masse, durch konz. Schwefelsäure indigoblau, dann violett, zuletzt braun werdend.

Populin, Benzoylsalicin, $C_{13}H_{17}(C_6H_5^-CO)O_7 + 2H_2O$, in der Zitterpappel, zerfällt beim Kochen mit Kalkwasser in Salizin und Benzoessäure. Ist linksdrehend, bildet farblose Kristalle.

Ruberythrinssäure, $C_{26}H_{28}O_{14}$, in der Krappwurzel, bildet gelbe, glänzende Nadeln, welche in Alizarin und Zucker zerfallen (S. 507).

Salizin, $C_{13}H_{18}O_7$, in der Weidenrinde und in der Rinde mehrerer Pappelarten enthalten, bildet farblose, kleine Prismen. Durch Fermente (Emulsin, Speichel) wird es in Zucker und Saligenin (S. 484) gespalten. $C_{13}H_{18}O_7 + H_2O = C_6H_{12}O_6 + C_6H_4(OH)CH_2OH$.

Saponin, Senegin, heißen eine Reihe von Verbindungen der Formel $C_nH_{2n-8}O_{10}$ (n = 17 bis 26), welche in der gewöhnlichen Seifenwurzel (von Saponaria officinalis), der levantinischen Seifenwurzel (von Gypsophila Struthium), der Gypsegawurzel (*Radix Senegae), der Seifenrinde (*Cortex Quillajae), in Arnica montana und etwa 130 anderen Pflanzen enthalten sind. Dieselben bilden weiße, amorphe, kratzend schmeckende Pulver, deren Staub zum Niesen reizt und deren wässrige Lösung beim Schütteln noch in der Verdünnung von 1:1000 wie Seifenwasser schäumt. Beim

Kochen mit verd. Säuren zerfallen einige in Zucker und kristallisierendes Sapogenin, $C_{14}H_{22}O_2$.

Scillain, Scillitoxin, in der Meerzwiebel (**Bulbus Scillae*).

Smilacin, $C_{20}H_{32}O_{10}$, in der **Radix Sarsaparillae*, ist in heißem Wasser zu einer schäumenden Flüssigkeit löslich.

Solanin, $C_{42}H_{72}NO_{15}$, ist in den meisten Teilen der Kartoffelpflanze (*Solanum tuberosum*), besonders in den Keimen derselben, sowie in einigen anderen Solaneen enthalten; zerfällt beim Kochen mit verd. Säuren in Dextrose und das Alkaloid Solanidin.

Strophanthin, $C_{20}H_{34}O_{10}$, in den **Semen Strophanthi*.

Xanthorhamnin, Rhamnün, Rhamnegin, $C_{48}H_{86}O_{29}$, in den Kreuzdornbeeren (**Fructus Rhamni catharticae*).

Natürliche Farbstoffe

nennt man im Gegensatz zu den künstlichen Farbstoffen oder Teerfarben (S. 500) diejenigen Farbstoffe, welche teils tierischen, teils pflanzlichen Ursprungs sind. Sie kommen entweder fertig gebildet in den Pflanzen und Tieren vor (Pigmente), oder sie werden erst aus Stoffen, die an sich ungefärbt sind (Chromogenen) erhalten; die Chromogene sind Glukoside und liefern bei der Einwirkung von Fermenten, verdünnten Säuren oder Alkalien den betreffenden Farbstoff. Die Farbstoffe haben meist den Charakter einer schwachen Säure und gehören alle zu den aromatischen Verbindungen. Ein Teil dieser Farbstoffe vermag sich direkt auf der pflanzlichen oder tierischen Faser zu fixieren, d. h. dieselbe unmittelbar dauernd zu färben (substantive Farben), ein anderer Teil hingegen bedarf, um sich auf der Faser dauernd zu fixieren, noch eines Fixierungsmittels, welches sich sowohl mit der Faser, als auch mit dem Farbstoffe, zu verbinden vermag. Letztere Farben nennt man adjektive, und die Fixierungsmittel Beizen oder Mordants. Als Beizen dienen z. B. Aluminium-, Zinn-, Blei-, Eisen- und Quecksilbersalze. Ist die auf der Faser erzeugte Farbstoffverbindung widerstandsfähig gegen den Einfluss der Luft, des Seifenwassers, verdünnter Säuren und Alkalien, so heißt sie echt, im anderen Falle unecht.

Die meisten nat. Farbstoffe enthalten nur Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff, nur wenige auch Stickstoff.

Durch oxydierende Mittel werden die Farbstoffe zerstört, z. B. durch das H_2O_2 der Luft (Rasenbleiche) oder

durch Chlor (Chlorbleiche). Auch Reduktionsmittel, wie H_2S , SO_2 , naszierender Wasserstoff, bleichen manche Farbstoffe, jedoch findet hierbei meist keine Zerstörung des Farbstoffes statt, sondern es bilden sich Verbindungen, die leicht wieder zerfallen unter Regeneration des Farbstoffes. Beim Schütteln mit Tierkohle werden die Lösungen der meisten Farbstoffe entfärbt. Die Mehrzahl der Lösungen der Farbstoffe zeigt im Spektroskope charakteristische Absorptionsstreifen. Verschiedene der natürlichen Farbstoffe können bereits künstlich hergestellt werden.

Alkannin, Alkannarot, $C_{15}H_{14}O_4$, in der Alkannawurzel (von *Alkanna tinctoria*), ist in Wasser unlöslich, in Alkohol, Äther, Chloroform und fetten Ölen mit schön roter Farbe, in Ammoniak und ätzenden Alkalien mit blauer Farbe löslich.

Bixin, $C_{28}H_{34}O_5$, findet sich im Orellin oder Orlean, welches durch Gärung aus dem Fruchtfleische des in Ost- und Westindien wachsenden Orleanbaumes, *Bixa Orleana*, gewonnen wird.

Brasilin, $C_{16}H_{14}O_5$, im Rot- und Fernambukholze und im Brasilienholze enthalten, bildet gelbe, in Wasser, Alkohol und Äther lösliche Kristalle. Färbt sich durch eine Spur NH_3 oder ätzende Alkalien intensiv karminrot.

Chlorophyll, Blattgrün, der grüne Farbstoff der Pflanzen, enthält C, H, O, N, P und Fe, und ist wahrscheinlich eine Verbindung der Phylloeyaninsäure, $C_{24}H_{28}N_2O_4$, welche ein Pyrrol-derivat ist, mit einem noch unbekanntem farblosen Körper. Rein wurde es in schwarzgrünen Tropfen erhalten, löslich in Alkohol, Äther, Benzin, Fetten und ätherischen Ölen. Es läßt sich in eisenfreies Phylloporphyrin, $C_{16}H_{18}N_2O$, überführen, welches dem aus Blutfarbstoff erhaltenen Hämatoporphyrin nahe steht.

Gallenfarbstoffe. Die eigentümliche Färbung, welche die Galle verschiedener Tiere zeigt, wird hauptsächlich durch zwei Farbstoffe, Bilirubin und Biliverdin, erzeugt, außerdem finden sich noch andere Farbstoffe in geringer Menge, welche nicht näher bekannt sind (z. B. Bilifuscin, Bilihumin, Biliprasin). Die Gallenfarbstoffe sind in Wasser unlöslich und geben alle die **Gmelinsche Reaktion**: Schichtet man die zu prüfende Flüssigkeit auf Salpetersäure, die etwas salpetrige Säure enthält, so entsteht an der Trennungsschicht zu unterst eine gelbrote, darüber rote, dann violette, darüber blaue und zu oberst grüne Färbung.

Bilirubin, $C_{27}H_{38}N_4O_5$, findet sich auch in den Gallensteinen, in alten Blutextravasaten, im ikterischen Harn, im Dünndarminhalte und stammt wahrscheinlich aus dem Farbstoffe des Blutes; es bildet dunkelrote Kristalle, unlöslich in Wasser, wenig löslich in Äther und Alkohol, leicht löslich in Chloroform; es ist eine schwache Säure und löst sich in Alkalien mit gelbroter Farbe; die alkalische Lösung geht an der Luft in Biliverdin über;

naszierender Wasserstoff führt es in Hydrobilirubin, $C_{32}H_{40}N_4O_6$, über, das sich auch im Darminhalte findet.

Biliverdin, $C_{32}H_{36}N_4O_8$, vorwiegend in den grünen Gallen, bildet unvollkommene, grüngefärbte Kristalle, in Wasser, Äther und Chloroform unlöslich, in Alkohol leicht löslich.

