

XX.

Einige Bemerkungen über das Verhalten der Pentaglycosen (Pentosen) im menschlichen Organismus.

Von Wilhelm Ebstein in Göttingen.

In meinem Buche: Ueber die Lebensweise der Zuckerkranken, Wiesbaden 1892, habe ich (a. a. O. S. 63) mitgetheilt, dass ich mit der Beantwortung der von B. Tollens¹⁾ aufgeworfenen Frage: „Ob die Pentaglycosen in Fällen von Diabetes mellitus, in denen der Mensch die genossenen Kohlenhydrate nicht verarbeiten kann, vielleicht als Ersatz der letzteren dienen können?“ beschäftigt sei. Diese Untersuchungen sind jetzt abgeschlossen. Inzwischen hat die chemische Fabrik auf Actien in Berlin (E. Schering) zu einem verhältnissmässig so billigen Preise²⁾ eine auch in sonstiger Beziehung einwurfsfreie, krystallinische Lävulose³⁾ dargestellt, welche ich zuerst Ostern d. J. in Leipzig in der mit dem 11. medicinischen Congress verbundenen Ausstellung chemischer Produkte u. s. w. kennen lernte, dass die Bearbeitung der obigen Frage eigentlich völlig überflüssig erschien. Die Schering'sche Fabrik hat sich eine grosse Zahl von Zuckerkranken, welche das Verbot des Zuckers unangenehm empfinden und für die das Saccharin, auch wenn es vollkommen unschädlich sein sollte, keinen befrie-

¹⁾ Tollens, B., Untersuchungen über Kohlenhydrate. Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen Bd. 39. S. 450. 1890.

²⁾ Der Preis der Schering'schen Lävulose beträgt 10 Mark für 1 kg. Moritz giebt in seiner Arbeit über alimentäre Glycosurie, Verhandl. des 10. Congr. f. innere Medicin (1889 Wiesbaden) S. 495 an, dass 500 g reiner krystallisirter Lävulose 600 Mark kosten und in einem der letzten Preisverzeichnisse von Trommsdorff ist als Preis für 100 g Lävulose noch 10 Mark angegeben.

³⁾ Eine Polarisation der Schering'schen Lävulose im Quarzkeilapparat von Schmidt und Haensch ergab für $(\alpha)_D$ den Werth $-86,5^\circ$, während für reine Lävulose $(\alpha)_D = -92^\circ$ gefunden ist.

digenden Ersatz für den Zucker bietet, durch Herstellung dieses auch von Diabetikern oft in verhältnissmässiger grosser Menge assimilirbaren Zuckers zu grossem Dank verpflichtet. Selbst wenn die Pentaglycosen in gleicher Weise von den Zuckerkranken assimiliert würden, wie die Lävulose, würden sie wegen ihrer z. Z. weit grösseren Herstellungskosten mit derselben nicht concurriren können.

Wenn nun trotzdem unsere Versuche mit Pentaglycosen fortgesetzt wurden und nachstehend ausführlicher veröffentlicht werden¹⁾, so geschieht dies wegen der, wie mir scheint, sehr bemerkenswerthen Ergebnisse, die mir von allgemeinerem und noch nicht völlig übersehbarem Interesse zu sein scheinen, weshalb ich mir auch vorbehalte, diese Untersuchungen bezw. noch weiter nach anderen Richtungen fortzusetzen. —

Zu den Pentaglycosen, für welche E. Fischer den Namen Pentosen vorgeschlagen hat, eine Bezeichnung, welche mir besser erscheint, weil sie kürzer und weniger präjudicirend ist, gehören die zwei isomeren Zuckerarten, die Arabinose und Xylose. Zunächst wurden Versuche mit Xylose angestellt.

