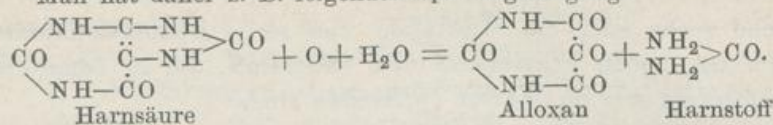


Man hat daher z. B. folgenden Spaltungsvorgang:



Harnsäure

Alloxan

Harnstoff

Xanthin, $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_2$ (Const.: S. 289), entsteht aus Guanin durch salpetrige Säure. Weisse, amorphe Masse, zugleich Base und Säure; bildet z. B. die Bleiverbindung $\text{C}_5\text{H}_2\text{PbN}_4\text{O}_2$, welche durch Jodmethyl in Theobromin übergeht.

Hypoxanthin, **Sarkin**, $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}$. In Wasser schwer löslich, dem Xanthin sehr ähnlich. Const.: B. 26, 1914.

Theobromin, $\text{C}_7\text{H}_8\text{N}_4\text{O}_2$. Krystallinisches Pulver von bitterem Geschmack, in Wasser und Alkohol schwer löslich; bildet als Base und als Säure Salze. Das Silbersalz, $(\text{C}_7\text{H}_7\text{AgN}_4\text{O}_2)$, mit Jodmethyl behandelt, liefert Caffein (*Strecker, E. Fischer*).

Diuretin ist Theobromin-Natrium-salicylat. Therapeuticum.

Caffein, identisch mit *Thein*, $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2 (+\text{H}_2\text{O})$. Const.: S. 289. Seideglänzende, lange Nadeln. In kaltem Wasser und Alkohol wenig löslich. Sublimierbar. Geschmack schwach bitter. Die Salze werden durch Wasser leicht zerlegt. Synthese des Caffeins aus Dimethylharnstoff und Malonsäure s. *E. Fischer* und *Ach*, B. 28, 3137.

Guanin, $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5\text{O}$. Amorphes, weisses, in Wasser unlösliches, in Ammoniak lösliches Pulver. Zweiwerthige Base. Bildet auch mit Basen Salze. Mit Kaliumchlorat und Salzsäure oxydirt, liefert es Guanidin, Parabansäure und Kohlensäure. Ist ein Imid des Xanthins (enthält NH statt O), in welches es durch salpetrige Säure übergeht.

Adenin, $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}_5$ (polymer Blausäure), ist eine aus den Pankreasdrüsen des Rindes, und aus den Theeblättern gewonnene, bei der Spaltung des Nucleins entstehende Base (lange Nadeln), welche durch salpetrige Säure in Hypoxanthin übergeht und daher dessen Imid ist.

Carnin. In heissem Wasser ziemlich leicht lösliches Pulver.

XIV. Kohlenhydrate.

(Vgl. Tollens, Artikel „Zucker“ in Ladenburg's Handwörterbuch.)

Die meisten natürlichen Kohlenhydrate sind schon lange bekannt. Der Rohrzucker wurde in der Runkelrübe 1747 von *Marggraf*, die Glucose im Honig von *Glauber* aufgefunden. Die Ueberführbarkeit von Stärke in Zucker (s. S. 307) hat *Kirchhoff* 1811 beobachtet.

Als Kohlenhydrate bezeichnete man früher insbesondere drei Gruppen in der Natur weit verbreiteter, mit einander nahe verwandter Substanzen, die des Traubenzuckers, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, die des

Rohrzuckers, $C_{12}H_{22}O_{11}$, und die der Cellulose ($C_6H_{10}O_5$)_n, welche sechs oder ein Multiplum von sechs Kohlenstoffatomen enthalten, neben Wasserstoff und Sauerstoff, die in demselben Verhältnisse wie im Wasser vorhanden sind.

Die Kohlenhydrate der Traubenzuckergruppe, die Hexosen, unterscheiden sich von den sechswerthigen Alkoholen $C_6H_{14}O_6$ (s. S. 211) durch einen Mindergehalt von zwei Wasserstoffatomen. Sie sind ihrer chemischen Natur nach Aldehydalkohole oder Ketonalkohole (s. f. S.).

Die Verbindungen der Rohrzucker- und Cellulosegruppe leiten sich von jenen der Traubenzuckergruppe durch Austritt von Wasser ab und sind Anhydride bzw. ätherartige Abkömmlinge derselben.

Der Begriff der Kohlenhydrate hat sich in neuerer Zeit wesentlich erweitert, indem einerseits zahlreiche Isomere des Traubenzuckers, Hexosen, aufgefunden und synthetisch dargestellt, und andererseits auch minder kohlenstoffreiche Aldehydalkohole bzw. Zuckerarten (zumal die in der Natur weit verbreiteten Pentosen, $C_5H_{10}O_5$; ferner Tetrose, $C_4H_8O_4$ [B. 25, 2549], Glycerose, $C_3H_6O_3$) und synthetisch dargestellte kohlenstoffreichere Zuckerarten: Heptosen, Octosen und Nonosen hinzugekommen sind, welche alle zwei Wasserstoffatome weniger als die entsprechenden mehrwerthigen Alkohole aufweisen.

Man könnte diese Verbindungen daher im Zusammenhang mit den Aldehyd- (und Keton-) alkoholen (S. 228), deren Anfangsglied Glycolaldehyd ist, abhandeln; jedoch wird wegen ihrer mannigfachen Eigenthümlichkeiten die gesonderte Besprechung vorgezogen.

Die Kohlenhydrate zeigen manche *charakteristischen Reactionen* (siehe die einzelnen Gruppen). Mit α -Naphtol (s. d.) und conc. Schwefelsäure geben sie z. B. eine tiefviolette Färbung (*Molisch*, B. 19, R. 746). Ueber die „Resorcinprobe“ s. B. 27, 1359.

A. Pentosen.

Die Pentosen sind u. a. dadurch charakterisirt, dass sie bei längerem Kochen mit verdünnter Salzsäure unter Wasserabspaltung Furol (oder Methylfurol) liefern, was eine quant. Bestimmung der Pentosen ermöglicht (B. 24, 3577). Die Arabinose giebt Furol selbst, die homologe Rhamnose Methylfurol. Beim Erwärmen mit Salzsäure und Phloroglucin entstehen kirschrothe Färbungen (B. 29, 1202). Sie sind nicht gährungsfähig und geben

mit Phenylhydrazin charakteristische Verbindungen (s. Hexosen). Vollständig synthetisch ist von Pentosen bisher nur d-Arabinose aus d-Glucose durch Abbau erhalten worden (s. u.).

1. **l-Arabinose**, $C_5H_{10}O_5$, gleich $CH_2(OH)-[CH(OH)]_3-CHO$, entsteht durch Kochen von arabischem Gummi, Kirschgummi oder Rübenschnitzeln mit verdünnter Schwefelsäure. Prismen. Rechtsdrehend (trotzdem als l-Modification bezeichnet wegen ihrer genetischen Beziehungen zu l-Glucose, s. S. 228, 296). Addirt Blausäure und liefert so die Nitrile zweier stereoisomeren Oxy-säuren, welche sich von der normalen Capronsäure ableiten, nämlich der l-Mannonsäure (*Kiliani*, B. 20, 339, 1233) und der l-Gluconsäure (*E. Fischer*). — Zugehöriger Alkohol: Arabit.

d-Arabinose, der optische Antipode der l-Modification, Prismen, wurde durch Abbau aus d-Glucose erhalten (s. S. 299 unter 12). — Beide optisch activen Verbindungen vereinigen sich zu **i-Arabinose**.