Hämatin, $C_{34}H_{35}N_4FeO_5$, das Spaltungsprodukt des Oxyhämoglobins und Hämoglobins (S. 547), erhält man in Lösung, wenn man den durch Alkohol oder durch Kochen aus einer Hämoglobin-haltigen Lösung erhaltenen Niederschlag (von Hämatin und koaguliertem Eiweiß) mit warmem, H_2SO_4 -haltigem Alkohol auszieht. Hämatin besitzt ein charakteristisches Absorptionsspektrum, welches jedoch von dem der Hämoglobine ganz verschieden ist (S. 548).

Hämin, salzsaures Hämatin, auch TEICHMANNSCHE Blutkristalle genannt, $C_{34}H_{35}N_4FeO_5 \cdot HCl$, dient zum Nachweis kleinster Mengen Blutes; man zieht die auf Blut zu prüfenden Gegenstände mit wenig kaltem Wasser aus, läßt diesen Auszug tropfenweise auf einer Glasplatte verdunsten, bringt einen winzigen Kochsalzkristall und einige Tropfen Eisessig dazu. Hierauf erwärmt man sehr vorsichtig, bis die Essigsäure Blasen zu werfen beginnt. Nach dem Erkalten sieht man unter dem Mikroskope das ganze Gesichtsfeld mit kleinen, rhombischen, im durchfallenden Lichte braunen Kristallen von Hämin bedeckt. Auch die Exkremente der Wanzen, Flöhe, Fliegen geben Häminkristalle!

Hämatoporphyrin, $C_{16}H_{18}N_2O_3$, ist ein Spaltungsprodukt des Hämatins, findet sich zuweilen im Harn.

Hämatoxylin, $C_{16}H_{14}O_6$, im Blau- oder Kampechenholze, bildet blaßgelbe Prismen, in Ammoniak und ätzenden Alkalien violettblau löslich. Ist daher ein empfindliches Reagenz auf freies Ammoniak und alkalisch reagierende Körper.

Indigo, $C_{16}H_{10}N_2O_2$, S. 517.

Karminsäure, $C_{17}H_{18}O_{10}$, in den Blüten von *Monarda didyma*, in der Kochenille (der Schildlaus *Coccus Cacti*), in den Kermesbeeren (*Coccus Ilicis*). Rote, amorphe Masse, in Alkohol und Wasser löslich, beim Kochen mit verd. Schwefelsäure in Karminrot, $C_{11}H_{12}O_7$, und eine reduz. Substanz (keine Zuckerart) zerfallend.

Karmin ist eine Verbindung der Karminsäure mit Thonerde, durch Fällen eines wässrigen Kochenillenauszuges mit Alaun erhalten, unlöslich in Wasser, leicht löslich in Ammoniak und Alkalien. Die Lösungen werden als rote Tinte und in der Mikroskopie benutzt. Zu letzterem Zwecke dient auch eine Mischung von karmin- und pikrinsaurem Ammonium (RANVIERS Pikrokarmin).

Karotin, $C_{18}H_{24}O$, bedingt die Färbung der gelben Rüben.

Karthamin, $C_{14}H_{16}O_7$, im Safflor (Blüten von *Carthamus tinctorius*), dunkelrotes Pulver, in Alkalien gelbrot löslich.

Kurkumin, $C_{21}H_{20}O_6$, der gelbe Farbstoff des Kurkumarhizoms, bildet orangegelbe Kristalle. Es ist fast unlöslich in Wasser, leicht löslich in Alkohol und Äther; in Alkalien löst es sich mit braunroter Farbe. Mit Kurkumalösung getränktes Papier wird durch alkalisch reagierende Körper braun gefärbt; Säuren regene-

rieren die gelbe Farbe; durch Borsäurelösung wird es nach dem Austrocknen orangerot gefärbt.

Lackmus, Orseille und Persio wurden S. 480 besprochen.

Luteine, Lipochrome, nennt man die gelben Farbstoffe des Eidotters und der Corpora lutea; auch der Farbstoff in den Maiskörnern, in vielen Staubfäden und Blüten scheint mit Lutein identisch zu sein. Sie sind löslich in Äther, Alkohol, Chloroform und fetten Ölen und kristallisieren aus diesen Lösungen in gelb-roten Kristallen. Mit Salpetersäure werden sie blau gefärbt.

Melanine nennt man mehrere verschiedenartige, in Haut, Haaren, Epithelzellen der Retina, gewissen pathologischen Neubildungen, im Harn und Blut bei Krankheiten vorkommende, amorphe, schwarze oder braune Pigmente, welche in Wasser, Alkohol, Äther, Chloroform und verdünnten Säuren unlöslich sind.

Orzin, $C_8H_8O_5$, siehe S. 480.

Phlobaphane heißen braune Rindenfarbstoffe, welche sich durch Oxydation der Gerbsäuren bilden.

Polychroit, siehe Glukoside S. 535.

Purpur der Alten bildet sich aus dem gelblichen Sekrete der Purpurschnecken durch Einfluß des Lichtes. Zieht man das Sekret mit Ätheralkohol aus, so scheidet sich nach dem Verdunsten im Lichte ein kristallinisches, purpurfarbenes Pulver ab.

Pyocyanin, der blaue Farbstoff des Eiters, rührt von einer Bazillenart her, die sich von einer Eiterfläche auf die andere verpflanzen läßt. Es ist löslich in Wasser und Alkohol; kristallisiert aus den Lösungen in mikroskopischen Nadeln.

Sehpurpur, Erythrospin, ist der rote Farbstoff der Stäbchenschicht der Retina, welcher durch Lichteinwirkung verblaszt.

Santalin, $C_{15}H_{14}O_5$, im Sandelholze, bildet rote Kriställchen.

Urobilin, $C_{32}H_{40}N_4O_7$, ist der hauptsächlichste Farbstoff des normalen menschlichen Harns; im Harn von Fieberkranken findet sich ein ähnlicher Farbstoff, der die meist in solchen Urinen vorhandenen Niederschläge von harnsauren Salzen ziegelrot färbt. Es ist bis jetzt nur als amorphe, in dünnen Schichten rosenrote, in Alkohol oder Chloroform lösliche Masse erhalten worden. Natriumamalgam führt es in farbloses Urobilinogen über. Beide lassen sich durch Reduktion von Bilirubin (S. 537) erhalten.

Xanthokarotin und **Xanthophyll** sind kristallinische, stickstofffreie Körper, welche nebeneinander den gelben Farbstoff der Blätter und wahrscheinlich auch der Blüten bilden.

Eiweißkörper oder Albuminsubstanzen.

Dieselben bilden mit den Albuminoiden die Gruppe der gewebebildenden Substanzen oder Proteinstoffe (so genannt, weil alle dasselbe Radikal Proteïn enthalten sollten!). Sie finden sich in jedem Organismus, ja in jeder Tier- und Pflanzenzelle und enthalten Kohlenstoff,

Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel, die Proteide der Nuklein- und Paranukleinsäuren außerdem auch noch Phosphor. In den Pflanzen sind sie nur in geringer Menge enthalten; es überwiegen hier die stickstofffreien Kohlenhydrate, besonders die gerüstbildende und formbedingende Zellulose; hingegen finden sie sich in größter Ausbreitung im Tierreich, wo sie die Hauptmasse der festen Stoffe des Blutes, aller festen Gewebe etc. ausmachen. Frei von eigentlichen Eiweißstoffen im normalen Zustande sind nur der Harn, der Schweiß, die Galle und die Thränen. Sie entstehen ausschließlich im Organismus der Pflanzen und erleiden im tierischen Organismus, dem sie durch die Pflanzennahrung zugeführt werden, bei der Assimilation nur geringe Veränderungen. Sie kommen entweder gelöst vor (in pflanzlichen und tierischen Flüssigkeiten), oder ungelöst in halbweichem, feuchten Zustande, und zwar entweder als histologisch organisierte Gewebsteile oder vollkommen amorph als Gerinnsel in Flüssigkeiten.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Eiweißstoffe schwankt innerhalb ziemlich enger Grenzen und beträgt für die aschefreie Substanz berechnet in Prozenten:

Kohlenstoff	50 — 55,	Stickstoff	15 — 18,
Wasserstoff	6,9 — 7,3,	Sauerstoff	21 — 23,5,
		Schwefel	0,3 — 2,0.