Bevor ich auf diese Versuche näher eingehe, will ich einige Bemerkungen über die Pentaglycosen vorausschicken. Die Gruppe der Pentaglycosen, wozu, wie bemerkt, neben der Xylose auch die ihr nahestehende Arabinose gehört, weist nur 5 Kohlenstoffatome auf ($C_5H_{10}O_5$). Die Arabinose und die Xylose reduciren wie die übrigen Zuckerarten Fehling'sche Lösung sowie auch das Nylander'sche Reagens und bilden mit Phenylhydrazin Osazone. Ausserdem aber geben sie einige für diese Gruppe der Kohlenhydrate charakteristische Reactionen²⁾: 1) Von Tollens ist gefunden, dass Pentaglycosen und Substanzen, welche bei der Hydrolyse erstere liefern, bei der Destillation mit Salzsäure Furfurol geben. Eine von Tollens und seinen Mitarbeitern ausgearbeitete Methode zur quantitativen Bestimmung der Pentaglycosen und ihrer Muttersubstanzen der Pentosane gründet sich auf diese wichtige Beobachtung. 2) Wird eine Lösung von

¹⁾ Vergl. meine vorläufige Mittheilung im Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1892. No. 31.

²⁾ Ann. Chem. Pharm. 254, 304. Ber. d. d. chem. Ges. XXII. 1046; XXIII. 1751; XXIV. 3575.

Xylose oder Arabinose (bezw. der Extract einer pentosanhaltigen Substanz mit sehr verdünnter heisser Salzsäure) mit dem gleichen Volumen concentrirter Salzsäure versetzt und darauf mit Phloroglucin-Salzsäure (d. h. einem Gemenge von gleichen Theilen concentrirter Salzsäure und Wasser, worin etwas mehr Phloroglucin, als sich beim Schütteln löst, enthalten ist) vorsichtig erwärmt, so entsteht bald eine schöne rothe Farbe¹⁾. Fällt nun durch eine Schicht einer so gefärbten Lösung das Licht einer leuchtenden Gasflamme, in der sich eine Kochsalzperle befindet, hindurch in das Spaltrohr eines Spectralapparates, so zeigt sich rechts von der Natriumlinie ein dunkler Absorptionsstreifen. Die Reaction ist sehr sicher und empfindlich; die rothe Farbe der Lösung verschwindet zwar bald durch auftretende Trübung der Flüssigkeit, kann dann aber zunächst durch Alkoholzusatz noch wieder hervorgerufen werden, bis sie allmählich missfarbig wird. Die grösste Reinheit der Reagentien, insbesondere der zur Verwendung kommenden Salzsäure, die auch nicht Spuren von Salpetersäure enthalten darf, ist für das sichere Gelingen der Reaction unerlässlich.

Soviel über die Pentaglycosenreactionen im Allgemeinen. Ueber die Anwendung der Phloroglucin-Salzsäurereaction beim Harn ist noch Folgendes zu bemerken.

1) Die meisten Urine zeigen schon auf Salzsäurezusatz allein eine Rothfärbung, da diese aber spectroscopisch geprüft keinerlei Absorptionsstreifen erkennen lässt, so kann sie zu einem Irrthum keinen Anlass geben.

2) Viele Urine werden beim Erwärmen mit Salzsäure und Phloroglucin-Salzsäure sehr bald so dunkel, dass bei der spectroscopischen Beobachtung alle Theile des Spectrums rechts von der Natriumlinie dunkel erscheinen.

Ein eventuell vorhandener Absorptionsstreifen wird dann entweder nur vorübergehend oder gar nicht sichtbar. In solchen Fällen ist als das sicherste Mittel eine vorhergehende Behandlung des Urins mit Bleiessig oder besser mit guter Blutkohle²⁾ (längeres kräftiges Durchschütteln und Filtriren) zu empfehlen.

¹⁾ cf. auch: Ann. Chem. Pharm. 254. S. 304 und Landw. Versuchsstat. 39. S. 442.

²⁾ Firma: Flemming in Kalk bei Köln.

(Will man einen Urin, der bereits mit Salzsäure versetzt ist, noch entfärben, und hat man ihn mit Blutkohle behandelt, so ist es gerathen zum Filtriren kein Papierfilter, sondern ein Glaswollfilter zu verwenden, da Filtrirpapier häufig Pentosane enthält, die beim Durchfiltriren von Salzsäure, besonders wenn dieselbe erwärmt ist, leicht gelöst werden, auf diese Weise in das Filtrat gelangen und so natürlich zu Täuschungen über das Vorhandensein Pentaglycosen im Urin Anlass geben können. Bei unseren Versuchen haben wir der grösseren Sicherheit wegen stets Glaswollfilter verwendet.)