2. **Xylose**, *Holzzucker*, $C_5H_{10}O_5$, entsteht aus Holzgummi (s. d.), Stroh und Jute durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure und ist der Arabinose sehr ähnlich. Constit.: B. 24, 537. — Zugehöriger Alkohol: Xylit.

3. **Ribose**, $C_5H_{10}O_5$, stereoisomer mit Arabinose (B. 24, 4214). Liefert bei der Reduction den fünfwerthigen Alkohol Adonit.

4. **Lyxose**, Syrup; Synthese aus Xylose: B. 29, 584.

Homologe: **Rhamnose**, *Isodulcit*, $C_6H_{12}O_5$, gleich $C_5H_9O_5(CH_3)$. Wird aus mehreren Glucosiden, z. B. Quercitrin (s. d.) oder Xanthorhamnin (gelbe Nadeln, enthalten in den Gelbbeeren, *Rhamnus infectoria* etc.) durch verdünnte Schwefelsäure erhalten. Farblose Krystalle ($+ H_2O$), Sm.-P. 93°. — Gleichfalls Methylpentosen sind: **Fucose**, aus Seetang, und **Chinovose**, vgl. B. 27, 3202.

B. Gruppe des Traubenzuckers, $C_6H_{12}O_6$. (Hexosen oder Glucosen.)

Die Hexosen sind süß schmeckende, meist krystallisirende, in Wasser sehr leicht, in absolutem Alkohol schwer, in Aether nicht lösliche Verbindungen. Sie besitzen den Charakter fünfwerthiger Aldehyd- oder Ketonalkohole, und sind dem Mannit etc. sehr ähnlich, von diesem aber u. a. unterschieden durch ihre stark reducirenden Eigenschaften und ihr Verhalten gegen Phenylhydrazin, verschiedene auch durch ihre Vergährbarkeit mittelst Sprosshefe. Sie existiren wie die Weinsäure in mehreren optisch isomeren Modificationen, deren eine die Polarisationssebene des Lichtes rechts, und deren andere sie links dreht, während die dritte inactiv ist und durch racemische Vereinigung der beiden

activen Modificationen (s. Traubensäure S. 254) entsteht. So unterscheidet man d-, l- und i- (d. i. dextrogyre, lävogyre und inactive) Mannose, und bezeichnet die genetisch damit zusammenhängenden Glucosen, Fructosen etc. gleichfalls als solche der d-, l- und i-Reihe (ohne Rücksicht auf ihr wirkliches Drehungsvermögen).

Bildung. Die Hexosen entstehen innerhalb wie ausserhalb der Pflanze aus den Kohlenhydraten der Rohrzucker- und Stärkegruppe durch Wasseraufnahme, welche durch Einwirkung von Enzymen bewirkt und auch durch Kochen mit sehr verdünnten Säuren (Salzsäure) herbeigeführt wird (s. S. 303 und 306).

Synthesen: 1. Aus Glycerin resp. Acroleinbromid (S. 147) oder aus rohem Glycerinaldehyd („Glycerose“) durch Barytwasser haben *E. Fischer* und *Tafel* zwei Zuckerarten, darunter α -Acrose, identisch mit i-Fructose, erhalten.

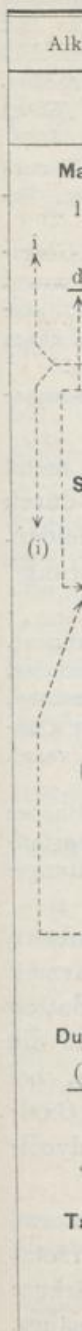
2. Aus Formaldehyd durch Einwirkung von Kalkmilch gewann *O. Loew* die „Formose“, ein Gemenge, welches α -Acrose enthält. Schon früher hatte *Butlerow* auf demselben Wege aus Trioxymethylen (S. 144) das sogen. *Methylenitan*, ein ähnliches Product, dargestellt.

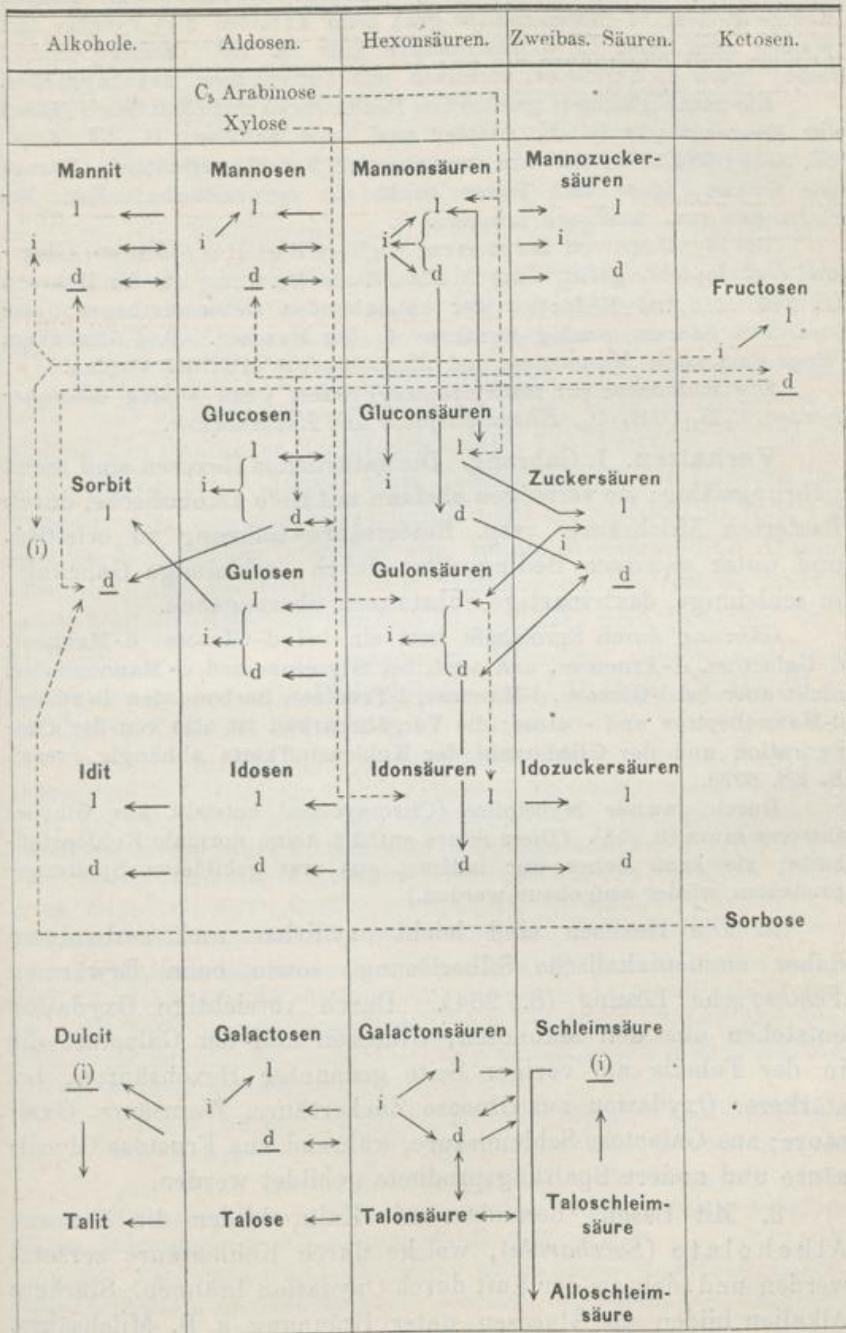
3. Aus Hexiten (sechswerthigen Alkoholen), $C_6H_{14}O_6$, entstehen durch vorsichtige Oxydation Hexosen (S. 211).