Sie enthalten, mit Ausnahme des durch Reinigung dargestellten aschefreien Albumins, stets anorganische Salze.

Wegen des gering ausgeprägten chemischen Charakters und der leichten Zersetzbarkeit konnten bis jetzt keine sicheren Molekularformeln aufgestellt werden; sie scheinen jedoch der von einigen Forschern für das Albumin angenommenen Formel $C_{72}H_{112}N_{18}O_{22}S$ nahezukommen. Aus den Zersetzungen der Eiweißstoffe war die Konstitution noch nicht zu erschließen, aber es scheint, daß aromatische Gruppen neben solchen der Fettkörper in den Molekülen enthalten sind, und daß die Moleküle ähnlichen der Harnstoff- oder Guanidin- oder Hydantoinverbindungen aufgebaut sind. Eiweißähnliche Stoffe wurden synthetisch durch Zusammenschmelzen von Leuzin mit Harnstoff bei Gegenwart von P_2O_5 erhalten.

Eigenschaften. Sie sind im festen Zustande weiß,

flockige oder klumpige, geruch- und geschmacklose Massen, getrocknet, gelb, durchscheinend, hornartig spröde. Aufser den natürlich vorkommenden Albuminkristallen der Samen von Hanf, Hafer, Bertholletia und Rizinus hat man auch künstlich Eier- und Serumalbumin kristallinisch erhalten. Nur wenige sind in Wasser löslich, aber alle lösen sich in Kalilauge und in konz. Mineralsäuren unter teilweiser Zersetzung, worauf sie an Säuren gebunden als Acidalbumine, an Basen gebunden als Albuminate oder Alkaliaalbuminate bezeichnet werden. Beim Neutralisieren dieser Lösungen fällt unlösliches Eiweiß aus; andere werden beim Behandeln mit Säuren oder Alkalien vollkommen zerlegt. Die Eiweißstoffe sind unlöslich in Äther, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol; in Alkohol sind nur einige Eiweißstoffe des Klebers löslich; mit vielen Aldehyden geben sie, mit Ausnahme der Peptone, unlösliche Verbindungen. Die Lösungen aller Eiweißstoffe drehen die Polarisationssebene nach links.

Farbenreaktionen. a. Beim Erhitzen mit konz. Salpetersäure werden Eiweißstoffe oder deren Lösungen gelb, die Farbe wird auf Zusatz von Ammoniak tief orange (Xanthoproteinreaktion). b. Beim Kochen mit MILLON'schem Reagenz (Lösung von $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ in $\text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$) nehmen sie purpurrote Färbung an, oder wenn sie in geringerer Menge in Lösung enthalten sind, wird die Flüssigkeit rot (MILLON's Probe.) c. Fügt man zur Lösung eines Eiweißstoffes in Eisessig konz. Schwefelsäure, so färbt sie sich violett und zeigt im Spektrum einen bestimmten Absorptionsstreifen. (ADAMKIEWICZ's Reaktion). d. Versetzt man eine Eiweißstofflösung mit Kalilauge und einem Tropfen Cuprisulfatlösung, so entsteht eine blaue Färbung mit einem Stich ins Violette (Biuretreaktion); andere Stoffe geben diese Reaktion meistens erst nach dem Kochen mit NaOH.

Fällungsreaktionen. Die Eiweißstoffe werden aus ihren Lösungen gefällt: a. Durch Ferrocyankalium nach dem Ansäuern mit Essigsäure. b. Durch Salpetersäure, wenn man dieselbe der kochendheifsen Lösung bis zur stark sauren Reaktion zusetzt. c. Durch Tannin, Bleiessig und die meisten Metallsalze. (Eiweiß als Gegengift bei Metallvergiftungen.) d. Durch Versetzen der essigsäuren Lösung mit dem gleichen Volumen gesättigter Natriumsulfatlösung und Erhitzen zum Kochen, oder durch Sättigen der essigsäuren Lösung mit Chlornatrium. e. Schwachsaure, besonders essigsäure Lösungen gerinnen leicht beim Kochen, namentlich bei Anwesenheit von anorg. Salzen der Alkalien. Die Gerinnungstemperatur ist für die einzelnen Eiweißkörper verschieden und kann zu deren Erkennung und Abscheidung dienen. f. Tri-

chloressigsäure, Metaphosphorsäure und viele der sog. Alkaloidreagenzien (siehe Alkaloide) fällen die Eiweißstoffe.

Zersetzungen. Feucht aufbewahrt erleiden die Eiweißstoffe bald tiefgehende Zersetzung, d. h. sie faulen; es bildet sich Kohlendioxyd, Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Leuzin, Tyrosin, Hydroparakumarsäure, Phenylpropionsäure, Indol, Skatol, Essigsäure, Buttersäure, Bernsteinsäure und Diamine (die alkaloidähnlichen Ptomaine) etc. Bei der trockenen Destillation entstehen Sulfide, Karbonate und Cyanide des Ammoniums sowie Pyridin und Anilin. Beim Kochen mit anorg. Säuren entsteht H_2S , NH_3 , sowie Tyrosin, Asparaginsäure, Glutaminsäure (sämtliche sind Amidosäuren), ferner Lysatin, $C_6H_{13}N_3O_2$, und Lysatinin, $C_6H_{11}N_3O$, beide unbekannter Konstitution und Pyridinderivate. Beim Kochen mit Kalilauge entsteht Leuzin, Tyrosin, Oxalsäure, Essigsäure, H_2S , NH_3 , CO_2 . Beim Schmelzen mit Ätzkali entstehen dieselben Produkte neben Indol, Skatol und Ameisensäure. Bei der Oxydation mit Kaliumpermanganat in saurer Lösung entsteht Oxyprotosulfosäure und dann Oxyprotosäure, den Eiweißkörpern nahestehende Verbindungen. Mit saurem Magensaft (oder mit Pepsin), sowie mit schwach alkalischem Pankreassaft (oder mit Trypsin) bei 30–40° digeriert, gehen alle Eiweißstoffe zuerst in Peptone und Albumosen über (Verdauung), bei fortgesetzter Einwirkung entstehen Amidosäuren und bei der Trypsinverdauung des Fibrins auch Lysin, $C_6H_{14}N_2O_2$, und Lysatinin, (siehe oben). Durch verd. Mineralsäuren entstehen Furfurol, Leuzin, Asparagin- und Glutaminsäure, Tyrosin und Phenylamidopropionsäure. Beim Kochen mit $SnCl_2 + HCl$ entsteht Arginin, $C_6H_{14}N_2O_2$, eine Base, welche mit Barytwasser gekocht Harnstoff liefert.

Einteilung. Dieselbe kann von verschiedenen Gesichtspunkten aus stattfinden; die gebräuchlichste ist nachstehende.

1. Albumine.

Dieselben lösen sich in Wasser, Säuren, Alkalien; die wässrige Lösung gerinnt beim Erwärmen, wenn sie Neutralsalze, z. B. $NaCl$, $MgSO_4$, enthält; beim Sättigen derselben bei Zimmertemperatur mit Ammoniumsulfat, oder, jedoch nur bei Gegenwart von Essigsäure, durch Sättigen mit $NaCl$ oder $MgSO_4$, werden die Albumine aus ihren Lösungen vollkommen gefällt.

Eieralbumin. Dasselbe wird aus seinen Lösungen durch Äther gefällt und gerinnt bei 56°. Gefällt löst es sich in überschüssigen Säuren schwerer als Serumalbumin. *Albumen Ovi iccum ist getrocknetes Hühnereiweiß.

Serumalbumin findet sich im Blutserum, tierischen Samen, Chylus, in der Lymphe und in allen serösen Flüssigkeiten; pathologisch im Harn. Wird durch Äther nicht gefällt, die Fällung ist in Säureüberschuß leicht löslich; gerinnt bei 72 bis 75°, je nach der Natur der Lösungsmittel aber bei 40–90°.

Muskelalbumin scheint identisch mit Serumalbumin zu sein.

Milchalbumin in der Milch und im Colostrum, gerinnt je nach dem Lösungsmittel bei 72—84°.

Pflanzenalbumin, in fast allen Pflanzensäften enthalten, verhält sich wie Serumalbumin.

