

5) **Talochleimsäure**  $\text{CO}_2\text{H}[\text{CHOH}]_4\text{CO}_2\text{H}$  ist in zwei raumisomeren Modificationen (S. 536, 537) bekannt: *d-Talochleimsäure* schmilzt gegen  $158^\circ$  unt. Zers. und entsteht durch Oxydation von *d-Talonsäure* (B. 24, 3625). *l-Talochleimsäure* wird durch Oxydation von  $\beta$ -Rhamnosecarbonsäure (S. 544) bereitet (B. 27, 384).

6) **Isozuckersäure**  $\text{CO}_2\text{H}.\overset{\text{O}}{\text{C}}.\text{H}.\text{CH}(\text{OH}).\overset{\text{O}}{\text{C}}.\text{HCO}_2\text{H}$ , Schmp.  $185^\circ$ ,  $[\alpha]_D = +46,1^\circ$ , entsteht aus HCl Glucosamin (S. 529) durch Oxydation mit Salpetersäure (B. 19, 1258). Die Isozuckersäure selbst und einige ihrer Derivate sind als Tetrahydrofurfuranabkömmlinge aufzufassen, wie dies die Constitutionsformel der Isozuckersäure zum Ausdruck bringt. Andere Abkömmlinge sind auf die Isozuckersäure +  $\text{H}_2\text{O}$ , also auf Tetraoxyadipinsäure zu beziehen und werden als Derivate der Norisozuckersäure bezeichnet, z. B. Norisozuckersäurediaethylester  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_8(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ , Schmp.  $73^\circ$ , geht im Exsiccator in Isozuckersäurediaethylester  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7(\text{C}_2\text{H}_5)_2$ , Schmp.  $101^\circ$  über. Diacetylisozuckersäureester, Schmp.  $49^\circ$  (B. 27, 118).

#### B. Pentaoxydicarbonsäuren.

**Pentaoxymelinsäure**  $\text{CO}_2\text{H}[\text{CHOH}]_5\text{CO}_2\text{H}$  entsteht aus der Glucosecarbonsäure (S. 544) durch Oxydation mit Salpetersäure. Das Lacton ist krystallinisch und schmilzt bei  $143^\circ$  (B. 19, 1917).

**Carboxygalactonsäure**  $\text{CO}_2\text{H}[\text{CHOH}]_5\text{CO}_2\text{H}$  entsteht aus Galactosecarbonsäure durch Oxydation mit Salpetersäure, ist in kaltem Wasser schwer löslich, krystallisirt in Tafeln und schmilzt bei  $171^\circ$  unt. Zers. (B. 22, 523).

### Kohlenhydrate<sup>1)</sup>.

Als Kohlenhydrate bezeichnete man eine Anzahl in der Natur weit verbreiteter Verbindungen, welche die natürlichen Zuckerarten und ihnen verwandte Körper umfassten, sechs oder ein Multipolum von 6 Kohlenstoffatomen enthielten und in denen das Verhältniss der Wasserstoff- und Sauerstoffatome dasselbe war wie im Wasser.

Die meisten Kohlenhydrate entstehen in den Pflanzen, aber auch im thierischen Organismus bilden sich Kohlenhydrate. Dem Pflanzenreich entstammende Kohlenhydrate finden die mannigfaltigste Verwendung.

Kohlenhydrate dienen zur Bereitung alkoholischer Getränke (S. 122). Zuckerarten, besonders der Rohrzucker bilden die Würze für zahllose Speisen. Die Stärke macht einen Hauptbestandtheil des Getreidemehls verschiedener Herkunft aus, aus dem das Brot, das wichtigste Nahrungsmittel, bereitet wird. Sie findet sich in den Hülsenfrüchten und Kartoffeln angehäuft. Die ihr verwandte Cellu-

1) Ausführlich sind die Kohlenhydrate in dem Artikel: „Kohlenhydrate“ in *Ladenburg's* Hdw. der Chemie, Bd. 6, S. 1—198 von B. Tollens behandelt. Dieser Artikel ist auch als Sonderwerk im Buchhandel erschienen.

lose ist der Hauptbestandtheil des Holzes und dient zur Herstellung von Papier und von Sprengmitteln. Im Verein mit den Eiweisskörpern sind die Kohlenhydrate die für den Menschen werthvollsten Kohlenstoffverbindungen.

Man theilt die Kohlenhydrate nach der Moleculargrösse ein in:

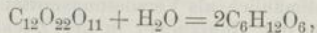
- Monosen oder Monosaccharide,
- Saccharobiosen, Disaccharide,
- Saccharotriosen, Trisaccharide,
- Polysaccharide.