4. Die sechswerthigen, einbasischen Hexonsäuren, $C_5H_6(OH)_5 \cdot CO_2H$, liefern bei der Reduction mit Natriumamalgam Hexosen (S. 227). Die Hexonsäuren selbst sind durch Reduction der zweibasischen Zucker- und Schleimsäuren (S. 255) oder durch Blausäureanlagerung an die Pentosen (s. Arabinose S. 294 und S. 299, 11) zugänglich.

5. Aus anderen Hexosen: a) direct. Durch intramoleculare Umlagerung unter dem Einfluss von schwachem Alkali, Natriumacetat, Ammoniak gehen Glucose, Fructose und Mannose theilweise in einander über (Gleichgewichtszustand). Die Reaction beruht wahrscheinlich auf intermediärer Abspaltung von Wasser unter Bildung eines äthylenoxydartigen Anhydrids und Wiederanlagerung in anderer Weise. Fructose scheint dabei als Zwischenproduct der Umwandlungen von Glucose in Mannose und umgekehrt aufzutreten (*Lobry de Bruyn*, B. 28, 3078). b) indirect. Aus Derivaten der Hexosen lassen sich häufig von den Ausgangsproducten verschiedene Zucker regeneriren; z. B. liefert Traubenzucker Phenylglucosazon, welches über das Isoglucosamin in Fruchtzucker übergeführt werden kann (S. 301). c) aus inactiven Hexosen ist mittelst Bierhefe meistens die eine nicht gährungsfähige, optisch active Modification zu isoliren (S. 298, 1).

Die vollständige Synthese des Traubenzuckers ist zuerst *E. Fischer* wie folgt gelungen: aus Glycerin entsteht (nach 2) i-Fructose, welche durch Natriumamalgam zu i-Mannit (S. 211) reducirt wird; dieses giebt bei der Oxydation i-Mannose (nach 3) und weiter i-Mannonsäure





(S. 227), spaltbar mittelst des Strychninsalzes in die optisch activen Modificationen; d-Mannonsäure geht beim Erhitzen mit Pyridin und Wasser zum Theil in d-Gluconsäure über (S. 228); letztere endlich liefert (nach 4) d-Glucose, identisch mit natürlichem Traubenzucker.

Die mannigfaltigen genetischen Beziehungen zwischen den Gliedern der Hexosegruppe (s. E. Fischer und seine Schüler, B. 23, 2114; 27, 3189; 28, 1975) sind aus vorstehender Tabelle ersichtlich (Namen wie Gulose, Idose und Talose sollen die verwandtschaftlichen Beziehungen zum Ausdruck bringen).

Die Synthese von Heptosen, $C_6H_7(OH)_6CHO$ (*Manno-, Gluco- und Galaheptose*) gelingt durch Blausäureanlagerung an die Hexosen (S. 299, 11) und Reduction der entstehenden siebenwerthigen, einbasischen Säuren, analog Synthese 4. der Hexosen. Auf ähnlichem Wege sind auch *Mannoctose* und *Mannononose* erhalten worden.

Die Rhamnose (= Methylpentose) liefert ganz analog *Rhamnohexose*, $C_6H_{11}(CH_3)O_6$, *Rhamnoheptose* und *Rhamnoctose*.

Verhalten. 1. Gährung. Die natürlichen Hexosen sind meist gährungsfähig; sie vermögen alsdann mit Hefe alkoholische, durch Bakterien Milchsäure- resp. Buttersäure-Gährung zu erleiden, und unter gewissen Bedingungen durch „schleimige Gährung“ in schleimige, dextrinartige Substanzen überzugehen.

Gährung durch Sprosshefe tritt ein bei d-Glucose, d-Mannose, d-Galactose, d-Fructose, und auch bei Glycerose und d-Mannononose, nicht aber bei l-Glucose, l-Mannose, l-Fructose, Sorbose, den Pentosen, d-Mannoheptose und -octose; die Vergährbarkeit ist also von der Configuration und der Gliederzahl der Kohlenstoffkette abhängig, vergl. B. 28, 3228.

Durch gewisse Mycelpilze (Citromycetes) entsteht aus Glucose Citronensäure (S. 258). (Diese Säure enthält keine normale Kohlenstoffkette; sie kann daher nur indirect aus erst gebildeten Spaltungsproducten wieder aufgebaut werden.)

2. Die Hexosen sind leicht oxydirbar und reduciren daher ammoniakalische Silberlösung, sowie beim Erwärmen *Fehling'sche* Lösung (S. 254). Durch vorsichtige Oxydation entstehen aus den Mannosen, Glucosen und der Galactose die in der Tabelle auf voriger Seite genannten Hexonsäuren, bei stärkerer Oxydation aus Glucose Zuckersäure, Weinsäure, Oxalsäure; aus Galactose Schleimsäure, während aus Fructose Glycolsäure und andere Spaltungsproducte gebildet werden.

3. Mit Basen, besonders mit Kalk, bilden die Hexosen Alkoholate (*Saccharate*), welche durch Kohlensäure zersetzt werden und sich an der Luft durch Oxydation bräunen. Stärkere Alkalien bilden aus Glucosen unter Bräunung z. B. Milchsäure,

Kocher
(S. 227)
S
(s. S. 299)
der Glu
4.
Gemise
= C_6H_{11}
5
Chlorz
ester v
6
tritt e
welche
ihre B
kunde
zweite
elimin
wird,
stallis
Verbin
= C_6H_{11}
A
Hydra
z. B. a
durch
I
z. B.
Zinkst
7
mal I
(v. An
fluss v
artiger
8
dann
9
artige
Ueber
1
Aldeh
XI, 69

Kochen mit Kalkmilch führt Glucose und Fructose in Saccharin (S. 227) über.

Schwache Alkaliwirkung veranlasst intramoleculare Umlagerungen (s. S. 296, 5 a). Methylalkoholisches Ammoniak liefert Ammoniakderivate der Glucosen, *Osamine*, z. B. Glucosamin, $C_6H_{11}O_5 \cdot NH_2$, B. 28, 3082.

4. Fruchtzucker wird durch Natriumamalgam in ein Gemisch von d-Mannit und Sorbit verwandelt ($C_6H_{12}O_6 + 2H = C_6H_{14}O_6$), Traubenzucker in Sorbit, Galactose in Dulcit.

5. Beim Kochen mit Essigsäureanhydrid und etwas Chlorzink oder Natriumacetat werden die Hexosen in *Pentacetyl-ester* verwandelt; sie sind daher fünfwerthige Alkohole.