2. Globuline.

Dieselben sind unlöslich in reinem Wasser, löslich bei Gegenwart von Neutralsalzen. Die wässrigen Lösungen gerinnen beim Kochen und werden schon in der Kälte durch Sättigen mit $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ oder MgSO_4 vollkommen, mit NaCl unvollkommen gefällt.

Myosin, Fleischfibrin, bildet den Hauptbestandteil des Muskelplasmas; nach dem Tode erstarrt das Muskelplasma, indem, ähnlich wie im Blutplasma, die Bildung eines festen Eiweißstoffes stattfindet; dieser abgeschiedene Eiweißkörper, welcher also die Ursache der Totenstarre bildet, ist das Myosin; seine Lösungen in verd. Salzlösungen (siehe oben) trüben sich bei 40—43°, und bei etwa 55° scheidet es sich in Flocken ab.

Auch in vielen Pflanzenteilen, namentlich im weißen Senfsamen, finden sich Globuline, welche sich wie Myosin verhalten.

Muskulin, ebenfalls im Muskelplasma enthalten und bei dessen Gerinnung abgeschieden werdend, gerinnt bei 47—51°.

Kristallin, das lösliche Eiweiß der Kristallinse, ist als α -Kristallin bei 72°, und β -Kristallin bei 63° gerinnend, abscheidbar.

Serumglobulin, Blutkasein, Paraglobulin, fibrinoplastische Substanz, in Blutserum, Chylus, Lymphe und fast allen frischen Transsudaten, auch in eiweißhaltigem Harn neben Serumalbumin; seine neutralen Lösungen gerinnen bei 72—75°.

Fibrinogen, Metaglobulin, ist in allen tierischen Flüssigkeiten enthalten, welche entweder beim ruhigen Stehen bei gewöhnlicher Temperatur von selbst gerinnen unter Bildung von Fibrin, oder welche zur Gerinnung gebracht werden, wenn ihnen einige Tropfen der aus frisch geronnenem Blute ausgepressten Flüssigkeit hinzugefügt werden; es gerinnt beim Erwärmen seiner neutralen Lösungen je nach deren Salzgehalt bei 53—56°.

Konglutin, Pflanzenglobulin, findet sich in den Lupinen, Mandeln, Pfirsichkernen, Erbsen, Saubohnen etc.

Vitelline finden sich, gebunden an Paranukleoproteide, in tierischen und pflanzlichen Organen als Bestandteil der Protoplasmen sehr verbreitet; Ovovitellin im Eidotter gerinnt bei etwa 75°, die übrigen Vitelline sind noch wenig gekannt.

3. Proteide

sind in Eiweißstoffe und nicht eiweißartige Körper spaltbar.

a. Nukleinsäuregruppe.

α . **Nukleinsäuren** sind als Bestandteile junger entwickelungsfähiger Zellen sehr verbreitet, entweder frei, oder in Verbindung mit Eiweißkörpern als Nukleine und Nukleoproteide. Beim Kochen der Nukleinsäuren mit Wasser oder mit verd. Säuren entsteht neben Phosphorsäure eine Reihe von Basen, nämlich Ade-

nin, Guanin, Hypoxanthin und Xanthin (S. 404), welche daher Nucleinbasen heißen.

β. **Nucleoproteide** sind Verbindungen der Nucleinsäuren mit viel Eiweiß und finden sich namentlich in den Zellkernen, oft auch im Protoplasma und in tierischen Flüssigkeiten. Sie hinterlassen bei der Pepsinverdauung Nuclein (siehe unten) werden durch Alkalien in Eiweißstoffe und Nucleinsäuren, durch Erhitzen mit verd. Mineralsäuren in Eiweißstoffe und Nucleinbasen (siehe oben) gespalten. Sie haben den Charakter von Säuren, und zersetzen sich, im Gegensatz zu den Nucleinen, beim Erhitzen ihrer neutralen Lösungen unter Abscheidung von Eiweiß.

γ. **Nucleine** sind Verbindungen von Nucleinsäuren mit wenig Eiweiß und enthalten auch Eisen; sie finden sich in den Zellkernen der Tiere und Pflanzen und werden aus den Nucleoproteiden bei der Verdauung mit Pepsin-Salzsäure abgeschieden (S. 546). Sie sind wenig löslich oder unlöslich in Wasser, verd. Mineralsäuren und neutralen Salzlösungen, hingegen leicht löslich in Alkaliläugen. Man kennt schwefelhaltige und schwefelfreie Nucleine, auch Eisen wurde in einigen nachgewiesen. Durch Fällen der Lösung gewisser Eiweißkörper mit Metaphosphorsäure entstehen den Nucleinen ähnliche Stoffe. Beim Kochen mit Alkalien geben sie Alkalialbuminate und Nucleinsäuren; beim Kochen mit verd. Säuren werden die Nucleinsäuren weiter zerlegt in Nucleinbasen etc. (siehe α).

b. Paranucleinsäuregruppe.

α. **Paranucleinsäuren** bilden in Verbindung mit Eiweißkörpern die Paranucleoproteide und Paranucleine und sind bis jetzt im reinen Zustande noch nicht erhalten worden. Ihre Spaltungsprodukte sind Eiweiß und Phosphorsäure aber keine Nucleinbasen.

β. **Paranucleoproteide**, Nucleoalbumine, sind Verbindungen der Paranucleinsäuren mit viel Eiweiß und werden bei der künstlichen Verdauung oder durch Erhitzen mit verd. Mineralsäuren in diese Produkte gespalten. Sie finden sich vor allem in zellenreichen Organen, bilden den Hauptbestandteil des Protoplasmas, kommen aber auch in Sekreten und anderen Flüssigkeiten vor. Sie verhalten sich wie Säuren, sind unlöslich in Wasser, lösen sich aber leicht bei Anwesenheit von Spuren von Ätzalkalien; diese Lösungen gerinnen beim Kochen nicht; durch NaCl werden sie unvollkommen, durch MgSO₄ vollkommen gefällt. Sie werden vielfach mit den Nucleoproteiden verwechselt, von denen sie sich dadurch unterscheiden, daß sie beim Sieden mit verd. Säuren keine Xanthinkörper geben.

Kaseine. Dieselben werden durch Erhitzen aus ihren Lösungen erst bei 130—150° gefällt, hingegen schon bei gewöhnlicher Temperatur durch gewisse Fermente, sowie durch vorsichtigen Zusatz von Säuren. Das durch Labferment abgeschiedene Kasein ist von dem in Lösung befindlichen oder durch Säuren gefällten verschieden. Käse ist ein Fäulnisprodukt des Kaseins.

Argonin, eine Verbindung von Kasein mit Silbernitrat, wirkt bakterientötend ohne zu ätzen, Nitrose das saure Natriumsalz des Kaseins und Eukasin, eine Verbindung von NH_3 mit Kasein, dienen als leichtverdauliche Nahrungsmittel.

Milchkasein, in der Milch aller Säugetiere, kann durch Labferment, Ansäuern, sowie Sättigen mit Magnesiumsulfat abgeschieden werden. Fügt man zu Milch einige Tropfen Essigsäure oder etwas Lab, so scheidet sich alles Kasein zugleich mit den Fettkügelchen aus (Käse, gekäste Milch); in Lösung bleiben Milchzucker, Albumin und die Salze; die Lösung heißt süße Molken. Läßt man Milch längere Zeit stehen, so gerinnt sie gleichfalls, indem aus dem Milchzucker Milchsäure entsteht. Die abfiltrierte Lösung enthält außer Milchzucker, Albumin und Salzen auch Milchsäure und heißt saure Molken (Serum Lactis); Serum Lactis acidum wird durch Aufkochen der Milch mit Weinstein erhalten, Serum Lactis aluminatum, Alaunmolken, durch Aufkochen mit Alaun, Serum Lactis tamarindatum, Tamarindenmolken, mit Tamarindenmus.

Pflanzenkasein. Hierher gehört das Legumin, welches sich hauptsächlich in den Samen der Hülsenfrüchte findet, und das Glutenkasein, in den Gramineen vorkommend.

Bindergallenmuzin gehört, da es phosphorhaltig ist, hierher.

Jchthulin in den Karpfeneiern und **Helikoproteid** in Helixpromatia spalten neben Parankleinen auch noch Zuckerkörper ab.

γ . **Paranukleine** sind Verbindungen der Paranukleinsäuren mit wenig Eiweiß und enthalten auch Eisen. Sie bilden sich aus den Paranukleoproteiden, welche beim Kochen mit Alkalien oder verd. Säuren unter Zerfall der Paranukleinsäuren Eiweiß und Phosphorsäure liefern, jedoch keine Nukleinbasen.

c. Chromoproteide. (Farbstoffe abspaltend.)