Die Monosaccharide, zu denen der Traubenzucker und Fruchtzucker gehören, sind bereits früher, als die ersten Oxydationsproducte der sechssäurigen Alkohole, im Anschluss an die letzteren abgehandelt worden (S. 520).

Fast alle natürlich vorkommenden Kohlenhydrate sind optisch activ, indem ihre Lösungen die Polarisationssebene ablenken (S. 59). Das specif. Drehungsvermögen ist nicht nur durch die Temperatur und Concentration der Lösungen, sondern häufig auch durch die Anwesenheit inactiver Substanzen beeinflusst (B. 21, 2588, 2599). Einige Substanzen zeigen ferner die Erscheinung der Birotation und Semirotaion (S. 527). Der Eintritt der constanten Rotation wird meist durch kurzes Erhitzen der Lösungen erreicht. Die Bestimmung des Drehungsvermögens der Kohlenhydrate mittelst des Saccharimeters dient zur Bestimmung ihrer Reinheit oder zur Ermittlung ihres Gehaltes in Lösungen: *optische Zuckerprobe*, *Saccharimetrie* (S. 551).

#### A. Disaccharide, Saccharobiosen.

Disaccharide, aus 2 Molecülen der Glucosen oder Monosen bestehend (S. 520) und daher auch Biosen genannt, sind bisher nur von den Hexosen  $C_6H_{12}O_6$  bekannt. Sie besitzen demnach die Formel  $C_{12}O_{22}O_{11}$  und zerfallen unter Aufnahme von Wasser in zwei Molecüle der Hexosen:



eine Reaction, die man als hydrolytische Spaltung oder Hydrolyse bezeichnet und der auch die höheren Kohlenhydrate fähig sind.

Ihrer Constitution nach stellen die Disaccharide ätherartige Anhydride der Hexosen dar, indem die Bindung entweder durch die Alkohol- oder die Aldehydo- oder Ketogruppe vermittelt wird. Milchzucker und Maltose enthalten noch die Aldosegruppe  $CH(OH)CHO$ , da sie Fehling'sche Lösung beim Kochen reduciren, mit Phenylhydrazin Osazone bilden und durch Oxydation mit Bromwasser

einbasische Säuren  $C_{12}H_{22}O_{12}$ , Lacto- und Maltobionsäure (S. 553) geben (B. 21, 2633; 22, 361). Im Rohrzucker dagegen, der nicht reducirt und kein Osazon bildet, scheinen beiderseits die reducirenden Gruppen des Trauben- und Fruchtzuckers gebunden zu sein.

Die Hydrolyse der Saccharobiosen wurde bereits bei der *geistigen Gährung* S. 122 eingehend besprochen; sie wird bewirkt durch ungeformte Fermente oder Enzyme, wie *Diastase* (S. 564) und *Synaptase* oder *Emulsin*, das in süßen und bitteren Mandeln enthalten ist.

Aehnlich wirkt das lösliche Ferment des Speichels: *Ptyalin*, des Bauchspeichels: *Pankreasdiastase* und anderer thierischer Secrete, sowie das *Invertin*, das die rechtsdrehende Rohrzuckerlösung in eine linksdrehende *Invertzuckerlösung* umwandelt (S. 122).

Aehnlich den Enzymen können auch verdünnte Säuren die Hydrolyse der Di- und Polysaccharide bewirken, z. B. die *Inversion* des Rohrzuckers. Die Schnelligkeit der Reaction steht nach Ostwald in genauer Beziehung zu der Affinitätsgrösse der Säuren (J. pr. Ch. [2] 31, 307).

Bei längerem oder zu starkem Erhitzen mit Säuren findet eine Reversion statt, indem die Glucosen, namentlich Fructose, eine rückläufige Condensation zu dextrinähnlichen Substanzen erleiden (B. 23, 2094).

**Rohrzucker**, *Saccharose*, *Saccharobiose*  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , der wichtigste Zucker, findet sich im Saft vieler Pflanzen, namentlich im Zuckerrohr, *Saccharum officinarum* (20 pct. des Saftes), in einigen Ahornarten, in der Zuckerhirse *Sorghum saccharatum*, in den Runkelrüben *Beta maritima* (10—20 pct.), aus denen er fabrikmässig dargestellt wird, und in vielen Pflanzensamen (B. 27, 62). Während die Hexosen hauptsächlich in den Früchten vorkommen, ist der Rohrzucker meist im Stamme der Pflanzen enthalten.