3) Ein Umstand aber der geeignet erscheinen könnte den Werth der Phloroglucin-Salzsäurereaction für die Diagnose des Pentosen- bzw. Pentosangehalts des Urins einzuschränken, ist der, dass zuweilen der Urin schon an sich die Spectralreaction mit Phloroglucin-Salzsäure giebt. Von den mit Phloroglucin-Salzsäure und dem Spectralapparat in der beschriebenen Weise untersuchten Urinen von 22 verschiedenen gesunden und kranken Personen, die keine Pentaglycosen und, so weit ermittelt werden konnte, auch keine Muttersubstanz derselben vorher zu sich genommen hatten, zeigte sich bei 14 ein allerdings stets nur schwacher Absorptionsstreifen im Spectrum ¹⁾ 2). Bei den Versuchen mit Pentaglycosen wurde daher stets auch vor dem Versuch der Urin in der angegebenen Weise von uns geprüft. Diese

¹⁾ Eine sichere Erklärung dieser Thatsache vermögen wir nicht zu geben. Vielleicht sind hier aber Beziehungen zu dem von H. A. Landwehr (Zeitschr. für physiol. Chem. 8. 122—128 u. Centralblatt für die med. Wissensch. 1885. S. 369—372) aus manchen Organen und aus dem Urin isolirten „thierischen Gummi“ vorhanden, welches einen nicht gährungsfähigen Zucker liefert. Zu erwähnen ist hier ferner die von Tollens beobachtete und mir mitgetheilte Thatsache, dass Urin bei der Destillation mit Salzsäure kleine Mengen von Furfurol liefert.

Vergl. auch die Bemerkungen am Schluss dieser Arbeit über den muthmaasslichen Einfluss pectinhaltiger Nahrungsstoffe auf das Verhalten des Harns gegen Phloroglucin-Salzsäure.

²⁾ Anmerk. bei der Correctur. In den nach der am 21. Juli 1892 erfolgten Absendung des Manuscripts erschienenen Bemerkungen von E. Salkowski über das Vorkommen der Pentaglycosen (Pentosen) im Harn (Centralbl. f. d. med. Wissensch. 6. August 1892 No. 32 finde ich ebenfalls erwähnt, dass bisweilen auch normaler Harn eine Andeutung von Pentaglycosenreaction zeigt.

Fehlerquelle kommt aber nur in Betracht, wenn es sich um den Nachweis nach Genuss sehr kleiner Mengen von Pentaglycosen (0,05 bis etwa 1 g) handelt, denn es ergiebt sich als zweifellos, dass bei Anwendung etwas grösserer Dosen von Pentaglycosen, d. h. bei Mengen von etwa 1 g an aufwärts, im Urin eine so starke Spectralreaction auftritt, dass Zweifel nicht aufkommen können. Ausserdem tritt in allen solchen Fällen, d. h. nach der Einverleibung von 1 g und etwas mehr Pentaglycosen in dem Urin Reduction beim Kochen mit Fehling'scher Lösung ein und bei Einverleibung grösserer Dosen, — wir haben nie mehr als 25 g gegeben — auch Polarisation des Harns. Wir werden bei nachfolgender Mittheilung unserer Versuche Belege für das eben Gesagte beibringen und beginnen mit den Xyloseversuchen.