Oxyhämoglobin, **Hämoglobin** und **Methämoglobin** sind die Farbstoffe des Blutes; sie lassen sich leicht in koaguliertes Eiweiß und in den eisenhaltigen Farbstoff Hämochromogen zerlegen, welches bei Gegenwart von Sauerstoff leicht zu Hämatin (S. 538) oxydiert wird.

Oxyhämoglobin und Hämoglobin bilden die Hauptmasse der roten Blutkörperchen der Wirbeltiere, finden sich gelöst in einigen Muskeln von Säugetieren in geringer Menge, ebenso in den Muskeln und im Blute einiger Avertebraten. Hämoglobin findet sich neben Oxyhämoglobin vorwiegend im venösen Blute, Oxyhämoglobin im arteriellen Blute, Methämoglobin ist ein Umsetzungsprodukt des Oxyhämoglobins. Diese Verbindungen sind löslich in Wasser und Salzlösungen; erhitzt man ihre Lösungen, so entsteht schon unterhalb der Siedetemperatur ein braunroter Niederschlag von koaguliertem Eiweiß und Hämatin (S. 538); Alkohol, Alkalien und Säuren (selbst CO_2) erzeugen schon in der Kälte diese Spaltung. Bei diesen Zersetzungen bleiben die Produkte in Lösung oder erscheinen als Niederschläge.

Hämoglobin verbindet sich mit verschiedenen Elementen zu

eigenartigen Substanzen, die in ihren Eigenschaften vom Hämoglobin abweichen und unter dem Namen Hämole mediz. Verwendung finden, so Brom- und Jodhämol, Metallhämole, Hämogallol.

Oxyhämoglobin wird aus den Blutkörperchen gewonnen und bildet mikroskopische Kristalle. Aus dem Blute verschiedener Tierarten erhalten, besitzt es etwas verschiedene Zusammensetzung, verschiedenen Kristallwassergehalt, verschiedene Löslichkeit in Wasser und meist verschiedene Kristallform. Die Kristalle und ihre Lösungen haben blutrote Farbe.

Bringt man eine Lösung von Oxyhämoglobin oder arteriellem Blute vor den Spektralapparat, so erhält man, selbst bei sehr großer Verdünnung, ein für das Oxyhämoglobin charakteristisches, aus zwei Streifen bestehendes Absorptionsspektrum. Dieses Spektrum ist bei dem Blute aller Tierarten genau dasselbe.

Hämoglobin kann man, da es an der Luft schnell in Oxyhämoglobin verwandelt wird, nicht aus dem Blute direkt, sondern nur durch Reduktion des Oxyhämoglobins mit Wasserstoff, Schwefelammonium oder ammoniakalischer Lösung von Ferrotartrat darstellen. Setzt man diese Reduktionsmittel in geringer Menge zu einer Oxyhämoglobin- oder Blutlösung, so wird deren Farbe dunkler, und bei Untersuchung im Spektrum zeigt sich, daß die beiden für das Oxyhämoglobin charakteristischen Streifen verschwunden sind und ein neues für Hämoglobin charakteristisches Spektrum entstanden ist. Dasselbe zeigt einen breiten, dunklen Streifen an anderer Stelle, wie die beiden Streifen des Oxyhämoglobins. Schüttelt man die reduzierten Lösungen mit Luft oder Sauerstoff, so entsteht wieder Oxyhämoglobin, und die zwei Streifen desselben treten im Spektrum wieder auf. Reines Hämoglobin wurde bis jetzt nur als amorphes Pulver erhalten.

Wie mit Sauerstoff giebt das Hämoglobin leicht mit Kohlendioxyd, Kohlenoxyd, Stickoxyd, Blausäure und Acetylen kristallisierende, dem Oxyhämoglobin isomorphe Verbindungen; leitet man durch eine Oxyhämoglobininlösung oder Blut diese Gase, so verdrängen dieselben den Sauerstoff und verbinden sich mit dem Hämoglobin; leitet man durch die entstandenen Verbindungen wiederum Sauerstoff, so wird nur das Kohlendioxydhämoglobin wieder in Oxyhämoglobin verwandelt; die anderen Verbindungen verändern sich nicht. Hierauf beruht die giftige Wirkung dieser Gase, indem dieselben das Hämoglobin unfähig machen, dem Organismus den nötigen Sauerstoff zuzuführen. Auf ähnlichen Ursachen scheint auch die Schädlichkeit von H_2S zu beruhen.

Methämoglobin, dem Oxyhämoglobin isomer, findet sich zuweilen in pathologischen Flüssigkeiten, sowie bei Vergiftungen in Harn und Blut und bildet braunrote Kristalle. Das Absorptionsspektrum der wässrigen oder angesäuerten Lösung ähnelt dem des Hämatins in saurer Lösung, wird aber leicht dadurch unterschieden, daß es auf Zusatz von Alkali und einer reduzierenden Substanz in das Spektrum des Hämoglobins übergeht.

Nachweis des Blutes. Derselbe kann durch die Spektral-

analyse stattfinden, da Flüssigkeiten, welche Blut, Blutkörperchen oder die Blutfarbstoffe enthalten, selbst noch bei großer Verdünnung die Spektren des Oxyhämoglobins oder des Hämoglobins geben. Kohlenoxydhämoglobin giebt fast das gleiche Spektrum wie Oxyhämoglobin, seine beiden Absorptionsstreifen verschwinden aber nicht durch Reduktionsmittel. Nachweis von Blut durch die Häminkristalle siehe S. 538.

d. Glykoproteide (Zuckerartige Körper abspaltend).

Muzine, Schleimstoffe, nennt man Kolloidsubstanzen, deren Lösungen schleimig-fadenziehend sind, meist mit Essigsäure einen im Überschusse der Säure unlöslichen Niederschlag geben (im Gegensatz zu allen anderen Albuminsubstanzen und den Mukoiden) und beim Erhitzen mit verd. Mineralsäuren einerseits ein alkalische Kupferlösung reduzierendes Kohlenhydrat, andererseits Eiweißstoffe liefern. Sie finden sich als Bestandteile vieler Sekrete und Exkrete (Menschengalle, Speichel, Schleim, Synovia, Fäces, Harn etc.), ferner im Bindegewebe, sowie in allen wesentlich aus Zellen zusammengesetzten Organen (Drüsen etc.), namentlich reichlich in der Weinbergschnecke. Zu erwähnen ist Schneckenmucin, Sehnenmucin, Submaxillarismucin, die sog. Hyalogene in den Gerüstsubstanzen niederer Tiere, die Muzinogene etc.

Mukoide, Muzinoide, die durch Essigsäure nicht fällbaren Schleimstoffe, finden sich als Pseudomucin (Paralbumin) in der Ascites- und Ovarialcystenflüssigkeit, Chondromukoïd in der Knorpelmasse der Trachea und des Kehlkopfes, Kolloïd in Krebsgeschwülsten, Ovomukoid in den Eiern; aus den Kulturen von *Bac. tuberculosis* wurde ein Toxomucin (S. 551) erhalten; Chondromukoid, im Knorpelgewebe enthalten, ist eine Verbindung von Eiweiß mit Chondroitinschwefelsäure, $C_{18}H_{27}NSO_{17}$, welche weiter in Chondroitin, $C_{18}H_{27}NO_{14}$, und Schwefelsäure zerlegbar ist.

4. Koagulierte Eiweißstoffe.

Diese entstehen durch Erhitzen neutraler oder schwachsaurer Lösungen der Albumine und Globuline oder durch Einwirkung gewisser Fermente. Sie sind unlöslich in Wasser, verd. Säuren und Alkalien, löslich in Pepsinsalzsäure unter Peptonbildung (S. 547), von ihren Muttersubstanzen verschieden und nicht in dieselbe zurückzuverwandeln.

Die durch Ausfällung erhaltenen Eiweißstoffe (z. B. durch Neutralsalze oder Neutralisierung der Alkali- oder Acidalbuminate) besitzen hingegen die gleichen Eigenschaften wie in ihren Lösungen und sind nicht mit den koagulierten Eiweißstoffen zu verwechseln.