6. Mit Phenylhydrazin entstehen zunächst unter Austritt eines Molecüls Wasser Verbindungen, $C_6H_{12}O_5(N_2HC_6H_5)$, welche den Charakter der *Hydrazone* (S. 143) besitzen und durch ihre Bildung den Aldehyd- resp. Ketoncharakter der Hexosen bekunden. Bei weiterer Einwirkung des Phenylhydrazins tritt ein zweites Molecül des letzteren ein, indem Wasserstoff (2 Atome) eliminirt, also die Gruppe $=H.OH$ gegen $=N_2HC_6H_5$ ersetzt wird, und so entstehen *Osazone* (s. S. 230), gelb gefärbte, krystallisirende, für die einzelnen Glucosen charakteristische Verbindungen, z. B. Phenylglucosazon, $C_6H_{10}O_4(N_2HC_6H_5)_2$, $= C_{18}H_{22}N_4O_4$ (B. 20, 2566).

Auch p-Bromphenylhydrazin liefert häufig charakteristische Hydrazone. — Durch Reduction der Osazone entstehen *Osamine* (S. 298, 3), z. B. aus Phenylglucosazon das Isoglucosamin, $C_6H_{11}O_5(NH_2)$, welche durch salpetrige Säure in Glucosen übergehen können. Vgl. B. 27, 138.

Durch concentrirte Salzsäure entstehen aus den Osazonen *Osone*, z. B. Glucoson, $C_6H_{10}O_4(O)_2 = C_6H_{10}O_6$ (B. 22, 87), welche mit Zinkstaub und Essigsäure oder mit Benzaldehyd die Glucosen regeneriren.

7. Kochen mit verdünnter Schwefelsäure führt die Hexosen (zumal Lävulose) wie die übrigen Kohlenhydrate in Lävulinsäure über (v. Ann. 243); daneben entstehen Huminsubstanzen. Unter dem Einfluss verdünnter Säuren kann aber auch eine Anhydrisirung zu dextrinartigen Substanzen eintreten (B. 23, 2084).

8. Beim Erhitzen geben die Hexosen zunächst anhydridartige, dann caramelartige (S. 305) Verbindungen, schliesslich verkohlen sie.

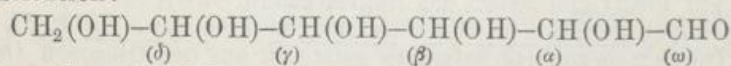
9. Alkohole und Salzsäuregas führen die Zucker in ätherartige *Glucoside* über (s. d.); auch analoge Ketonderivate existiren. Ueber *Mercaptale* der Glucosen s. B. 29, 547.

10. Mit Fuchsin und schwefliger Säure geben die Aldosen (s. f. S.) Aldehydreaction (S. 144), nicht die Ketosen. Vgl. Bull. Soc. Ch. (1894) XI, 692.

11. Mit Cyanwasserstoff vereinigen sich die Hexosen zu *Cyanhydrinen*, $C_6H_{12}O_5 \begin{smallmatrix} OH \\ \diagdown \\ CN \end{smallmatrix}$, welche zu Säuren, $C_6H_{12}O_5 \begin{smallmatrix} OH \\ \diagdown \\ CO_2H \end{smallmatrix}$, verseift werden können (vgl. S. 215, 3). Diese Säuren ermöglichen einerseits die Synthese kohlenstoffreicherer Zuckerarten (s. S. 297), andererseits, da sie eine normale Kohlenstoffkette (s. S. 43) besitzen, einen Rückschluss auf die Constitution der Hexosen (*Kiliani*, B. 18, 3066; 19, 767).

12. Mit Hydroxylamin liefern die Hexosen Oxime, die einen *Abbau des Hexosemoleküles* gestatten. d-Glucosoxim (aus Traubenzucker) lässt sich mittelst Essigsäureanhydrid in das zugehörige Nitril überführen (s. Aldoxime, S. 147), welches leicht Cyanwasserstoff abspaltet (Umkehrung der obigen Reaction 11); es entsteht dabei ein Aldehydalkohol von fünf Kohlenstoffatomen, eine Pentose, und zwar d-Arabinose (s. d., *Wohl*, B. 26, 730).

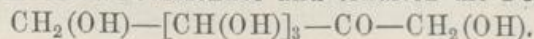
Constitution. Die Hexosen enthalten eine unverzweigte Kohlenstoffkette, da sie in normale Hexyl- bzw. Heptylsäure (nach 11) oder davon sich ableitende Lactone überführbar sind. Ihr Verhalten gegen Phenylhydrazin erweist ihre Aldehyd- oder Ketonnatur (erstere für Glucose bereits 1880 von *Zincke* vermuthet), dasjenige gegen Essigsäureanhydrid ihren Alkoholcharakter. Da sie durch Reduction sechswerthige Alkohole liefern, so enthalten sie die 5 Hydroxyle an 5 verschiedene Kohlenstoffatome gebunden. Die Bildung der Mannosen, Glucosen, Galactosen, Talosen, Idosen und Gulosen aus correspondirenden Hexonsäuren kennzeichnet sie als die *Aldehyde* dieser Säuren, sie haben daher die Constitution:



und werden als **Aldosen** zusammengefasst.

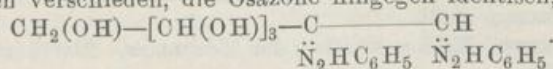
Die gemeinsame Ableitung der Mannosen und Glucosen von der Arabinose (siehe Mannon- und Gluconsäure) zeigt, dass ihre Stereoisomerie auf der Asymmetrie des (zweiten) mit (α) bezeichneten Kohlenstoffatoms beruht. Es folgt dies u. a. auch aus der Identität der Osazone der Mannosen und Glucosen. Sie gehören indess zu den sich nicht vereinigenden Stereoisomeren (s. S. 228). In ähnlicher Weise sind die Galactosen und Talosen verwandt, da sie gleiche Osazone geben. Die Stereoisomerie von Glucose und Idose beruht auf der Asymmetrie des δ -Kohlenstoffatoms, von Gulose und Idose auf der Asymmetrie des α -Kohlenstoffs.

Den Fructosen hingegen entsprechen keine Mannon- oder Gluconsäuren, sie sind keine Aldehyd-, sondern *Ketonalkohole*, werden als **Ketosen** bezeichnet und erhalten die Formel:



Dass sie wie erstere Verbindungen reducirend wirken, entspricht dem allgemeinen Charakter der Ketonalkohole.

Entsprechend obigen Formeln sind die Hydrazone der beiden Körperclassen verschieden, die Osazone hingegen identisch, gleich:



Die Atomgruppe $\text{CH}_2(\text{OH})-\text{[CH(OH)]}_3-$ ist daher in den Mannosen, Glucosen und Fructosen gleich, nur bedingt sie je nach dem stereochemischen Bau die Zugehörigkeit zur d-, l- und i-Classe.

Vgl. auch *Skraup*, M. f. Ch. 10, 401; *Königs, Erwig*, B. 22, 2207.

Vielfach werden die Hexosen auch als äthylenoxydartige, innere Anhydride von Aldehyd- oder Ketonhydraten, entweder als δ -Anhydride (*Tollens*; B. 26, 2403; 27, 354) oder als α -Anhydride (B. 28, 3080; vgl. S. 296, 5a) betrachtet.