**Geschichte.** Die Gewinnung des Rohrzuckers aus Zuckerrohr geht bis in die ältesten Zeiten zurück. Im Mittelalter gehörte der Rohrzucker in Deutschland noch zu den Seltenheiten, erst nach der Entdeckung Amerikas wurde er allmählich als Versüssungsmittel eingeführt. 1747 fand Marggraf<sup>1)</sup> in Berlin den Rohrzucker in der Zuckerrübe auf und seine Beobachtungen bildeten die Grundlage der Rübenzucker-Industrie. 1801 errichtete Aehard auf dem Gute Cunern in Schlesien die erste Runkelrübenzuckerfabrik. Die von Napoleon I. verhängte Continentsperre förderte die Entwicklung der jungen Industrie, die im Laufe der letzten 50 Jahre eine immer sich steigernde Bedeutung als landwirthschaftliches Gewerbe für Deutschland gewann, das etwa  $\frac{1}{4}$  des sämmtlichen auf der

1) Ein Jahrhundert chemischer Forschung unter dem Schirme der Hohenzollern von A. W. Hofmann, 1881.

Erde gewonnenen Zuckers hervorbringt. 1891/92 verarbeiteten 403 Fabriken 9,488002 Tonnen (1 Tonne = 1000 Kilo) Rüben, die auf 164774 Hectaren geerntet waren, 1,144368 Tonnen Rohzucker lieferten und dem Staat 72,000000 M. an Steuern abwarfen<sup>1)</sup>.

Technische Gewinnung<sup>2)</sup>. Man entzieht den Rohrzucker dem Zuckerrohr und den in feine Schnitzel zerschnittenen Runkelrüben am besten durch Diffusion. Der zuckerhaltige Rübensaft diffundirt durch die Zellwände, während die Colloide in den Zellen zurückbleiben. Der filtrirte Saft wird bei 80–90° mit Kalkmilch behandelt zur Neutralisation der Säuren und Abscheidung der Eiweissstoffe. Der dann mit CO<sub>2</sub>, Phosphorsäure oder der gährungshemmenden SO<sub>2</sub> gesättigte und durch Thierkohle filtrirte Dünnsaft wird in Vacuumapparaten bis zur Krystallisation concentrirt. Aus dem Dicksaft krystallisirt der Rohzucker, den man durch Abschleudern in Centrifugen von der Mutterlauge; Melasse befreit und durch Auswaschen, Decken mit reiner Zuckerpulver, oder durch Umkrystallisiren reinigt; raffinirter Zucker.

Aus der syrupförmigen nicht mehr zum Krystallisiren zu bringenden Melasse wird der Zucker gewonnen: 1) Durch Osmose, die auf der Diffusion durch Pergamentpapier in Filterpressen ähnlichen Apparaten beruht; 2) durch Elution (Scheibler 1865). Nach dem letzteren Verfahren werden aus der Melasse mittelst Kalk oder Strontian zunächst schwer lösliche Saccharate dargestellt (s. u.), welche man durch Waschen mit Wasser oder verdünntem Alkohol (Elution) von den Beimengungen befreit. Die gereinigten Saccharate werden dann durch Kohlensäure zerlegt (saturirt), und der gewonnene Dünnsaft, wie oben ausgeführt, weiter verarbeitet. Die Melasse wird auch zur Darstellung von Branntwein: Rum verwendet (S. 124).

Eigenschaften. Der Rohrzucker krystallisirt in grossen monoklinen Prismen (Kandiszucker) und löst sich in  $\frac{1}{3}$  Th. Wasser bei 15°, in Alkohol ist er schwer löslich. Sein spec. Drehungsvermögen  $[\alpha]_D^{20} = +66,5^\circ$  (B. 17, 1757). Er schmilzt bei 160° und erstarrt zu einer glasigen Masse (Gerstenzucker), die allmählich wieder krystallisirt. Auf 190–200° erhitzt, verwandelt er sich in eine braune, nicht mehr krystallisationsfähige Masse — Caramel genannt, welche zum Färben von Liqueuren dient.

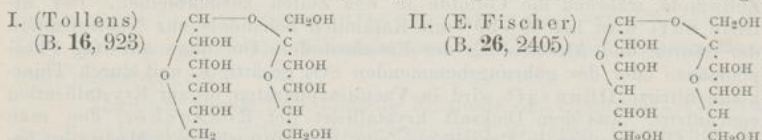
Man bestimmt den Gehalt einer Rohrzuckerlösung durch Polarisation mit dem Zucker-Apparat von Soleil-Ventzke-Scheibler oder dem Halbschattenapparat von Schmidt und Hänsch, ferner aus dem spec. Gew. mittelst des Saccharimeters von Brix.