Die Xylose wurde zuerst von Koch¹⁾ aus Natronlaugextracten von Holz gewonnen. Die zu unseren Versuchen benutzte Xylose wurde nach der Methode von Tollens und Schulze²⁾, von letzterem aus Weizenstroh hergestellt. Diese Xylose stellt ein weisses krystallinisches Pulver (Prismen) von schwach süßem Geschmack dar. Sie reducirt, wie bereits bemerkt, die Fehling'sche Lösung und Nylander's Reagens, wird aber zum Unterschied von Dextrose und Lävulose durch die gewöhnlichen Saccharomycesformen nicht vergärrt³⁾. Die Xylose dreht die Ebene des polarisirten Lichtes schwach nach rechts, für eine etwa 10 procentige Lösung ist $(\alpha) D = +18^\circ$ bis 19° . Die Xylose wurde theils in Flüssigkeiten (Wasser, Kaffee), theils den Gemüsen beigemischt, von den Versuchspersonen genommen. Zum Nachweise der Xylose im Harn wurde die eben angeführte Methode in Anwendung gezogen unter genauem Einhalten der dabei in Betracht kommenden Vorsichtsmaassregeln. Bei eiweisshaltigem Harn ist eine vorherige Enteiweissung behufs Nachweis der Pentaglycosen nicht nothwendig. Wenn nach Einverleibung von Xylose in einem vorher die Fehling'sche Lösung nicht reducirenden Harn eine solche Reduction auftritt, so wird dadurch schon der Uebergang von Xylose in den Harn ausserordentlich

¹⁾ Pharm. Zeitung für Russland Bd. 25. S. 619, 635, 651, 667, 683, 699, 730, 747, 763. Ferner Ber. d. d. chem. Gesellsch. XX. Ref. S. 145.

²⁾ Die landwirthschaftl. Versuchsstat. XL. 367—389. 1892.

³⁾ Ber. d. d. chem. Gesellsch. XXIII. 3796.

wahrscheinlich. Die Fehling'sche Lösung wurde daher in solchen Fällen stets auch in Anwendung gezogen. Anders gestaltet sich die Sache freilich bei den Harnen, welche an und für sich Fehling'sche Lösung reduciren. Beim Vorhandensein von Dextrose neben Xylose kann erstere, welche übrigens die erwähnte Xylose-reaction (mit Salzsäure-Phloroglucin sowie im Spectralapparat) nicht stört, durch Vergähren mit Hefe entfernt werden. Wo bei den Versuchen auch eine quantitative Bestimmung der Xylose im Harn ausgeführt wurde, wurde der Einfachheit wegen stets versucht, die Xylose durch Titration mit Fehling'scher Lösung zu bestimmen, indem dabei die von Stone¹⁾ für Xylose angegebene Reductionszahl $1 \text{ mg Xylose} = 1,9 \text{ mg Kupfer}$ angenommen werden. Die Feststellung der Endreaction machte auch hierbei in einigen Fällen, wie gelegentlich bei der Titration des Harns der Zuckerkranken Schwierigkeiten, so dass bisweilen die Titration der Xylose uns nicht gelang. Von der oben erwähnten von Tollens und seinen Mitarbeitern ausgearbeiteten Methode zur quantitativen Bestimmung von Pentosanen und Pentaglycosen durch Bestimmung des von letzteren gelieferten Furfurols²⁾ haben wir keinen Gebrauch gemacht, da wir es nur mit Pentaglycosen selbst zu thun hatten und bei diesen eine Titration schneller zum Ziele führt.

Die Versuche, welche wir beim Menschen mit Xylose angestellt haben, belehrten uns sehr bald, dass auch sehr kleine Mengen dieser Substanz nicht assimiliert werden.

Wir haben mit der Xylose Versuche an Gesunden und Kranken, welche an Diabetes mellitus litten und mit einigen an anderen Krankheiten leidenden Personen angestellt. Bevor die Xylose verabreicht wurde, überzeugten wir uns natürlich bei jeder Versuchsperson davon, dass ihr Urin eine Pentaglycosen-reaction nicht gab. Die verschiedenen Versuchspersonen verhielten sich gegenüber den Pentaglycosen völlig gleich. Es würde zu weit führen und zwecklos sein, wenn ich ausführlich alle darüber aufgezeichneten Versuchsprotocolle anführen wollte. Wir sind bei der Darreichung der Xylose bis auf 0,05 g heruntergegangen. Herr Dr. B. nahm diese Dosis und der erste Harn,

¹⁾ Ber. d. d. chem. Gesellsch. XXIII. 3795.