Weiteres ü. d. Configuration der bekannten Hexosen (dieselbe ist nur für Sorbinose noch nicht festgestellt) s. *E. Fischer*, B. 24, 2683; 27, 3211; vgl. a. zur Bezeichnung der Configuration, Chem.-Ztg. 1895, 1682. Im Ganzen lässt die Theorie ohne die optisch inactiven 16 stereoisomere Aldosen voraussehen, von welchen bis jetzt 11 (darunter 5 optische Paare) bekannt sind.

1. d-Glucose, Traubenzucker, Dextrose, $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O}$.

Vorkommen: Im Saft der meisten süßen Früchte, neben d-Fructose; im Harn, zumal bei Diabetes u. s. f.

Vollständige Synthese s. S. 296. *Bildung* aus anderen Kohlenhydraten s. S. 296 und 303. Der aus Stärke erhaltene Zucker (Stärkezucker) enthält ausser Traubenzucker Dextrin und unvergärbare Substanzen. — Körnige, aus sechsseitigen Blättchen bestehende Masse vom Schmelzpunkt 86° ; krystallisirt aus Methylalkohol wasserfrei in feinen Prismen vom Schmelzpunkt 146° . Rechtsdrehend.

Eine frisch bereitete Lösung lenkt die Polarisationssebene fast doppelt so stark ab, als eine aufbewahrte oder zum Kochen erhitzte, welche Erscheinung man „Bi- oder Multirotation“ nennt. Erklärungsversuche s. A. 272, 170; B. 26, 1799; 28, 3081. — Bestimmung des Traubenzuckers mittelst *Fehling'scher* Lösung s. z. B. J. pr. Ch. (2) 21, 254; vgl. a. B. 23, 3003.

d-Glucose-phenylhydrazon, $\text{C}_{12}\text{H}_{18}\text{N}_2\text{O}_5$, bildet feine Krystalle vom Schmelzpunkt 115° . Eine andere Modification hat den Sm.-P. 144° .

d-Phenylglucosazon bildet schwer lösliche Nadeln (B. 17, 579) vom Schmelzpunkt 204° , giebt mit nascirendem Wasserstoff Isoglucosamin; dies mit salpetriger Säure d-Fructose.

Das Drehungsvermögen der Hydrazone und Osazone kann ein demjenigen der Muttersubstanz entgegengesetztes sein. Es ist ein wichtiges Characteristicum zur Erkennung der letzteren.

d-Glucosoxim, $C_6H_{12}O_5:NOH$, Sm.-P. 137,5°.

d-Pentacetylglucose, $C_6H_7O(OC_2H_3O)_5$, Schmelzpunkt 111°.

d-Glucoson, $CH_2(OH)-[CH(OH)]_3-CO-CHO$ (s. S. 299), bildet einen Syrup, der mit Bierhefe nicht gährt und mit Phenylhydrazin sofort das Osazon giebt.

l-Glucose. Höchst ähnlich der d-Glucose. Dreht so stark links als diese rechts.

i-Glucose. Aus i-Gluconsäure. Farbloser Syrup. Das Osazon, i-Glucosazon, schmilzt bei 217° und ist, abgesehen vom Drehungsvermögen, den d- und l-Osazonen täuschend ähnlich.

2. d-Mannose, $C_6H_{12}O_6$, stereoisomer mit d-Glucose, entsteht neben d-Fructose durch vorsichtige Oxydation des Mannits; ferner durch Kochen von Reserve-Cellulose der Samen der Steinnuss etc. mit verdünnter Salzsäure, und durch Reduction der Mannonsäure mit Natriumamalgam. Farblose, amorphe Masse, in Wasser sehr leicht löslich. Dreht schwächer rechts wie d-Glucose und giebt das gleiche Osazon. Mit Natriumamalgam geht sie leicht in d-Mannit über. Hydrazon (Sm.-P. 195°): in Wasser schwer löslich.

i-Mannose. Farbloser Syrup. Das Hydrazon ist optisch inactiv. Das Osazon ist identisch mit i-Phenylglucosazon.

3. Gulosen. Farblose Syrupe, durch Hefe nicht vergährbar. Osazone verschieden von den Glucosazonen.

4. d-Galactose, $C_6H_{12}O_6$, entsteht neben d-Glucose aus Milchzucker durch verdünnte Säure. Findet sich im Cerebrin des Gehirnes. Feine Nadeln, Schmelzpunkt 163°. Bildet eine Pentacetylverbindung vom Schmelzpunkt 142° (vgl. hierzu B. 22, 2207). Rechtsdrehend. Giebt bei der Oxydation Schleimsäure.

5. Talose. Syrup. Phenylhydrazon in Wasser sehr leicht löslich (Unterschied von Galactose).

6. Idosen, Syrupe, durch Sprosshefe nicht vergährbar.

7. d-Fructose, *Fruchtzucker*, *Lävulose*, $C_6H_{12}O_6$, ist fast stets neben d-Glucose im Saft der süßen Früchte, ferner neben letzterer im Honig enthalten. Entsteht neben d-Glucose bei der Inversion (s. f. S.) des Rohrzuckers, und neben d-Mannose bei vorsichtiger Oxydation von d-Mannit; ferner aus d-Phenylglucosazon und somit indirect aus d-Glucose, nach S. 301. Leicht darstellbar durch Erhitzen von Inulin mit sehr verdünnter Säure (B. 23, 2084). Krystallisirt schwierig, in harten, wasserfreien, rhombischen Krystallen vom Schmelzpunkt 95°. Linksdrehend (aber genetisch zur d-Reihe gehörig!). Ihr Drehungsvermögen ist fast doppelt so gross wie dasjenige der l-Glucose.

1-
welche
i
thetisch
Syrupfö
azon (S
Oson u
8.
Gehört
Trioxyg
Is
U
288, 13

In
dungen
(s. u.)
Raffin
D
leichte
meist
jene.
nicht
und M
S
oder
fermer

S
und d
und G
V
„-Bios
ist die
Wasse
zucker
Gemer
auf da
C
sind d

l-Fructose ist die zum gew. Fruchtzucker gehörige l-Modification, welche demselben optisch entgegengesetzt und daher rechtsdrehend ist.

i-Fructose, *α-Acrose*, $C_6H_{12}O_6$. Entsteht neben β -Acrose synthetisch nach S. 296 aus Glycerinaldehyd und aus Formaldehyd. Syrupförmig. Aus ihrem Osazon, *α-Acrosazon*, identisch mit i-Glucosazon (S. 301), wird sie durch Ueberführung mittelst Salzsäure in das Oson und Reduction des letzteren zurückerhalten.

8. **Sorbose**, *Sorbin*, $C_6H_{12}O_6$. Aus Vogelbeersaft. Krystalle. Gehört zu den Ketosen, da sie oxydirt keine Hexonsäure, sondern Trioxyglutarsäure liefert; giebt bei der Reduction d-Sorbit.

Isomer ist der zu den Benzolderivaten gehörige Inosit (s. d.).

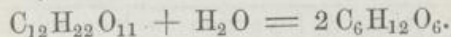
Ueber kohlenstoffreichere Zucker s. *E. Fischer*, A. 270, 272, 288, 139; B. 28, 3192.