Außer den bereits im vorstehenden betrachteten, koagulierten Eiweißstoffen sind noch zu erwähnen:

Tierfibrin, Faserstoff, ist in Wasser und Salzlösungen unlöslich, quillt in Kochsalzlösung, in verd. Säuren und Alkalien, ohne sich zu lösen, bildet feucht eine weiße, amorphe, elastische Masse, welche beim Erwärmen auf 75° oder durch Ein-

wirkung von Alkohol hart und spröde wird. Es findet sich nicht fertig im Organismus, sondern bildet sich in fibrinogenhaltigen Flüssigkeiten, wenn diese dem Einflusse der lebenden, normalen Gefäßwandungen entzogen werden. Das Fibrinogen wird beim Austritt seiner Lösungen (z. B. des Blutes) aus dem Organismus durch einen, dann sofort durch Zerfall der farblosen Blutkörperchen entstehenden, chemischen Körper (das wenig gekannte sogenannte Fibrinferment) in Fibrin verwandelt.

Fibrinogenhaltige Transsudate, wie z. B. Pleura-, Perikardial- und Hydroceleflüssigkeit, welche nicht von selbst gerinnen, enthalten keine farblosen Blutkörperchen; setzt man letztere solchen Flüssigkeiten zu, so erfolgt Abscheidung von Fibrin.

Pflanzenfibrin, Kleber, Gluten, in den Pflanzensamen, namentlich in den Getreidekörnern, erhält man beim Kneten der gemahlten Samen mit Wasser, wobei das lösliche Pflanzenalbumin und die Stärkekörner ausgewaschen werden und der Kleber als zähe, klebrige Masse zurückbleibt; getrocknet bildet dieselbe ein gelbliches Pulver, das als Aleuronat Verwendung findet. Wie Tierfibrin scheint sich auch Pflanzenfibrin nicht präformiert zu finden; dasselbe entsteht wahrscheinlich aus Pflanzenglobulin bei Gegenwart von Wasser durch ein noch nicht isoliertes Ferment. Es ist ein Gemenge von Gluteinkasein mit den Fibrinen Glutenfibrin, Gliadin und Muzedin; die drei letzteren sind dadurch charakterisiert, daß sie sich in 60—70proz. Alkohol auflösen.

5. Acidalbumine und Alkalialbuminate.

Durch Einwirkung von Säuren oder Basen auf Eiweißstoffe entstehen gallertartige Verbindungen, die Acidalbumine und die Alkalialbuminate, beide unlöslich in Wasser, löslich in verd. Säuren und Alkalien; die Lösungen gerinnen beim Kochen nicht, werden hingegen beim Neutralisieren und durch Sättigen mit Neutralsalzen gefällt. Bei der Einwirkung von Basen findet N-Abspaltung als Ammoniak, sowie Entziehung von Schwefel statt.

Syntonin heißt das aus Muskeln mit verdünnter Salzsäure erhaltene Acidalbumin. **LIEBERKÜHNS Alkalialbuminat** wird aus Eieralbumin durch Einwirkung starker Kalilauge erhalten. ***Liquor Ferri albuminati** ist ein aus Eiweißlösungen mit Ferrioxychloridlösung gefälltes, in verd. Natronlauge gelöstes und aromatisiertes Eisenalbuminat. **Ferratin, Hämatogen, Hämalbumin** sind ähnliche Präparate.

6. Albumosen und Peptone

nennt man die bei der Verdauung der Eiweißkörper entstehenden Zwischen- und Endprodukte, sofern dieselben noch wahre Eiweißkörper sind (siehe Peptone).

Albumosen, Hemialbumosen, Proteosen, Propeptone, sind die bei der Verdauung entstehenden Zwischenprodukte zwischen den Eiweißkörpern und den Peptonen; ebenso wie die Stärke durch eine Reihe von Dextrinen in Zucker übergeht, so findet beim Über-

gang des Eiweißes in Pepton als Übergangsstufe die Bildung einer Reihe von Albumosen statt, die in ihren Eigenschaften sich immer mehr von denen der eigentlichen Eiweißkörper entfernen und je nach der Natur des verwendeten Eiweißes weitere Abweichungen in ihren Eigenschaften zeigen; sie finden sich auch im Harn bei Osteomalacie. Ihre Lösungen gerinnen nicht beim Kochen und die Fällungen durch Salpetersäure, sowie durch Ferrocyankalium und Essigsäure verschwinden beim Erwärmen, treten aber beim Erkalten wieder auf. Sie geben schon in der Kälte die Biuretreaktion (violettrote Färbung mit $\text{KOH} + \text{CuSO}_4$). Aus ihren Lösungen werden sie durch Sättigen mit Ammoniumsulfat gefällt.

Somatose wird ein mediz. verwendetes Albumosenpräparat genannt, welches ein gelbliches, wasserlösliches Pulver bildet.

Peptone. Sämtliche Eiweißstoffe, mit Ausnahme der amyloiden Substanz, des Metalbumins und Nukleins, werden durch sauren Magensaft oder bei ziemlich neutraler Reaktion, durch Pankreasauszug in Peptone verwandelt; ebenso geben sie bei der Fäulnis und bei der Behandlung mit starken Säuren oder Basen neben anderen Produkten Peptone. Die Bildung von Peptonen ist stets ein Durchgangsstadium, dem die Bildung von Leuzin, Tyrosin und anderen Amidosäuren folgt. Die Bildung der Peptone aus den anderen Eiweißstoffen beruht auf einer Aufnahme der Elemente des Wassers als chemische Verbindung.

Die Peptone unterscheiden sich von allen anderen Eiweißkörpern durch folgende Reaktionen: a) Während alle anderen Albuminsubstanzen im gelösten Zustande sehr schwer oder gar nicht durch tierische Membran diffundieren, thun dies Peptone mit Leichtigkeit. b) Sie lösen sich in Wasser in jedem Verhältnisse, die Lösungen gerinnen nicht beim Kochen (siehe „Albumosen“). c) Sie werden aus ihren Lösungen weder durch Essigsäure + Ferrocyankalium, noch durch Säuren oder Alkalien, noch durch Essigsäure und Neutralsalze, noch durch Sättigen mit Ammoniumsulfat gefällt; durch die letztere Methode oder durch Kochen mit Ferriacetat in schwach essigsaurer Lösung werden alle Albuminstoffe von den Peptonen getrennt. d) Erkannt wird Pepton in der von anderen Albuminen befreiten Lösung durch die Biuretreaktion, welche es, wie das Propepton, schon in der Kälte giebt, sowie seine Fällbarkeit durch Gerbsäure, Phosphormolybdänsäure, Phosphorwolframsäure.

Quecksilberpeptonlösung, Hydrargyrum peptonatum, Eisenpeptone, Ferrum peptonatum und Eisenmanganpeptone, durch Einwirkung der betr. Metallsalze auf Peptonlösungen erhalten, finden med. Verwendung.

Den Eiweißstoffen nahestehende Verbindungen.

1. Ungeformte Fermente oder Enzyme.

Die ungeformten Fermente (S. 299) scheinen alle eiweißähnliche, besonders den Peptonen nahestehende

Verbindungen zu sein. Dieselben sind in schwach saurem oder schwach alkalischem Wasser, sowie in Glycerin leicht lösliche Körper, welche aus ihren Lösungen nicht durch Kochen, wohl aber durch Alkohol gefällt werden. Ihre Lösungen verlieren ihre Wirkung meist schon bei 60°, sämtliche bei 100°; im trockenen Zustande jedoch können manche über 100° erhitzt werden, ohne ihre Wirkung zu verlieren. Man stellt sie meist durch Ausziehen des betreffenden Körpers mit Glycerin und Fällen des Auszuges mit Alkohol dar. Allen Enzymen gemeinschaftliche charakteristische Reaktionen giebt es nicht.

a. Eiweißstoffe verdauende oder proteolytische Enzyme. Das Optimum der Wirkung liegt bei etwa 40°.

Ingluvin ist das pepsinartige Ferment des Hühnerkropfes.

Pepsin, (*Pepsinum), das eiweißverdauende Ferment des Magensaftes, bildet ein weißes Pulver, nur wirksam in schwach sauren Lösungen. Eine solche Lösung in Wein ist *Vinum Pepsini.

Papain, Papayotin, findet sich im Saft der in Südamerika wachsenden *Carica Papaya*, und ist am wirksamsten in schwach sauren, aber auch nicht unwirksam in neutralen und schwach alkalischen Flüssigkeiten. Ein gelbliches, wasserlösliches Pulver.

