

Zwei neue Zuckerreactionen.

Von Dr. Hans Molisch,

Privatdozenten an der Wiener Universität.

(Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der k. k. Wiener Universität XXXIII.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Mai 1886.)

Die hervorragende Rolle, welche der Zucker im Stoffwechsel der Pflanze und des Thieres spielt, lässt es wünschenswerth erscheinen, durch einfache Mittel geringe Mengen dieses Stoffes leicht und sicher nachweisen zu können.

Die heute allgemein üblichen Zuckerreactionen (Trommer'sche, Fehling'sche, Böttger'sche Probe etc.) besitzen bekanntlich in vielen Fällen leider nicht jenen Grad von Sicherheit und Schärfe, welchen man von einer exacten Reaction zu fordern berechtigt ist.

Unter diesen Umständen dürften zwei neue Zuckerreactionen, die ich gelegentlich mikrochemischer Untersuchungen im pflanzenphysiologischen Institut der Wiener Universität aufgefunden habe, nicht unwillkommen sein.

I.

Zuckerreaction mit α Naphthol und Schwefelsäure.

Wird eine Zuckerlösung mit den eben genannten Stoffen versetzt, so nimmt dieselbe eine tief violette Färbung (mit einem Stich ins Purpurne) an. Es empfiehlt sich hiebei in folgender Weise zu verfahren.

Eine kleine Probe, etwa $\frac{1}{2}$ —1 cm^3 der zu prüfenden Flüssigkeit wird in der Eprouvette mit zwei Tropfen einer 15—20% alkoholischen α -Naphthollösung versetzt und geschüttelt. Dabei trübt sich, da etwas α -Naphthol aus der Lösung herausfällt, die

Flüssigkeit. Giesst man hierauf ¹ concentrirte Schwefelsäure im Überschuss (ebensoviel oder doppelt soviel, als Flüssigkeit vorhanden ist) dazu und schüttelt rasch, so nimmt die Probe bei Gegenwart von Zucker momentan die oben angegebene Färbung an. Nachherige Verdünnung mit Wasser veranlasst die Abscheidung eines blauvioletten Niederschlages, welcher sich in Alkohol, Äther mit gelblicher, in Kalilauge mit goldgelber Farbe auflöst und in Ammoniak zu gelblichbraunen Tröpfchen zerfliesst.

Unsere Reaction deutet nicht auf eine bestimmte Zuckerart, sondern auf Zucker überhaupt. Ich erhielt die Reaction mit Rohrzucker, Milchezucker, Traubenzucker, Fruchtzucker und Maltose (dagegen nicht mit Inosit, Mannit, Melampyrit, Quercit).

Da bei Behandlung von Kohlehydraten und Glykosiden mit Schwefelsäure fast momentan Zucker entsteht, so geben die genannten Körper gleichfalls die Reaction, entweder gleich oder nach ganz kurzer Zeit. Erhält man daher mit irgend einer Flüssigkeit unter den obigen Verhältnissen die Violettfärbung, so muss man schliessen, dass entweder Zucker oder ein Körper da war, der unter der Einwirkung der Schwefelsäure Zucker lieferte. Zu diesen Stoffen gehören aber die Kohlehydrate und Glykoside. ² Sie geben in der Eprouvette, wofern Schwefelsäure im Überschuss hinzugefügt wird, so prachtvolle Violettfärbung, dass man unwillkürlich auf die Vermuthung kommt, nicht bloss der aus den Kohlehydraten hervorgehende Zucker, sondern die Kohlehydrate als solche geben die Reaction. Es ist nicht schwer, sich mit Zuhilfenahme des Mikroskops von der Unrichtigkeit dieser Vermuthung zu überzeugen.

Etwas Kartoffelstärke mit einem Tropfen α -Naphthol und sodann mit 2—3 Tropfen concentrirter Schwefelsäure auf dem Objectträger betupft, färbt sich anfänglich gar nicht, nach 10—30 Minuten rothviolett. Unter Mikroskop erscheint die Stärke farb-

¹ Es ist nothwendig, die angegebene Reihenfolge im Hinzufügen der Reagentien stets zu beachten, da beispielsweise dann, wenn zuerst α -Naphthol und SO_4H_2 gemengt werden und hierauf der Zucker hinzugefügt wird, die Reaction weniger schön oder falls α -Naphthol und SO_4H_2 längere Zeit auf einander wirkten, gar nicht mehr eintritt.