Umwandlungen und Constitution. Beim Kochen mit verdünnten Säuren zerfällt der Rohrzucker in d-Glucose und d-Fruktose (Inversion, S. 122). Auch durch Fermente (S. 550) wird er hydrolysirt. Erst nach der Hydrolyse vermag er Fehling'sche Lö-

1) Statistisches Jahrbuch für das deutsche Reich, herausgegeben vom Kaiserlichen statistischen Amt. 14. Jahrgang 1893. S. 24, 174.

2) Hdb. d. chem. Technologie, Ferd. Fischer 1893. S. 851–888.

sung zu reduciren. Mit conc. Schwefelsäure gemischt, verwandelt er sich in schwarze, humusartige Körper. Beim Kochen mit Salpetersäure entstehen d-Zuckersäure, i-Weinsäure und Oxalsäure. Mit Essigsäureanhydrid auf 160° erhitzt, entsteht der Octacetylcster  $C_{12}H_{14}O_3[OCOCH_3]_8$ . Der letzteren Thatsache und der Wirkungslosigkeit auf Fehling'sche Lösung tragen folgende Formeln Rechnung:



Saccharate. Mit Basen bildet der Rohrzucker Saccharate  $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CaO + 2H_2O$ , fällbar durch Alkohol.  $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 2CaO$  krystallisirt beim Abkühlen.  $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot 3CaO$  in Wasser sehr schwer löslich (B. 16, 2764). Aehnliche Saccharate bilden Strontian und Baryt (B. 16, 984) (S. 551).

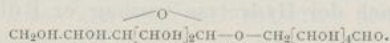
Tetra-nitrosaccharose  $C_{12}H_{18}(NO_2)_4O_{11}$  explodirt heftig.

**Milchzucker, Lactose, Lactobiöse**  $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$  findet sich in der Milch der Säugethiere, in der Amniosflüssigkeit der Kühe und in einigen pathologischen Secreten.

Man gewinnt den Milchzucker aus den Molken, der Flüssigkeit, welche bei der Käsebereitung nach Ausscheidung des Caseins und Fettes hinterbleibt, durch Eindampfen bis zur Krystallisation.

Der Milchzucker bildet rhombische Prismen, wird bei 140° wasserfrei und schmilzt bei 205° unter Zers. Er löst sich in 6 Th. kaltem und 2,5 Th. heissem Wasser und schmeckt schwach süß; in Alkohol ist er unlöslich. Die wässrige Lösung dreht nach rechts und zeigt Birotation (S. 527). Aehnlich den Hexosen reducirt er ammoniak. Silberlösung schon in der Kälte, alkalische Kupferlösung aber erst beim Kochen (S. 549).

Umwandlungen und Constitution. Zerfällt beim Erhitzen mit verdünnten Säuren in Galactose und d-Glucose; gährt mit Hefe nur schwierig, erleidet aber leicht die Milchsäuregährung (S. 330). Mit Salpetersäure giebt er d-Zuckersäure und Schleimsäure; mit Brom Lactobionsäure  $C_{12}H_{22}O_{12}$ , die sich in d-Gluconsäure und d-Galactose spaltet (B. 22, 362). Durch Blausäureaddition entsteht Lactosecarbonsäure  $C_{12}H_{23}O_{11} \cdot CO_2H$ , die in d-Glucoheptonsäure (S. 544) und d-Galactose zerfällt (A. 272, 198). Vgl. auch Isosaccharin S. 516. Phenyllactosazon  $C_{12}H_{20}O_9(N_2HC_6H_5)_2$ , Schmp. 200° (B. 20, 829). Octoacetylmilchzucker  $C_{12}H_{14}O_3[OCO.CH_3]_8$ , Schmp. 95 bis 100° (B. 25, 1453). Diese Umwandlungen würde folgende Milchzuckerformel verständlich finden lassen:



**Maltose, Malzzucker, Maltobiöse**  $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$  ist die bei der Einwirkung von Malzdiastase auf Stärke beim Branntwein- und Biermaischen (S. 123) neben Dextrin entstehende, direct gährungs-

fähige Zuckerart. Ferner entsteht sie als Zwischenproduct bei der Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure auf Stärke und von ungeformten Fermenten (S. 550, 564): *Diastase, Speichel, Pankreas* auf Glucogen (S. 555). Sie bildet eine harte weisse Krystallmasse;  $[\alpha]_D = +140,6^\circ$  und wird aus verkleisterter Stärke durch Diastase dargestellt (B. 220, 209).