Trypsin, Pankreatin, das eiweißverdauende Ferment der Bauchspeicheldrüse, ist am wirksamsten in schwach alkalischen (2 Proz. Soda), weniger in sauren (0,2 Proz. HCl) Flüssigkeiten.

b. Diastatische oder saccharifizierende oder amylytische Enzyme (d. h. Stärke, Glykogen etc. in Maltose verwandelnde Enzyme).

Animalische Diastase findet sich hauptsächlich und konstant in der Bauchspeicheldrüse, ferner im Speichel (hier Ptyalin genannt), in geringer Menge in der Leber, Galle; dem Blute, Chylus, Gehirn, den Nieren und in der Magen- und Darmschleimhaut. Optimum der Wirkung bei 40°.

Vegetabilische Diastase findet sich ganz allgemein verbreitet in den höheren und niederen Pflanzen. Malzdiastase ist das beim Keimen der Getreidekörner aus dem Kleber entstehende Ferment. Optimum der Wirkung bei 50–55°.

c. Eiweißstoffe koagulierende Enzyme.

Labferment, Chymosin, Gerinnung der neutralen Kaseinlösungen bewirkend, findet sich im Magensaft des Kalbes und Schafes. Optimum der Wirkung bei etwa 40°. In verschiedenen Ficusarten und anderen Pflanzen findet sich ein Labferment, das erst gegen 100° die beste Wirkung besitzt.

Fibrinferment, führt Fibrinogen bei Anwesenheit von Neutralsalzen in Fibrin (S. 545) über.

Kleberferment (?), führt die Eiweißstoffe der Mehlsorten in Kleber über.

d. Rohrzucker in Lävulose und Dextrose spaltendes

Enzym (**Invertin**) in den Pflanzen sehr verbreitet, läßt sich leicht aus Hefe mit Wasser ausziehen. Auch im Darminhalt der Tiere findet sich ein solches Ferment, scheint aber durch die Nahrung hineinzukommen. Optimum der Wirkung bei 30—50°.

e. Fette in Glycerin und freie Fettsäuren zerlegende oder steatolytische Enzyme. Dieselben sind in Fetten löslich und behalten ihre Wirksamkeit oft noch nach dem Kochen des Fettes. Sie finden sich bei Tieren (Pankreas) und bei Pflanzen.

f. Glykoside in Zucker und andere Körper spaltende Enzyme. Dieselben sind nur wenig bekannt; manche der bereits erwähnten Fermente besitzen gleichfalls diese Wirkung.

Emulsin, Synaptase, in den süßen und bitteren Mandeln, wirkt auf die Glykoside Amygdalin und Salicin zerlegend.

Myrosin, in dem Samen des weißen und schwarzen Senfs enthalten, wirkt auf das Glykosid Myronsäure zerlegend.

g. Zucker in Weingeist und Kohlendioxyd spaltendes Enzym (**Zymase**), wird durch Auspressen der vorher zertümmerten Hefezellen erhalten.

2. Toxalbumine.

In verschiedenen Pflanzen und Tieren finden sich Stoffe, welche in ihrem chemischen Verhalten keine abweichenden Eigenschaften von den Nahrungseiweißstoffen zeigen, sich in ihren Reaktionen einerseits an diese, andererseits an die Enzyme anschließen, aber mehr oder minder giftig sind.

Zu erwähnen sind **Abrin** in den Jequiritysamem, **Rizin** in den *Rizinussamen, **Lupinotoxin** in gewissen Lupinensorten, **Sapotoxin** in der Seifen- und Senegawurzel, das **Gift der Schlangen**, Spinnen und gewisser Fische etc. Auch aus den Reinkulturen gewisser Bakterien können ähnliche Körper durch Fällern mit Alkohol etc. erhalten werden, z. B. **Tuberkulin** und **Tuberkulocidin** aus den Tuberkelbazillen, ferner **Anticholerin** aus den Cholerabazillen, **Mallein** aus den Rotzbazillen, **Peptotoxine** bei der Verdauung entstehend, etc.

3. Albuminoide

sind stickstoffhaltige Bestandteile des Tierkörpers, welche eine nahe Beziehung zu den Eiweißstoffen nicht nur durch die elementare Zusammensetzung, sondern auch durch die Übereinstimmung vieler Reaktionen bekunden; sie kommen im allgemeinen im ungelösten Zustande vor, sind integrierende Bestandteile von Geweben, und zeichnen sich durch ihre Resistenz gegen die eiweißlösenden und chemischen Reagenzien aus.

a. Schwefelhaltige Albuminoide.

Kollagen, leimgebende Substanz, im Tierreich sehr verbreitet, bildet den Hauptbestandteil der Bindegewebsfibrillen und organischen Substanz des Knochengewebes (hier Ossein genannt), auch im Knorpelgewebe bildet es die Grundsubstanz, gemengt mit anderen Stoffen und wurde früher als besonderer Körper Chondrin oder Chondrigen, welcher die Knorpelsubstanz bilden sollte, betrachtet. Kollagen ist unlöslich in Wasser, Salzlösungen, verd. Säuren oder Alkalien. Beim anhaltenden Kochen geht es in Leim über. In verd. Säuren quillt es auf und ist dann durch Pepsin und Trypsin verdaulich. Die leimgebenden Gewebe verbinden sich mit Gerbsäure und werden dann beim Trocknen nicht hart und spröde, sondern bleiben geschmeidig und widerstehen der Fäulnis; die so veränderten Gewebe sind das Leder.

Leim, Glutin, entsteht beim Kochen des Kollagens mit Wasser und ist rein eine farblose, durchsichtige, amorphe Masse. Setzt man das Kochen mit Wasser lange fort, so verliert der Leim seine Fähigkeit sich zu gelatinieren und giebt sog. Leimpepton. Glutin ist in der Kälte in verd. Essigsäure und anderen Säuren, sowie in Alkalien löslich; aus seinen Lösungen wird es weder durch Säuren noch Bleiessig oder Alaun gefällt; durch Gerbsäure und durch Alkohol wird es gefällt. Beim Kochen mit verd. Schwefelsäure giebt es Glykokoll und Leuzin. Unreines Glutin bildet den Tischlerleim (Colla) und wird aus Tierhäuten dargestellt, welche von Fett, Blut etc. befreit und enthaart wurden. Die besten Leimsorten sind farblos und heißen Gelatine.

*Leimkapseln, Capsulae gelatinosae, dienen als Umhüllung schlecht schmeckender Arzneistoffe.

Glutol durch Einwirkung von Formaldehyd auf Gelatine erhalten, ist ein weißes Pulver, als Wundheilmittel dienend.

Keratin, Hornstoff, ist der Hauptbestandteil des Fischbeins, der Horngewebe, Epidermis, Nägel (Klauen, Hufe), Haare (Federn, Stacheln, Schildpatt), Hörner. Wenn man diese Gebilde feingepulvert mit kochendem Wasser, Alkohol, Äther und Pepsinsalzsäure nacheinander behandelt, so bleibt ein Körper von wechselnder Zusammensetzung übrig, welchen man Keratin nennt. Keratin fault nicht, verbrennt mit charakteristischem Geruche, löst sich in Ätzalkalien, Ammoniak und kochender Essigsäure. Beim Kochen mit verd. Schwefelsäure giebt es Leuzin und wenig Tyrosin und Asparaginsäure. Durch Eindampfen der essigsäuren Lösung erhaltenes, pulverförmiges *Keratinum dient zum Überziehen von Pillen, damit sich diese erst im alkalischen Darmsafte lösen.

Der Schwefel ist in dem Keratin zum Teil so lose gebunden, daß keratinhaltige Gewebe durch Blei- und Silber-salze geschwärzt werden, indem sich deren Sulfide bilden (Haarfärbemittel). Hornspäne entwickeln schon im feuchten Zustande H_2S .

Amyloid, amyloide Substanz, wird eine Eiweißsubstanz genannt, welche sich in der Milch und pathologisch in schaligen Körnchen oder als glasglänzende Infiltration in verschiedenen

Organen findet; dieselbe färbt sich, abweichend von den anderen Eiweißstoffen mit Jodlösung rötlich, durch Jod und Schwefelsäure violett bis blau. Wird von Verdauungsflüssigkeiten nur schwer verändert. Giebt beim Erhitzen mit Säuren Leuzin und Tyrosin.

b. Schwefelfreie Albuminoide.