² Auffallender Weise gibt das Indican die Reaction nicht. Es scheint demnach das unter dem Einfluss der Säure entstehende Indiglucein sich anders zu verhalten als die Zuckerarten.

los, die umgebende Flüssigkeit aber gefärbt. Würde die Stärke als solche die Reaction geben, dann müsste sich wohl vor Allem das Stärkekorn (beziehungsweise die darin steckende Cellulose und Granulose) zuerst und intensiv färben — dies ist jedoch nicht der Fall, offenbar weil erst der aus der Stärke hervorgehende Traubenzucker die Reaction bedingt.

Da die Entstehung des letzteren unter den gegebenen Verhältnissen nicht momentan erfolgt, so tritt auch die Reaction erst nach einiger Zeit auf. Dieselbe kann jedoch augenblicklich durch gelindes Erwärmen ober der Flamme hervorgerufen werden. Zweifellos ist es auch die bei der Vermischung von ziemlich viel Schwefelsäure mit Wasser auftretende Wärme, welche in der Eprouvette die augenblickliche Entstehung des Zuckers und somit das sofortige Eintreten der Reaction hervorruft.

Ebenso wie die Stärke verhalten sich unter den angegebenen Bedingungen bei mikroskopischer Betrachtung auch Baumwolle ¹ (Cellulose), arabisches Gummi, Dextrin, Lichenin, Glykogen, ferner Glykoside, z. B. Amygdalin, Aesculin etc.

Dagegen verhält sich Inulin unter Mikroskop genau so wie Zucker, es färbt sich momentan so schön, dass ich nicht zu entscheiden vermag, ob Inulin die Reaction direct oder indirect gibt.

Um mich zu überzeugen, ob — abgesehen von den Kohlehydraten und Glykosiden — unsere Reaction nur dem Zucker eigenthümlich ist, prüfte ich fast aus jeder organischen Körpergruppe (Alkohole, organische Säuren, Fette, Kohlenwasserstoffe der Benzolreihe, Phenole, aromatische Alkohole und Aldehyde, aromatische Säuren, ätherische Öle, Harze, Alkaloide, Eiweisskörper und Amidverbindungen) stets mehrere chemische Individuen, allein ich bekam niemals die Reaction. ²

¹ A. Ihl veröffentlichte in der Chemikerzeitung 1885, pag. 266, unter dem Titel: „Über neue empfindliche Holzstoff- und Cellulosereagentien“ auch die kurze Notiz, dass α -Naphтол und Schwefelsäure eine Reageuz auf Cellulose sei. Aus meinen Untersuchungen geht jedoch hervor, dass α -Naphтол + SO_4H_2 kein Cellulose- sondern ein Zuckerreageuz ist, und dass die Cellulose ebenso wie alle anderen Kohlenhydrate die Reaction erst nach ihrer Verzuckerung, also indirect geben.

² Eine Ausnahme schien Vanillin zu machen. α -Naphтол und Schwefelsäure, mit Vanillin zusammengebracht, geben dieselbe Färbung wie Zucker, allein die Reaction ist doch eine ganz andere, da der auf Zusatz von Wasser

An Empfindlichkeit übertrifft die Reaction die Trommer'sche und Fehling'sche Probe bei Weitem. Worm, Müller und J. Hagen ¹ konnten beim Kochen — und dies stimmt auch ungefähr mit meinen Beobachtungen überein — mit Trommer's Probe noch 0·0025%, mit Fehling'scher Flüssigkeit noch 0·0008% Zucker nachweisen, während ich mit α -Naphthol und Schwefelsäure (ohne Erwärmen) bequem noch 0·00001% Zucker auffinden konnte.

II.

Zuckerreaction mit Thymol und Schwefelsäure.

Eine kleine Probe einer Zuckerlösung mit zwei Tropfen einer alkoh. 15—20% Thymollösung und überschüssiger concentrirter Schwefelsäure versetzt, färbt sich beim Schütteln momentan tief zinnober-rubin-carminroth, mit Wasser sodann verdünnt, schön carminroth. Nach einiger Zeit fällt ein ebenso gefärbter flockiger Niederschlag heraus, welcher sich in Kalilauge, Alkohol, Äther mit schwach gelblicher Farbe löst, mit Ammoniak aber gelb wird.