C. Gruppe des Rohrzuckers, $C_{12}H_{22}O_{11}$.

In die Gruppe des Rohrzuckers gehören alle die Verbindungen $C_{12}H_{22}O_{11}$, welche durch Einwirkung verdünnter Säuren (s. u.) in Glucosen, $C_6H_{12}O_6$, verwandelt werden. Auch die Raffinose, $C_{18}H_{32}O_{16} + 5 H_2O$, wird hierhin gerechnet.

Die Verbindungen der Rohrzuckergruppe krystallisiren leichter und sind beständiger als die Hexosen. Sie schmecken meist süß und besitzen ähnliche Löslichkeitsverhältnisse wie jene. Sie sind optisch activ. Gähren mit Ausnahme der Maltose nicht direct, sondern erst nach erfolgter Spaltung (s. u.). Milch- und Malzzucker reduciren *Fehling'sche* Lösung; Rohrzucker nicht.

Sie werden durch Kochen mit verdünnten Mineralsäuren oder bei Einwirkung von Enzymen (Diastase, lösliches Hefeferment, s. S. 307) unter Wasseraufnahme in Hexosen gespalten:



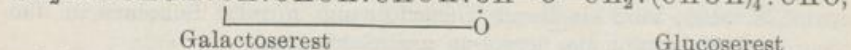
So spaltet sich der Rohrzucker in gleiche Molecüle d-Glucose und d-Fructose; analog zerfällt der Milchzucker in d-Glucose und Galactose, die Maltose in zwei Molecüle d-Glucose.

Wegen dieses Zerfalls heissen die Zucker dieser Gruppe auch „-Biosen“, z. B. „Lactobiose“ = Milchzucker. Dem entsprechend ist die Raffinose eine „-Triose“, Melitriose. Die Spaltung unter Wasseraufnahme heisst *Hydrolyse*, oder, speciell beim Rohrzucker, *Inversion*, und das aus letzterem erhaltene linksdrehende Gemenge Invertzucker, weil die ursprüngliche (+) Wirkung auf das polarisirte Licht sich umgekehrt hat.

Constitution. Die Verbindungen der Rohrzuckergruppe sind daher ätherartige Anhydride der Hexosen, analog den

Glucosiden (s. d.) constituirt; also Rohrzucker = d-Glucose-d-Fructoseanhydrid; Malzzucker = d-Glucoseanhydrid etc.

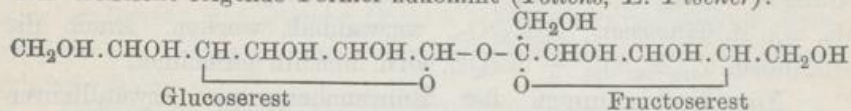
Maltose und Lactose sind wahrscheinlich stereoisomer. Letzterer kommt nach *E. Fischer* (B. 26, 2405) etwa die Constitutionsformel zu:



Galactoserest

Glucoserest

welche eine Aldehydgruppe und zwei ätherartige Bindungen enthält. Dem entspricht die Reducionsfähigkeit der beiden Zucker, ihre Fähigkeit zur Hydrazonebildung, zur Blausäureanlagerung, ihre Veränderlichkeit durch Alkali und ihre Oxydirbarkeit zu um ein Sauerstoffatom reicheren Säuren (s. u.). Man kann sie hiernach als „Aldehydzucker“ bezeichnen. Geht hingegen die Aldehyd- oder Ketongruppe der Hexosen bei der Bildung der complicirteren Anhydride (der vorliegenden, wie der Cellulosegruppe) verloren, indem sie dazu mit verwendet wird, so entstehen „Anhydridzucker“, welche nicht reduciren, kein Hydrazone bilden und gegen Alkali beständiger sind, so z. B. der Rohrzucker, dem vielleicht folgende Formel zukommt (*Tollens, E. Fischer*):



Glucoserest

Fructoserest

Synthetisch, aus Hexosen durch Wasserabspaltung, erhalten ist bisher nur die Isomaltose (s. d.).

Verhalten. 1. Spaltung durch Mineralsäuren, „Hydrolyse“, und Esterbildung: s. v. S.

2. Mit Basen entstehen Saccharate, s. Rohrzucker.

Durch stärkere Einwirkung von Kalk entsteht aus Lactose und Maltose Isosaccharin.

3. Gährung. Maltose ist direct durch Hefe vergährbar; Milchzucker nur durch bestimmte Hefearten; Rohrzucker nicht, wohl aber nach erfolgter Inversion (welche schon durch das lösliche Hefeenzym bewirkt wird). Milchzucker erleidet durch Bakterien leicht Milchsäuregährung.

4. Durch Oxydation gehen Maltose und Lactose zunächst in um ein Sauerstoffatom reichere Säuren über, die Maltobionsäure und Lactobionsäure, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{12}$, welche bei der Hydrolyse zerfallen in d-Glucose und d-Gluconsäure, bzw. Galactose und d-Gluconsäure. Bei stärkerer Oxydation entstehen dieselben Producte, wie aus den zu Grunde liegenden Glucosen.

5. Rohrzucker reducirt *Fehling'sche Lösung* erst nach der Inversion, Maltose und Milchzucker reduciren sie hingegen direct beim Kochen; desgl. auch ammoniakalische Silberlösung.

6. Mit Phenylhydrazin geben Maltose und Lactose Hydrazone und Osazone, z. B. Phenyllactosazon (B. 17, 580); Rohrzucker reagirt nicht resp. nur bei eintretender Hydrolyse.

Rohrzucker, Saccharose, Saccharobiose, $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Vorkommen: In der Runkelrübe (Beta), im Zuckerrohr (Saccharum), in der Zuckerhirse (Sorghum) und vielen anderen Pflanzen, zumal in deren Stamm oder Samen.

Darstellung: Aus Zuckerrohr durch Auspressen und Eindampfen des Saftes bis zur Krystallisation. Aus Runkelrüben durch systematisches Auslaugen der Schnitzel (z. B. mittelst des „Diffusionsverfahrens“), Behandlung des Rohsaftes mit Kalk („Scheiden“), Ausfällen des überschüssigen Kalks durch Kohlensäure („Saturiren“), Filtriren durch Thierkohle und Eindampfen im Vacuum zur Krystallisation. Aus der zuletzt hinterbleibenden, unkrystallisirbaren, zähflüssigen Mutterlauge, der „Melasse“, wird der Zucker noch gewonnen durch Darstellung der Verbindungen mit Aetzstrontian und Zerlegen derselben mit Kohlensäure („Melasseentzuckerung“), oder durch das „Osmoseverfahren“.

Der Rohrzucker bildet grosse, monokline Prismen (Candiszucker), welche in $\frac{1}{3}$ ihres Gewichts Wasser löslich sind. Schmilzt bei 160° ; bleibt nach dem Erstarren einige Zeit amorph (Gerstenzucker). Bei stärkerem Erhitzen bräunt er sich unter Bildung von *Caramel* (Zuckercouleur) und schliesslicher Verkohlung. — Leicht invertirbar (S. 303). Bräunt sich nicht beim Erhitzen mit Kalilauge. Liefert mit Kalk wie mit Strontian Saccharate, z. B. $C_{12}H_{22}O_{11} + CaO + 2H_2O$; $C_{12}H_{22}O_{11} + 2CaO$; $C_{12}H_{22}O_{11} + 3CaO$. Concentrirte Schwefelsäure wirkt verkohlend (Unterschied von d-Glucose).