Umwandlungen. Die Maltose vergäht unmittelbar mit Hefe, reducirt Fehling'sche Lösung, aber nur gegen  $\frac{2}{3}$  soviel als Traubenzucker, dem sie sehr ähnlich ist (A. 220, 220).

Durch Diastase wird die Maltose nicht weiter verändert; beim Kochen mit verdünnten Säuren wird sie unter Wasseraufnahme in d-Glucose oder Traubenzucker verwandelt. Durch Salpetersäure wird sie zu d-Zuckersäure (S. 546), durch Chlorwasser zu Maltobionsäure  $C_{12}H_{22}O_{12}$  oxydirt, welche in Traubenzucker und d-Gluconsäure zerfällt. Durch Blausäureaddition geht sie in Maltosecarbonsäure  $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot CO_2H$  über, die sich in d-Glucose und d-Glucoheptonsäure spalten lässt (A. 272, 200). Durch Kochen mit Kalkwasser bildet sie *Isosaccharin* (S. 516). *Octoacetylmaltose*  $C_{12}H_{14}O_3(OCO.CH_3)_8$ , Schmp. 150—155° (A. 220, 216). *Phenylmaltosazon*, Schmp. 206° (B. 20, 831). Maltose ist ähnlich wie Milchzucker constituirt (s. o. u. B. 22, 1941).

Weniger wichtig sind die folgenden Saccharobiosen: *Isomaltose*  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , isomer mit Maltose entsteht aus d-Glucose mit HCl (B. 23, 3688) und beim Maischprozess (B. 25, R. 577)  $[\alpha]_D = +139-140^\circ$ . Mit Hefe wird sie vergohren, durch Diastase in Maltose übergeführt. *Osazon*, Schmp. 150—153°.

*Mycose, Trehalose*  $C_{12}H_{22}O_{11} + 2H_2O$  (B. 24, R. 554; 26, 1332) findet sich in einigen Pilzen, z. B. in dem Steinpilz *Boletus edulis*, im Mutterkorn und in der orientalischen Trehala. Sie geht mit Säuren in d-Glucose über (B. 26, 3094). *Melibiose*  $C_{12}H_{22}O_{11}$  aus Melitriose s. unten. Zerfällt in d-Glucose und d-Galactose (B. 22, 3118; 23, 1438, 3066).

*Agavose*  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , aus den Stengeln der *Agave americana* (B. 26, R. 189). *Lupeose*  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , aus den Samen der Lupine (B. 25, 2213).

### B. Trisaccharide, Saccharotriosen.

*Raffinose, Melitose, Melitriose*  $C_{18}H_{32}O_{16} + 5H_2O$  (B. 21, 1569)  $[\alpha]_D = 104^\circ$ , findet sich in grösserer Menge in der australischen Manna (von Eucalyptusarten) und im Baumwollensamenmehl, in geringer Menge in den Runkelrüben, und häuft sich, da sie leichter löslich ist als Rohrzucker, bei der Zuckerfabrikation in der Melasse an. Aus letzterer krystallisirt sie in den Nachproducten mit dem in Aethylalkohol leichter löslichen A. 232, 173) Zucker aus, dessen Krystalle dadurch eigenthümlich zugespitzt erscheinen und ein grösseres Drehungsvermögen zeigen (*Pluszucker*). Quantitative Bestimmung s. B. 19, 2872, 3116. Durch Hydrolyse geht sie in Melibiose und d-Fructose über (B. 22, 1678; 23, R. 103).

*Melcitose*  $C_{18}H_{32}O_{16} + 2H_2O$  (B. 22, R. 759) findet sich im Saft von *Pinus larix* und in der persischen Manna, ist weniger süss und stärker polarisirend als Rohrzucker. Wasserfrei schmilzt sie bei 148° (B. 26, R. 694).

*Stachyose*  $C_{18}H_{32}O_{16}$ , aus den Wurzelknollen von *Stachys tuberosa* (B. 24, 2705).