²⁾ Ber. d. d. chem. Gesellsch. XXIV. 694 und 3575.

welcher danach nach Verlauf von $2\frac{1}{2}$ Stunden von ihm entleert wurde, gab die Xylosereaction. Herr Dr. H. nahm 0,1 g und in dem ersten Harn, welcher nach 2 Stunden gelassen wurde, war die Xylosereaction sehr deutlich. Derselbe Arzt nahm zu verschiedenen Zeiten, welche immer mehrere Tage aus einander lagen, je 0,25 g und 1 g Xylose. Erstere Dosis (0,25 g) wurde Nachmittags $1\frac{1}{2}$ Uhr genommen; um $3\frac{1}{2}$ Uhr reducirte der Urin Fehling'sche Lösung stark, der Absorptionsstreifen der Xylose war im Spectrum sichtbar; um $5\frac{1}{2}$ Uhr war dies auch noch der Fall, die Reduction aber schwächer. In den Urinen, welche Abends um $8\frac{1}{2}$ Uhr und $10\frac{1}{2}$ Uhr entleert wurden, reducirte der Urin weder Fehling'sche Lösung noch zeigte er den Absorptionsstreifen der Xylose. Die letztere Dosis (1,0 g Xylose) nahm Herr Dr. H. um $2\frac{1}{2}$ Uhr in Kaffee. Der danach um $5\frac{1}{2}$ Uhr entleerte erste Urin reducirte Fehling'sche Lösung stark und liess einen starken Absorptionsstreifen im Spectrum erkennen, um 9 Uhr Abends war derselbe Befund nachweisbar. Der um $11\frac{1}{2}$ Uhr Abends entleerte Urin zeigte nach Anwendung von Blutkohle sehr deutliche Spectralreaction und starke Reduction von Fehling'scher Lösung. Am nächsten Tage früh um 7 Uhr zeigte auch der eingedampfte Urin keine Spectralreaction mehr, dagegen noch schwache Reduction von Fehling'scher Lösung, welche auch noch Mittags 12 Uhr vorhanden war. Jedenfalls blieb also die Xylosereaction, welche nach der Einverleibung der grösseren Dosis von Xylose eintrat, längere Zeit nachweisbar als die nach der Einverleibung der kleineren Xylosedosis sich einstellende Xylosereaction. Diese Versuche betrafen gesunde Personen. Es wurden ferner eine Reihe von Versuchen bei Zuckerkranken angestellt, von denen ich folgende hervorhebe. Einem 39 jährigen an Diabetes mellitus leidenden fettleibigen Manne, welcher ausserdem eine geringe Albuminurie hatte, wurde 1 g Xylose in Wasser gelöst am Morgen gegen 10 Uhr gegeben. In den um $12\frac{3}{4}$ Uhr Mittags sowie um 3, 5 und 7 Uhr Nachmittags entleerten Harnportionen war Xylose mit Hülfe der angegebenen Reactionen nachzuweisen, in der späteren aber nicht mehr. Solche Versuche wurden bei mehreren anderen Diabetikern bezw. auch mit etwas grösseren Dosen von Xylose wiederholt, und zwar waren die Ergebnisse vollkommen den mitgetheilten entsprechend. In