Aus dem specifischen Rotationsvermögen ($[\alpha]_D^{20} = +66,5^{\circ}$) lässt sich nach der S. 38 gegebenen Formel durch Messung des Ablenkungswinkels α einer Zuckerlösung von unbekanntem Gehalt (p) der letztere berechnen: Saccharimetrie.

Milchzucker, Lactose, Lactobiose, $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$. Findet sich in der Milch, aber nur selten im Pflanzenreich. Darstellung durch Eindampfen der süssen Molken. Harte, rhombische Prismen, nur wenig süss schmeckend, und in Wasser weniger löslich als Rohrzucker. Geht bei 180° in „Lactocaramel“ über. Zeigt Multirotation (s. S. 301). Reductionsfähigkeit etc. s. v. S.

Maltose, Malzzucker, Maltobiose, $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$. Entsteht aus der Stärke (S. 307) durch Diastase beim Keimen des Getreides (Malzbereitung). Harte, weisse Krystallmasse, dem Traubenzucker sehr ähnlich.

Das Reductionsvermögen gegen *Fehling'sche* Lösung beträgt nur $\frac{2}{3}$ von dem der d-Glucose. Stark rechtsdrehend.

Isomaltose, $C_{12}H_{22}O_{11}$, wurde synthetisch aus Glucose durch concentrirte Salzsäure gewonnen (*E. Fischer*, B. 28, 3024). Die gleiche Substanz scheint aus Stärke mittelst Diastase zu entstehen und sich daher auch im Bierextract vorzufinden (B. 26, 2538). Nicht vergährbar.

Raffinose, *Melitriose*, $C_{18}H_{32}O_{16} + 5 H_2O$. Findet sich in den Runkelrüben, daher in der Melasse; in der Eucalyptus-Manna, in Baumwollsamenskuchen etc. Hochpolarisirende (+) Zuckerart. Dem Rohrzucker sehr ähnlich, aber geschmacklos. Reducirt *Fehling'sche* Lösung nicht. Giebt durch Inversion zuerst d-Fructose und „Melibiose“, welche dann weiter zerfällt zu Galactose und d-Glucose. Constitution: B. 22, 3118. (Vgl. übrigens A. 232, 169.)

D. Cellulosegruppe.

Die Molecularformel der Glieder dieser Reihe dürfte ein Vielfaches der einfachen Analysenformel $C_6H_{10}O_5$ (bezw. $C_5H_8O_4$?) sein. Sie sind meist amorph und geschmacklos, in Alkohol und Aether unlöslich, in kaltem Wasser theils löslich, theils unlöslich; Cellulose ist unlöslich, auch Pflanzenschleim (quillt nur auf); Stärke bildet mit heissem Wasser Kleister. Kochen mit verdünnten Säuren oder Einwirkung von Enzymen spaltet in Hexosen (resp. auch Maltose), wobei Wasser aufgenommen wird: $C_6H_{10}O_5 + H_2O = C_6H_{12}O_6$ (s. Stärke). Bei dieser Spaltung wird auch häufig das Auftreten von Pentosen beobachtet. Die Verbindungen dieser Gruppe sind daher, ähnlich denen der vorigen, als Anhydride von Hexosen bezw. Pentosen zu betrachten. Demgemäss besitzen sie noch Alkoholcharakter, geben Essigsäure-, Salpetersäureester etc. (s. u.). Verdünnte Salpetersäure bildet dieselben Oxydationsproducte, welche aus den correspondirenden Hexosen bezw. Pentosen entstehen. Sie sind meist optisch activ. Jod giebt oft charakteristische Färbungen.

Cellulose, $(C_6H_{10}O_5)_x$, ist in der Natur als Pflanzenzellmembran ausserordentlich verbreitet; die Baumwolle, das Hollundermark, das Holz etc. bestehen aus Cellulose in mehr oder minder reiner Form. Darstellung durch successive Extraction von Watte oder schwedischem Filtrirpapier mit Kalilauge etc. oder aus Kiefernholz durch Schwefelsäure und wenig Salpetersäure. — Weisses, in den gewöhnlichen Lösungsmitteln unlösliches, amorphes Pulver, welches sich in ammoniakalischer Kupferoxydlösung löst und daraus durch Säuren wieder gefällt wird.

Ko
Dextrin
amorph
ist durc
geleimte
von Sal
zwar je
[Pyroxy
Sprengm
explosiv
künstlic
Campher
Ue
beim Ke
St
assimili
phyllkö
besonde
körnern
Säftetra
hygrosl
mikrosk
trischer
ihre Hü
wird l
körner
Brom f
entsteh
Erhitze
Du
auch z
oder un
mit Sä
Maltose
geringe
Er
wirkung
Diastase
setzung
und and
Alkohol
Stärke
ist unbe

Kochen mit verdünnter Schwefelsäure bildet d-Glucose und Dextrin. Concentrirte Schwefelsäure verwandelt in **Amyloid**, eine amorphe, durch Jod blau werdende Masse (das Pergamentpapier ist durch Schwefelsäure oberflächlich in Amyloid verwandeltes ungeleimtes Papier), bei längerer Einwirkung in Dextrin. Ein Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure bildet Salpetersäureester, und zwar je nach der Intensität der Einwirkung **Schiessbaumwolle** [Pyroxylin, $C_{12}H_{14}(NO_2)_6O_{10}$, in Alkohol-Aether unlöslich, wichtiges Sprengmittel] oder **Collodium** (in Alkohol-Aether löslich, minder explosiv, enthält weniger Salpetersäurereste, dient u. a. zur Herstellung künstlicher Seide). Durch Verarbeitung von „nitrirter“ Cellulose mit Campher entsteht das Celluloid.

Ueber Oxycellulosen, welche z. B. im Stroh vorkommen und beim Kochen mit Säuren Furole liefern, s. B. 27, 1061.

Stärke, Amylum, $(C_6H_{10}O_5)_x[C_{36}H_{62}O_{31}]?$. Ist in allen assimilirenden Pflanzen enthalten; bildet sich in deren Chlorophyllkörnern aus der aufgenommenen Kohlensäure. Findet sich besonders in den Nahrungsreservoirien der Pflanzen (Getreidekörnern, perennirenden Wurzeln, Kartoffeln etc.). Wird beim Säftetransport in Zucker verwandelt. Weisses, sammtartiges, hygroskopisches, in kaltem Wasser unlösliches Pulver, welches aus mikroskopischen, rundlichen oder länglichen Körnern von concentrischer Schichtung besteht. Ihr Inhalt ist die „Granulose“, ihre Hülle wahrscheinlich Cellulose. Beim Erwärmen mit Wasser wird letztere gesprengt unter Kleisterbildung. Sowohl die Stärkekörner als der Stärkekleister werden von Jod intensiv blau, von Brom feuergelb gefärbt, indem lockere, additionelle Verbindungen entstehen. Die Farbe des Jodstärkekleisters verschwindet beim Erhitzen und tritt beim Erkalten wieder hervor.

Durch Erhitzen mit Glycerin bildet sie die „lösliche Stärke“, auch zunächst beim Kochen mit schwefelsäurehaltigem Wasser oder unter Einwirkung der Diastase (s. u.). Weitere Behandlung mit Säure liefert Dextrin und d-Glucose, mit Diastase, Dextrin, Maltose und Isomaltose (B. 26, 2533). Erhitzen mit einer sehr geringen Menge verdünnter Salpetersäure auf 110^0 bildet Dextrin.