### C. Polysaccharide.

Die Polysaccharide von der empirischen Formel  $C_6H_{10}O_5$  besitzen alle ein weit höheres Moleculargewicht  $(C_6H_{10}O_5)_n$  und weisen weit grössere Abweichungen von den Hexosen auf, als die Di- und Trisaccharide. Sie sind meist amorph und in Wasser nicht löslich. Durch Hydrolyse beim Kochen mit verdünnten Säuren oder bei Einwirkung von ungeformten Fermenten (S. 123, 550, 564) werden alle schliesslich in Monosen gespalten (s. Dextrin). Die alkoholische Natur der Polysaccharide äussert sich in ihrer Fähigkeit, Acetyl- und Salpetersäureester zu bilden. Man kann die Polysaccharide eintheilen in: Stärkearten, Gummiarten, Cellulose.

**Stärkearten:** 1) **Stärke, Amylum**  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , findet sich in vielen Pflanzenzellen in Gestalt mikroskopischer runder oder länglicher Körner abgelagert, die eine organisirte Structur besitzen. Die Grösse der Körner wechselt bei verschiedenen Pflanzen von 0,002 bis 0,185 mm. Lufttrockene Stärke enthält 10–20 pct. Wasser; über Schwefelsäure getrocknet hält sie noch Wasser zurück, das erst bei 100° entweicht. Die Stärkekörner sind in kaltem Wasser und in Alkohol unlöslich. Beim Erhitzen mit Wasser quellen sie bei 50° auf, platzen, lösen sich theilweise und bilden eine schleimige filtrirbare Lösung — den Stärkekleister, welcher die Polarisations Ebene nach rechts ablenkt. Der lösliche Theil wird Granulose genannt, der unlösliche Stärkecellulose. Alkohol fällt aus der Lösung ein weisses, in Wasser lösliches Pulver: lösliche Stärke. Besonders charakteristisch für Stärke, sowohl die gelöste als die in Körnern, ist ihre Blaufärbung durch Jod (B. 20, 688; 25, 1237; 26, R. 816); die Färbung verschwindet beim Erhitzen und erscheint wieder nach dem Abkühlen.

Beim Kochen mit verdünnten Säuren wird die Stärke in Dextrin und weiter in d-Glucose übergeführt. Beim Erhitzen auf 160 bis 200° verwandelt sie sich in Dextrin. Durch Einwirkung von Malzdiastase entstehen *Dextrin*, *Maltose* und *Isomaltose* (S. 553) (B. 27, 293), eine Reaction, welche in grösstem Maasse ausgeführt wird bei der Herstellung von Alkohol aus Stärke (S. 125).

2) **Paramylon**  $(C_6H_{10}O_5)_n$  findet sich in der Infusorienart *Euglena viridis*. Es wird durch Jod nicht gefärbt und löst sich in Kalilauge.

3) **Lichenin, Moosstärke**  $(C_6H_{10}O_5)_n$  kommt in vielen Flechten vor, so im isländischen Moos *Cetraria islandica*, wird mit Jod schmutzig blau und liefert mit Säuren d-Glucose.

4) **Inulin** findet sich in den Wurzeln der Georginen, der Cichorie und vieler Compositen wie *Inula helenium*, wird durch Jod gelb und liefert mit Wasser gekocht d-Fructose (S. 529).

5) **Glucogen, Leberstärke** ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub> findet sich in der Leber der Säugethiere, geht mit verdünnten Säuren gekocht in d-Glucose, durch Fermente in Maltose über.

**Gummiarten** ( $C_6H_{10}O_5$ )<sub>n</sub>. Man versteht unter Gummi in den Pflanzen sehr verbreitete, amorphe durchsichtige Substanzen, die mit Wasser schon in der Kälte klebende Flüssigkeiten bilden, aus denen sie durch Alkohol gefällt werden. Sie sind geruch- und geschmacklos. Einige von ihnen lösen sich klar in Wasser auf, während andere nur aufquellen und sich durch Papier nicht filtriren lassen; erstere bezeichnet man als eigentliche Gummiarten; letztere als Pflanzenschleime. Durch Salpetersäure werden sie zu Schleimsäure und Oxalsäure oxydirt.

**Dextrin, Stärkegummi, Leiocom.** Man versteht unter diesem Namen in Wasser leicht lösliche, durch Alkohol fällbare Substanzen, die als Zwischenproducte bei der Umwandlung von Stärke in Maltose und Dextrose entstehen, — so beim Erhitzen von Stärke für sich auf 170–240°, beim Erhitzen derselben mit verdünnter Schwefelsäure. Es entstehen hierbei verschiedene Modificationen: *Amylodextrin, Erythro-dextrin, Achroodextrin*, die noch nicht genügend untersucht sind. Sie bilden gummiartige amorphe Massen, deren wässrige Lösungen rechtsdrehend sind — daher der Name Dextrin. Sie reduciren die Fehling'sche Lösung selbst beim Kochen nicht und sind nicht direct gährungsfähig; bei Gegenwart von Diastase werden sie aber durch Hefe vergohren, siehe Branntweinnmaische (S. 125), indem sie zunächst in d-Glucose verwandelt werden. Ebenso bilden sie d-Glucose beim Kochen mit verdünnten Säuren. Die Dextrine verbinden sich mit Phenylhydrazin (B. 26, 2933). Aus der Hefe selbst ist das in den Hefezellen enthaltene Hefegummi isolirt worden (B. 27, 925).