einem Falle wurden einem Diabetiker, welcher gleichfalls ausser dem Zucker etwas Eiweiss im Harn hatte und bei welchem jedoch in Folge einer entsprechenden Diät kein Zucker im Harn mehr nachweisbar war, 25 g Xylose gegeben. Mehrere Tage vorher hatte er zuerst 50 g und nachher nahe zu 100 g Schering'sche Lävulose erhalten — mehr konnte er nicht zu sich nehmen —, ohne dass danach Zuckerausscheidung eingetreten wäre. Nach dem Genuss der Xylose aber trat sofort eine sehr starke Xylosereaction auf, und der Harn, welcher vorher Fehling'sche Lösung gar nicht reducirt hatte, gab beim Kochen mit derselben eine starke Kupferoxydulausscheidung. Noch am 9. und 10. Tage nach dem Genuss der Xylose liess sich dieselbe im Harn des Patienten, welcher inzwischen verweist gewesen war, durch die für sie charakteristische Reaction nachweisen und zwar am 9. Tage in dem unverdünnten Urin, am 10. Tage dagegen wurde der Absorptionsstreifen der Xylose bei der Spectralanalyse erst nach dem Eindampfen und Reinigen des Urins mit Bleiacetat sichtbar. Indessen wird man nach dem oben (S. 404) mitgetheilten Bemerkungen über das Auftreten schwacher Pentaglycosenreactionen ohne den Genuss von Pentaglycosen, hieraus nicht den Schluss ziehen dürfen, dass der betreffende Patient die Ausscheidung der ihm verabreichten Xylose auch am 9. bzw. 10. Tage noch nicht vollendet hatte. Was schliesslich die an anderen Krankheiten leidenden Patienten anlangt, denen Xylose gegeben wurde, so wurde einer Patientin, welche den Symptomencomplex der multiplen Sklerose des Centralnervensystems zeigte, zunächst 1 g Xylose verabreicht. Hiernach wurde in der nächsten Tagesmenge nach Behandlung mit Phloroglucin-Salzsäure deutlich Spectralreaction des Harns, aber nur eine schwache Reduction von Fehling'scher Lösung beobachtet. Am nächsten Tage war überhaupt weder eine Reduction der Fehling'schen noch der Absorptionsstreifen der Xylose sichtbar. 4 Tage später erhielt dieselbe Patientin 25 g Xylose. Der in den nächsten 24 Stunden ausgeschiedene Harn enthielt 9,547 g Xylose, wie durch Titriren dasselbe mit Fehling'scher Lösung ermittelt wurde und zeigte überdies eine sehr deutliche Spectralreaction. Letztere war auch am nächsten Tage noch deutlich, desgleichen war die Reduction der Fehling'schen Lösung noch stark, dage-

gen gelang die Titration mit Fehling'scher Lösung nicht mehr. Es trat nemlich eine scharfe Endreaction, wie am ersten Tage, nicht mehr ein. Am dritten Tage wurde nur eine schwache Reduction der Fehling'schen Lösung beobachtet. Der Absorptionsstreifen trat nicht auf. Weder in diesem Falle, noch auch bei anderen, besonders auch bei Kranken, welche an der Zuckerruhr litten, wurde in dem Harn nach der Einverleibung der Xylose eine auffällige Aenderung der Menge, des specifischen Gewichts, der Harnstoffausscheidung u. s. w. beobachtet. In dem nachfolgenden Fall wurde mehrfach die durch Einverleibung von Xylose in einzelnen Harnportionen wieder erscheinende Xylose quantitativ sowohl durch Polarisation als auch durch Titration mit Fehling'scher Lösung bestimmt. Es handelte sich um dieselbe an multipler Sklerose des Centralnervensystems leidende Patientin, deren schon gelegentlich der beiden vorigen Versuche mit Xylose gedacht worden ist. Wir überzeugten uns, dass der am 9. Juli 1892 Vormittags um 11½ Uhr von der Patientin entleerte Urin frei von Spectralreaction mit Phloroglucin-Salzsäure war, er reducirte und polarisirte nicht. Um 1 Uhr Nachmittags erhielt Patientin 15 g Xylose.

1) Urin von 2¼ Uhr Nachm. 100 cem.

Starke Spectralreaction.

Starke Reduction von Fehling'scher Lösung.

Polarisation (Quarzkeilapparat von Schmidt und Haensch).

Drehung = + 0,32 Skalentheile (Mittel aus 10 Ablesungen).

Daher nach der Formel¹⁾:

$$(\alpha)D = \frac{\alpha \cdot 0,346 \cdot V}{p \cdot l}$$

$$18,4 = \frac{0,32 \cdot 0,346 \cdot 100}{p \cdot 2}$$

$$p = \frac{0,32 \cdot 0,346 \cdot 100}{18,4 \cdot 2}$$

$$p = 0,3 \text{ g Xylose in 100 cem}$$

Urin enthalten.

Titration. Dieselbe war erst möglich, nachdem der Urin längere Zeit mit Blutkohle in Berührung gewesen und öfter damit durchgeschüttelt war.

In den 100 cem Urin 0,336 g Xylose.