Elastin bildet das bei den höheren Tieren ziemlich verbreitete und besonders in den Bindegeweben auftretende, histologisch gut charakterisierte, elastische Gewebe. Es besitzt die Struktur des zu seiner Darstellung verwendeten Materials, ist gelblichweiß und im feuchten Zustande sehr elastisch; es ist selbst in kochender, konzentrierter Essigsäure unlöslich und in konzentrierten Ätzalkalien löst es sich erst nach langem Kochen unter Zersetzung; mit verdünnter Schwefelsäure gekocht, giebt es Leuzin. Fein gepulvert, wird es von Pepsinsalzsäure oder Trypsin gelöst.

Spongin, die Hauptmasse der Badeschwämme, giebt keinen Leim und beim Kochen mit verd. Säuren nur Leuzin und Tyrosin.

Conchiolin in den Schalen der Muscheln, und

Byssussubstanz in der Byssusmuschel, geben nur Leuzin.

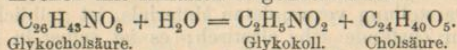
Fibroin und **Serizin** sind die zwei Hauptbestandteile der Rohseide. Beim Kochen mit verd. Säuren liefert Fibroin Glykokoll und viel Tyrosin, Serizin kein Glykokoll, aber Leuzin und kristallisierendes Serin (Amidoäthylenmilchsäure S. 397).

Chol- oder Cholalsäuren.

Dieselben bilden mit dem Taurin (S. 390) die schwefelhaltigen Taurocholsäuren, mit dem Glykokoll (S. 356) die schwefelfreien Glykocholsäuren; diese zusammengesetzten Säuren heißen Gallensäuren und finden sich gebunden an Alkalien in den Gallen der verschiedenen Tiere. Freie Cholsäuren finden sich im Darminhalt und im Harn bei Ikterus. Die gew. Cholsäure der Menschen- und Rindergalle (S. 554), der Schweinegalle (Hyo-cholsäure), der Gänsegalle (Chenocholsäure), sowie die neben der gew. Cholsäure sich findende CholeIn- und Fellinsäure haben verschiedene Eigenschaften und Zusammensetzung; letztere ist meist nicht sicher festgestellt; die Cholsäuren sind einbasische, bittere, farblose, in Wasser und Äther schwer, in Alkohol leicht lösliche, in der Lösung rechtsdrehende Kristalle; beim Kochen mit Säuren, bei der Fäulnis im Darne und beim Erhitzen verlieren sie Wasser und gehen in amorphe, in Wasser und Alkalien unlösliche Körper, die Dyslysine, über.

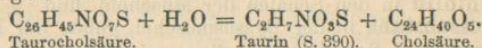
Cholsäuren und ihre Verbindungen, die Gallensäuren, geben die **PETTENKOFERSCHE** Reaktion: Man versetzt die Lösung so langsam mit $\frac{2}{3}$ Volumen konz. Schwefelsäure, daß sie sich nicht über 60° erwärmt und dann mit 3–5 Tropfen Rohrzuckerlösung, oder besser mit einer Spur Furol, worauf schön violette Färbung eintritt.

Glykocholsäure, $C_{26}H_{43}NO_6$, in der Rinder- und Menschengalle, bildet in Wasser unlösliche, in Alkohol lösliche Nadeln; zerfällt beim Kochen mit Alkalien folgendermaßen:



Hyoglykocholsäure, $C_{27}H_{45}NO_5$, findet sich in der Schweinegalle.

Taurocholsäure, $C_{26}H_{45}NO_5S$, in der Rinder- und Menschengalle, bildet seidenglänzende, leicht in Wasser und Alkohol lösliche Nadeln; zerfällt beim Kochen mit Alkalien, sogar schon mit Wasser folgendermaßen:



Chenotaurocholsäure, $C_{29}H_{49}NSO_6$, findet sich in der Gänsegalle.

Cholesterine oder Cholestearine

heissen in der Tier- und Pflanzenwelt sehr verbreitete, rechts- oder linksdrehende, einwertige Alkohole der Formel $C_{25}H_{42}O$, $C_{26}H_{44}O$, $C_{27}H_{46}O$, welche den Terpenen nahe stehen. Sie bilden geruch- und geschmacklose Kristalle, von verschiedenem Schmelzpunkt, unlöslich im Wasser, verd. Säuren und selbst konz. Kalilauge; reichlich löslich in siedendem Alkohol, Äther und fetten Ölen; fügt man zur Lösung in Chloroform konz. Schwefelsäure, so färbt sich das Chloroform purpurrot, während die darunter befindliche Schwefelsäure grünlichgelb fluoresziert; verdunstet man die rote Chloroformlösung, so wird sie blau, dann grün und zuletzt gelb (**SALKOWSKI'S** Reaktion).

1. Cholesterine der Tiere.

Gewöhnliches Cholesterin, $C_{27}H_{46}O$, ist linksdrehend, findet sich in geringer Menge in allen Fetten, im Blute, in fast allen tierischen Flüssigkeiten und in den Fäces, jedoch nur selten im Harn und zuweilen in der Galle in kugligen Massen (Gallensteine); reichlich ist es im Gehirn, dem Eidotter und der Nervensubstanz enthalten; mit den Fettsäuren bildet es den Fetten entsprechende Verbindungen, welche in den tierischen Hautgebilden (Haare, Federn, Hufe, Haut etc.), namentlich in größerer Menge im Woll-

fett, vorkommen. **Isocholesterin** findet sich ebenfalls im Wollfett, **Koproesterin** in den Fäces gesunder Menschen etc.

Cholesterinfettsäureester werden aus dem Wollfett hergestellt und bilden gereinigt, da sie nicht ranzig werden und viel Wasser binden, das als Salbengrundlage dienende **Adeps Lanae** und **Alapurin** (**Adeps Lanae purissimus**), gemischt mit 25 Proz. Wasser das **Lanolin**; **Thilandin** ist Wollfett mit chemisch gebundenem Schwefel.

2. Cholesterine der Pflanzen

oder **Phyosterine** finden sich in geringer Menge in allen Pflanzenfetten, **Paracholesterin** in der Gerberlohe, **Kaulosterin** in etiolierten Lupinenkeimen, das **Onocerin** in der ***Rad. Ononidis** etc. Außer diesen Körpern giebt es noch eine Reihe hochmolekularer Alkohole, die wegen der Übereinstimmung ihrer Farbenreaktion, trotz ihrer abweichenden Zusammensetzung, zu den Cholesterinen gezählt werden, z. B. das **Cynanchol**, **Quebrachol**, **Kupreol**, **Laktucerin**, **Amyrin**, **Lupeol**, die Harzalkohole etc.

Humussubstanzen.

Unterliegen organische Körper, insbesondere abgestorbene Pflanzen, der Verwesung oder Vermoderung, oder wirken starke Säuren oder Ätzalkalien auf Kohlenhydrate ein, so bilden sich vor Auftreten der Endprodukte (Wasser, Kohlendioxyd und event. Ammoniak) die Humussubstanzen, eigentümliche unkristallisierbare Zwischenprodukte von brauner oder schwarzer Farbe, geruch- und geschmacklos, aus der Luft begierig Feuchtigkeit und Ammoniak absorbierend, und daher wichtige Nährmittel für die Pflanzen. Viele Humussubstanzen scheinen den Kohlenhydraten nahe zu stehen.

Diese Humussubstanzen finden sich in den oberen Schichten der Ackererde, im Torfe, in der Braunkohle, im faulen Holze, in vielen Quellwässern und deren gelbbraunem Bodensatze etc.; sie sind zum Teil stickstoffhaltig, besitzen den Charakter schwacher Säuren, können leicht den erwähnten Substanzen durch verdünnte Ätzkalilösung entzogen und aus den so erhaltenen, braunen Lösungen zum Teil wieder gefällt werden.

Über das chemische Verhalten ist sehr wenig bekannt, einige sind als **Humin**, $C_{40}H_{30}O_{15}$, **Ulmin**, $C_{20}H_{16}O_7$, **Huminsäure**, $C_{20}H_{12}O_6$, **Ulmensäure**, $C_{20}H_{13}O_6$, **Geinsäure**, $C_{20}H_{13}O_7$, **Quellsäure**, $C_{12}H_{12}O_8$, **Quellsatzsäure**, $C_{24}H_{12}O_{12}$ bezeichnet worden.