Im Grossen bereitet man das Dextrin, welches als Ersatz von Gummi dient, indem man Stärke mit 2 pctiger Salpetersäure befeuchtet, an der Luft austrocknen lässt und auf 110° erhitzt (B. 23, 2104).

**Arabin, Gummi**, fliesst aus vielen Pflanzen aus und erstarrt zu einer durchsichtigen, glasähnlichen amorphen Masse, die sich in Wasser leicht klar auflöst. Das arabische oder Senegalgummi besteht aus dem Kalium- und Calciumsalz der Arabin säure oder Gummisäure, welche man rein erhält, wenn man die Lösung mit etwas Salzsäure versetzt und Alkohol hinzufügt. Sie fällt dann als weisse, amorphe Masse aus, welche bei 100° getrocknet glasartig wird und die Zusammensetzung  $(C_6H_{10}O_5)_2 + H_2O$  zeigt. Sie bildet mit den meisten Basen in Wasser leicht lösliche Verbindungen.

Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure bilden einige Gummiarten, wie arabisches Gummi, vorzugsweise Galactose, mit Salpetersäure geben sie Schleimsäure; andere (wie Kirschgummi) geben mit Schwefelsäure l-Arabinose  $C_5H_{10}O_5$  (S. 515), mit Salpetersäure Oxalsäure und nicht



Schleimsäure. Das Holzgummi, das aus Buchenholz durch Ausziehen mit Alkalien und Fällen mit Säuren erhalten wird, liefert bei der Hydrolyse Xylose (S. 515). Die Gummi sind daher vielleicht den Pentosen entsprechende Polysaccharide.

**Bassorin, Pflanzenschleim**, bildet den Hauptbestandtheil des Traganthgummis, aus Astragalusarten, des Bassoragummis und des Kirsch- und Pflaumengummis (welche letztere auch Arabin enthalten). Es quillt mit Wasser zu einer schleimigen Flüssigkeit auf, die sich nicht filtriren lässt; in Alkalien löst es sich leicht auf.

**Cellulose, Holzfaserstoff, Lignose** ( $C_{12}H_{20}O_{10}$ )<sub>x</sub> bildet den Hauptbestandtheil der Zellenwände aller Pflanzen und zeigt eine organisirte Structur. Zur Gewinnung von reiner Cellulose digerirt man Pflanzenfasern, am besten Watte, successive mit verdünnter Kalilauge, verdünnter Salzsäure, Wasser, Alkohol und Aether, wobei alle Beimengungen (die incrustirenden Substanzen) entzogen werden und die Cellulose als weisse, amorphe Masse hinterbleibt. Feines, sog. schwedisches Filtrirpapier besteht aus fast ganz reiner Cellulose.

Die Cellulose ist in den gewöhnlichen Lösungsmitteln unlöslich, löst sich aber in der ammoniakalischen Lösung von Kupferoxyd unverändert auf und wird aus dieser Lösung durch Säuren, verschiedene Alkalisalze und durch Zuckerlösung als Gallerte gefällt, welche nach dem Waschen mit Alkohol ein weisses amorphes Pulver bildet. In concentrirter Schwefelsäure quillt die Cellulose auf und löst sich zu einem Kleister, aus welchem Wasser einen stärkeähnlichen Körper (Amyloid) fällt, der durch Jod blau gefärbt wird. Nach längerer Einwirkung von Schwefelsäure löst sich die Cellulose zu Dextrin, das beim Kochen der mit Wasser verdünnten Lösung in Traubenzucker übergeht. Mit Essigsäureanhydrid entsteht bei 180°  $C_{12}H_{14}O_4(OCOCH_3)_6$ , eine amorphe Masse.

Cellulose dient zur Bereitung von *Oxalsäure*, S. 425 von *Papier*, *Pergamentpapier*, *Schiessbaumwolle*, *rauchlosem Pulver* und *Celluloid*.