¹⁾ (α)D = spec. Drehung der angewandten Xylose. α = abgelesene Skalentheile. V = Volumen des Urins. p = Gewicht der darin enthaltenen Xylose (gesucht). l = Länge der polarisirten Urinschicht in Decimetern.

2) Urin von 5¼ Uhr Nachm. 235 cem.

Starke Spectralreaction.

Starke Reduction von Fehling'scher Lösung.

Polarisation (Quarzkeilapparat Titration.
von Schmidt und Haensch). In 100 cem Urin 1,18 g Xylose.

Drehung (Mittel aus 10 Ablesungen)

= +1,3 Skalentheile.

$$(\alpha)D = \frac{\alpha.0,346.V}{p.l}$$

$$18,4 = \frac{1,3.0,346.235}{p.2}$$

$$p = 2,872 \text{ g Xylose in } 235 \text{ cem}$$

Urin.

In 100 cem Urin 1,2 g Xylose.

Ich gehe jetzt zur Besprechung der Versuche mit Arabinose über.

Die Arabinose, die andere Pentaglycose, welche beim Kochen gewisser Gummiarten, besonders des Kirschgummi und des arabischen Gummi mit verdünnter Schwefelsäure entsteht, zeigt, wie bereits oben erwähnt wurde, gegen Phloroglucin-Salzsäure das gleiche Verhalten wie die Xylose; Fehling'sche Lösung reducirt sie etwas stärker als die Xylose, indem 1 mg Arabinose 1,95 mg Kupfer entspricht¹⁾. Durch Hefe wird Arabinose ebenso wenig wie die Xylose vergäht. Die spezifische Drehung der Arabinose ist dagegen wesentlich grösser als die der Xylose. Für eine ungefähr 10procentige Arabinoselösung ist $(\alpha)D$ etwa $= +104^\circ$. Die für unsere Versuche benutzte Arabinose wurde von der Firma Schuchardt (Görlitz) bezogen. —

Die Zahl der mit der Arabinose angestellten Versuche konnte eine weit beschränktere sein, indem sich, was von vornherein als wahrscheinlich erachtet werden musste, sehr bald dabei herausstellte, dass die Arabinose, was ihre Assimilirbarkeit im menschlichen Organismus betrifft, sich durchaus wie die Xylose verhält. Dr. phil. Sch. nahm 0,25 g Arabinose. Nach etwa 3 Stunden war sie im Harn nachweisbar, wie sich aus dem Eintreten der erwähnten Pentaglycosenreactionen erkennen lässt. Einen an Zuckerharnruhr leidenden Patienten, dessen Harn nach mehrtägigem Gebrauch der von mir für leichtere Zuckerkrankte empfohlenen Diät²⁾ nur noch 1,2 pCt. Zucker ent-

¹⁾ Ber. d. d. chem. Gesellsch. XXIII. 3796.

²⁾ cf. Ebstein, Lebensweise f. Zuckerkrankte. Wiesbaden 1892. S. 65.

hält, wurde, nachdem der Urin vorher frei von Reaction mit Phloroglucin-Salzsäure befunden war, 0,25 g Arabinose verabreicht. Der 2 Stunden später entleerte Urin gab deutlich die Pentaglycosenreaction. Von der Einverleibung grösserer Dosen von Arabinose wurde Abstand genommen. Nachdem nachgewiesen worden war, dass auch die in so kleinen Gaben genossene Arabinose im Harn sehr bald wieder erscheint, ist anzunehmen, dass auch grössere Dosen von Arabinose, welche uns übrigens auch nicht zur Hand waren, sich kaum anders verhalten dürften, wie die der Xylose.