Enzyme. Wie mehrfach erwähnt, ist die Stärke durch Einwirkung von Diastase in einfachere Kohlenhydrate überführbar. Diese Diastase ist ein eiweissartiger Körper von unbekannter Zusammensetzung (vgl. B. 23, R. 347); sie bildet sich beim Keimen der Gerste und anderer Getreidearten, wird aus dem wässerigen Malzauszug durch Alkohol als weisses Pulver gefällt, und bewirkt auch beim Zusatz zu Stärkekleister dessen „Verzuckerung“. Der Mechanismus ihrer Wirkung ist unbekannt. — Man bezeichnet derartige Substanzen als *Enzyme* oder

weniger gut als *ungeformte Fermente* (im Gegensatz zu den „geformten Fermenten“, den Mikroorganismen, s. S. 89). Andere Enzyme sind das in den bitteren Mandeln enthaltene Emulsin; das lösliche Enzym der Hefe, „Invertin“; das Ptyalin des Speichels, das Pepsin des Magensaftes, das Trypsin der Bauchspeicheldrüse. — Ueber Einfluss der Configuration von Kohlenhydraten auf die Wirkung der Enzyme s. B. 28, 1429.

Der Stärke ähnlich sind u. a.:

Lichenin (Moosstärke), welches sich in vielen Flechten, z. B. im isländischen Moos (*Cetraria islandica*), findet und durch Jod schmutziggelb gefärbt wird, ferner **Inulin**, welches in den Wurzeln der Georginen und vieler Compositen (*Inula Helenium*) enthalten ist, durch Jod gelb gefärbt und durch Kochen mit Wasser in d-Fructose verwandelt wird.

Glycogen, „thierische“ Stärke, *Leberstärke*, ist u. a. in der Leber und im Blut der Säugethiere enthalten. Farbloses, amorphes Pulver, welches durch Jod weinroth gefärbt wird. Geht nach dem Tode der Thiere sehr schnell in d-Glucose über, desgleichen beim Kochen mit verdünnten Säuren, während Enzyme es in Maltose umwandeln.

Gummiarten, $C_6H_{10}O_5$. Unter Gummi versteht man amorphe, durchsichtige, im Pflanzenreich vielfach vorkommende Substanzen, die mit kaltem Wasser klebende Flüssigkeiten geben und durch Alkohol gefällt werden. Sie können sich in Wasser entweder klar lösen zu filtrirbaren Flüssigkeiten (eigentlicher Gummi) oder sie quellen mit Wasser nur auf, so dass ihre Suspension nicht filtrirbar ist (Pflanzenschleime).

Dextrin, Stärkegummi, $(C_{12}H_{20}O_{10})_3 + H_2O$, entsteht aus der Stärke durch Erhitzen für sich oder mit wenig Salpetersäure (s. v. S.); ferner neben d-Glucose durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure, neben Maltose und Isomaltose durch Diastase. Existirt in verschiedenen Modificationen (Amylodextrin, Erythro-dextrin [?], Achroodextrin), die sich durch ihr Verhalten gegen Jod unterscheiden. Reducirt *Fehling'sche* Lösung auch in der Hitze nicht. Ist nicht direct, aber nach längerer Diastasewirkung (Maltosebildung) durch Hefe vergährbar. Findet mannigfache Verwendung.

Das möglichst gereinigte Dextrin zeigt schwachen Aldehydcharakter und ist zu einem engverwandten Alkohol (Dextrit), wie zu einer entsprechenden Säure umgewandelt worden (B. 23, 3060). Dextrinähnliche Substanzen entstehen auch aus Hexosen durch Einwirkung verdünnter Säuren [revertirende Wirkung]; B. 23, 2084.

Arabin, Gummi, $2 C_6H_{10}O_5 + H_2O$. Das arabische Gummi ist eine durchsichtige, glasähnliche Secretion vieler Pflanzen, die sich in Wasser klar löst und als Klebemittel Verwendung findet. Es besteht aus mehreren einander ähnlichen amorphen Verbindungen, deren eine bei der Hydrolyse d-Glucose, deren andere Arabinose liefert und daher mit den Pentosen verwandt ist.

F
holz d
Salzsäu
B
gummi

XV.

I
als zw
offene
man
unters
F
Deriva
stoffat
einand
Kohle
noch r
E
welche
hat si
drei,
könne
aus d
(S. 54
das T
I
butan
genam

Entst
durch
loses
nicht
nur s
Propy
des E

Für das Holzgummi, *Xylan*, welches z. B. aus Stroh oder Buchenholz durch Extraction mit Natronlauge und Fällung mit Alkohol und Salzsäure entsteht, gilt Aehnliches, da es leicht Xylose liefert.

Bassorin, Pflanzenschleim, ist der Hauptbestandtheil des Traganthgummis und Bassoragummis.

XV. Uebergang zu den aromatischen Verbindungen.

In den seither abgehandelten Verbindungen, welche mehr als zwei Kohlenstoffatome enthalten, war stets eine sogenannte *offene Kohlenstoffkette* anzunehmen, d. h. eine solche, in welcher man end- und mittelständig gebundene Kohlenstoffatome zu unterscheiden hat („aliphatische Verbindungen“).

Für das Benzol und seine ausserordentlich zahlreichen Derivate hingegen ist sehr wahrscheinlich, dass sechs Kohlenstoffatome in „geschlossener Kette“ oder „ringförmig“ (s. S. 20) an einander gebunden sind, d. h. dass die beiden endständigen Kohlenstoffatome der ursprünglich offenen Kette C—C—C—C—C—C noch mit einander in Bindung getreten sind („cyclische Vbdgn.“).

Es ist daher mit Vorliebe die Frage untersucht worden, welche Arten von geschlossenen Ketten existenzfähig sind. Es hat sich gezeigt, dass auch geschlossene Kohlenstoffketten mit drei, vier und fünf (und sieben) Kohlenstoffatomen sich bilden können. Die einfachst-denkbaren Verbindungen derart bestehen aus drei, vier oder fünf Methylengruppen: das Trimethylen, C₃H₆ (S. 54), Tetramethylen, C₄H₈ (das.), und Pentamethylen, C₅H₁₀; das Tetramethylen ist nur in Derivaten bekannt.

Der „o. N.“ (S. 27) dieser Verbindungen ist: Cyclopropan, Cyclobutan etc.; seltener werden sie „R“-Propylen, -Butylen etc. (R = Ring) genannt.

A. Trimethylen, Tetra- und Pentamethylen.

Trimethylen, C₃H₆, gleich $\text{H}_2\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{CH}_2 \\ | \\ \diagdown \text{CH}_2 \end{array}$. Isomer Propylen.

Entsteht aus dem sog. Trimethylenbromid, CH₂Br—CH₂—CH₂Br, durch Erhitzen mit Natrium (*Freund*, J. pr. Ch. (2) 26, 367). Farbloses Gas. Wird von Kaliumpermanganat im Gegensatz zu Propylen nicht angegriffen. Durch Chlor substituierbar. Verbindet sich nur sehr schwer mit Brom, leichter mit Jodwasserstoff (zu Normalpropyljodid). Seine Verbrennungswärme ist weit grösser als die des Propylens. Bei 400° lagert sich Trimethylen theilweise in