Taucht man ungeleimtes Filtrirpapier kurze Zeit in Schwefelsäure, die mit  $\frac{1}{2}$  Volum Wasser verdünnt ist, und wäscht dann mit Wasser aus, so entsteht das sog. Pergamentpapier (vegetabilisches Pergament), das dem gew. Pergament sehr ähnlich ist und vielfache Anwendung findet.

Bei der Einwirkung kalter conc. Salpetersäure, oder besser eines Gemenges von Salpetersäure und Schwefelsäure auf Cellulose oder Baumwolle entstehen Salpetersäureester, sog. Nitrocellulosen.

Je nach der Einwirkungsart zeigen die entstehenden Producte ver-

sch  
bis 10  
Theil  
erhält  
und  
sehr l  
entzü  
zu ex  
meng  
so erl  
Aethe  
hinter  
sichtig  
Wund

baumv  
währe  
tranti  
(B. 13  
chen  
rauch

loïd,  
wendu

sproch  
physio  
sich u  
bekant  
Nachf  
der Th  
von ni  
stoffe  
ebenso  
und L

Emulsi  
Natriu  
ren, v  
und die  
und ein  
Abstam

schiedene Eigenschaften. Taucht man reine Baumwolle während etwa 3 bis 10 Minuten in ein kaltes Gemenge von 1 Th. Salpetersäure mit 2–3 Theilen Schwefelsäure und wäscht dann sorgfältig mit Wasser aus, so erhält man Schiessbaumwolle (*Pyroxylin*). Dieselbe ist in Alkohol und Aether, wie auch in dem Gemenge beider, unlöslich und explodirt sehr heftig, wenn sie in geschlossenem Raum durch Schlag oder Percussion entzündet wird. An der Luft angezündet verbrennt sie heftig, aber ohne zu explodiren. Taucht man Baumwolle längere Zeit in ein warmes Gemenge von 20 Th. gepulvertem Salpeter mit 30 Th. conc. Schwefelsäure, so erhält man lösliches Pyroxylin, das sich in einem Gemenge von Aether mit wenig Alkohol auflöst. Die Lösung, Colloidium genannt, hinterlässt beim Verdunsten das Pyroxylin in Gestalt eines dünnen, durchsichtigen, in Wasser unlöslichen Häutchens und findet zum Verkleben von Wunden und in der Photographie Anwendung.

Ihrer Zusammensetzung nach stellt die explosive unlösliche Schiessbaumwolle grösstentheils Cellulose-hexanitrat  $C_{12}H_{14}(O.NO_2)_6O_4$  dar, während das in Aether-Alkohol lösliche Pyroxylin wesentlich aus dem Tetranitrat  $C_{12}H_{16}(O.NO_2)_4O_6$  und dem Pentanitrat  $C_{12}H_{15}(O.NO_2)_5O_5$  besteht (B. 13, 186). Durch Lösen von Colloidiumwolle in Nitroglycerin (zu gleichen Theilen) etc. gewinnt man eine Sprenggelatine, welche das sog. rauchlose Pulver darstellt.

Mit Campher gemischt, liefert die Nitrocellulose das sog. Celluloid, eine Hartgummiähnliche Masse, die jedoch für die technische Verwendung den Nachtheil hat, entzündet heftig abzubrennen.

### Thierstoffe von unbekannter Constitution.

Im Anschluss an die Fettkörper sollen einige Thierstoffe besprochen werden, deren ausführliche Behandlung in das Gebiet der physiologischen Chemie fällt. Besonders bemerkenswerth ist, dass sich unter den Spaltungsproducten dieser Verbindungen sehr oft bekannte Amidosäuren der aliphatischen Reihe finden. Viele der im Nachfolgenden zusammengestellten Stoffe kommen sowohl im Reiche der Thiere wie der Pflanzen in nahe verwandten Modificationen von nicht genauer bekannter Constitution vor, wie z. B. die Eiweissstoffe, die Nucleïne, die Cholesterine, die Enzyme u. s. w., ebenso wie die früher bereits besprochenen Kohlenhydrate (S. 548) und Lecithine (S. 464).

#### Gallenstoffe.

In der Galle, dem flüssigen Secrete der Leber, welches die Emulsionirung und Resorption der Fette bewirkt, finden sich die Natriumsalze einer zusammengehörigen Reihe eigenthümlicher Säuren, von denen am besten bekannt sind: die Glycocholsäure und die Taurocholsäure; ferner Lecithin (S. 464), Cholesterin und einige Gallenfarbstoffe: *Bilirubin*, *Biliverdin*, über deren Abstammung verschiedene Ansichten bestehen.