Ein nachtheiliger Einfluss auf die betreffenden Personen, war nach der Einverleibung der Pentaglycosen nicht ersichtlich. Da sie aber auch in sehr kleinen Dosen von dem menschlichen Organismus nicht assimiliert zu werden scheinen, ist von ihnen weder bei gesunden Menschen noch bei kranken, insbesondere auch bei den Zuckerkranken ein Nutzen nicht zu erwarten, und damit wäre die Frage, behufs deren Lösung diese Untersuchungen angestellt worden waren, in negativem Sinne gelöst. Wir werden Anstand nehmen die Pentaglycosen bei Gesunden und Kranken als Nahrungs- und Genussmittel zu verwenden und haben es daher bei unseren Versuchen bei einmaliger Darreichung etwas grösserer Gaben, welche wie erwähnt, 25 g nicht überstiegen haben, stets bewenden lassen. Die Pentaglycosen, welche sehr verbreitet und in beträchtlichen Mengen in der Natur vorhanden sind¹⁾, werden also für die menschliche Ernährung nicht ausgenutzt werden können und ihre Herstellung aus den Pentaglycosen-Muttersubstanzen — denn frei kommen sie, so weit mir bekannt ist, nicht vor — dürfte wenigstens nach dieser Richtung hin keinen günstigen Erfolg versprechen. Menschen, welche einen Diabetes mellitus simuliren wollen, können insofern durch Einnehmen von Pentaglycosen ihren Zweck erreichen, als danach Reduction von Fehling'scher Lösung und dem Nylander'schen Reagens eintritt. Die Nichtgährungsfähigkeit der Pentaglycosen wird am einfachsten zeigen, dass es sich hier nicht um Dextrose handelt²⁾. Die charakteristische Pentaglycosenreaction

¹⁾ Ber. d. d. chem. Gesellsch. XXIII. 3110 u. 3791. XXIV. 695.

²⁾ Eine nicht gährende und die Polarisationsebene nicht beeinflussende Zuckerart ist im Harn eines Morphinisten wiederholt von E. Salkowski

wird die Diagnose, um was es sich handelt, sicher stellen. Was die Muttersubstanzen der Pentaglycosen, die Pentosane¹⁾ anlangt, so können wir über den Uebergang derselben in den Harn zur Zeit etwas Bestimmtes nicht aussagen, weil unsere Versuche, mit Rücksicht auf das häufige Auftreten eines schwachen Absorptionsstreifens im Harn auch ohne nachweislichen Genuss von Pentaglycosen (s. o. S. 404), ganz sichere Resultate nicht liefern konnten. Indessen soll nicht unerwähnt bleiben, dass schon nach dem Genusse geringer Mengen von Kirschen, gedörrten Pflaumen (mit anderen Früchten haben wir keine Versuche angestellt), der Harn, ohne dass durch ihn eine Reduction der Fehling'schen Lösung bewirkt wird, die Salzsäure-Phloroglucin-reaction sowie der Absorptionsstreifen der Pentaglycosen bei der spectroscopischen Untersuchung, wenngleich nur schwach aufzutreten scheint. Es dürfte dies auf den relativ grossen Gehalt dieser Früchte an Pectin zu beziehen sein. Bekanntlich bestehen zwischen dem Pectin und den Pentaglycosen Beziehungen. Bereits B. Tollens²⁾ hat es als eine feststehende Thatsache bezeichnet, dass die Metapectinsäure (Arabinsäure), welche aus anderen Pectinkörpern entsteht (C. Scheibler), entschieden beim Erwärmen mit Säuren Arabinose liefert. —

Es mag hier noch erwähnt werden, das aus dem wässrigen Decoct von Backpflaumen oder besser dem Natronlaugeextract (5 pCt. NaOH) derselben (hier nach vorausgehendem Ansäuern mit Salzsäure) durch Alkohol ein gummiartiger Körper niedergeschlagen wird, der sehr deutlich mit Phloroglucin-Salzsäure die beschriebene Reaction liefert. Die Phloroglucin-Salzsäure-reaction und den betreffenden Absorptionsstreifen haben wir übrigens auch nach Genuss von schon kleinen Mengen (1—2 g Gummi arabic.) beobachtet. Es ist das nicht befremdlich, da ja bekanntlich daraus Arabinose sich herstellen lässt.

und M. Jastrowitz neuerdings gefunden worden (Centralbl. für die med. Wissensch. 1892. No. 19).

¹⁾ Vergl. C. Schulze und B. Tollens, Landwirthschaftl. Versuchsstat. XL. 1892. S. 368 Anm. 3.

²⁾ Tollens, Kohlenhydrate. Breslau. 1888. S. 246.