Auch Thymol gibt die Reaction nicht bloss mit den Zuckerarten, sondern indirect auch mit den Kohlehydraten und Glykosiden, wie denn überhaupt Alles, was diesbezüglich mit der Naphtholzuckerreaction gesagt wurde, auch mutatis mutandis vom Thymol ² gilt. Die Empfindlichkeit beider Reactionen ist annähernd gleich.

herausfallende purpurbraune Niederschlag andere Eigenschaften aufweist als der bei der Zuckerreaction sich abscheidende; im Gegensatz zu diesem löst sich nämlich jener in Kalilauge mit blaugrüner bald verschwindender Farbe, wird mit NH_3 bläulich, nach längerer Zeit schmutzigbräunlich, er löst sich ferner in Alkohol, theilweise in Äther. Ich erhielt auch mit einigen anderen Körpern ähnliche Färbungen wie mit Zucker, allein ich überzeugte mich, dass diese Körper entweder schon mit SO_4H_2 allein die Färbung gaben (Eugenol, Anethol, Wintergreenöl etc.) oder zuckerhältig waren. (Albumin.) Frisches Hühnereiweiss gibt z. B. in Folge seines Zuckergehaltes ganz hübsch die Reaction, desgleichen wird es mit SO_4H_2 allein rosenroth (Raspail's Reaction).

¹ Citirt nach Neubauer und Vogel, Anleitung zur . . . Analyse des Harns, 8. Aufl., Wiesbaden 1881, pag. 161.

² Neben Thymol geben, wie ich fand, noch andere Körper der aromatischen Reihe mit Zucker und Schwefelsäure eigenartige Färbungen: Phenol, Benzol braunrothe, bei nachherigem Zusatz von Wasser rothviolette.

Verwendet man bei den Reactionen anstatt Schwefelsäure überschüssige Salzsäure, so erhält man beim Kochen fast dieselben Färbungen wie mit Schwefelsäure. Einzelne Zuckerarten, z. B. Rohrzucker und Traubenzucker, ferner Inulin färben sich nach ein bis mehreren Stunden, manchmal sogar erst nach Tagen¹ auch in der Kälte, die beiden Zuckerarten jedoch nur dann, wenn ziemlich viel davon vorhanden ist.

III.

Mikrochemisches.

Die beschriebenen Reactionen können unter gewissen Vor-sichten auch zum mikrochemischen Nachweis des Zuckers innerhalb der Gewebe herangezogen werden. Unter gewissen Vor-sichten deshalb, weil ja nicht nur Zucker, sondern auch indirect die Kohlehydrate und Glykoside die Reaction geben. Würden all diese Körper unter bestimmten Bedingungen gleich rasch reagiren, dann wären unsere Zuckerproben für mikrochemische Zwecke zu verwerfen. Dies ist nun, wie ich mich vielfach überzeugt habe, unter den gleich zu schildernden Verhältnissen nicht der Fall.

Ich verfuhr bei dem mikrochemischen Nachweis des Zuckers gewöhnlich in folgender Weise. Ein nicht zu dünner Schnitt wurde auf dem Objectträger mit einem Tropfen alkoholischer (15—20%) α -Naphthollösung behandelt, hierauf 2—3 Tropfen concentrirter Schwefelsäure hinzugefügt, so dass der Schnitt in dem Gemenge völlig untergetaucht war. Bei Gegenwart von Zucker färbt sich der Schnitt schon nach ganz kurzer Zeit schön violett, zuerst schwach, dann immer intensiver. Bei Anwendung von Thymol zinnobercarminroth. Zuckerhältige Schnitte (Zwiebelschuppen) geben die Reaction fast momentan oder innerhalb der

Resorein, Brenzkatechin, Menthol granatroth, Phloroglucin und Benzoë-säure braune. Alle diese Reactionen sind bei Weitem nicht so empfindlich und schön wie die mit Thymol oder α -Naphtol. F. Penzoldt (Ältere und neuere Hamproben, Jena 1884, pag. 15) machte schon im Jahre 1883 darauf aufmerksam, dass Zucker mit Diazobenzolsulfosäure und Kali eine dunkelrothe Färbung gibt und dass diese Reaction mit Vortheil zum Nachweis grösserer Mengen Zuckers im Harn verwendet werden könne.

¹ Bei Anwendung von α -Naphtol entstehen hiebei neben reichlichem körnigen Niederschlag auch blaue krystallinische Plättchen von unregelmässigen Umriss.

ersten zwei Minuten, die anderen im Schnitte vorhandenen Kohlehydrate erst nach mehreren Minuten, oft erst nach $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunde, da es ja unter den gegebenen Verhältnissen doch längere Zeit braucht, bis sie durch die Schwefelsäure in Zucker übergeführt werden.¹

Um sich von den im Wasser unlöslichen Kohlehydraten ziemlich unabhängig zu machen, empfiehlt es sich von dem zu prüfenden Gewebe zwei Schnitte anzufertigen, den einen davon jedoch vor der Reaction durch einige Minuten im Wasser zu kochen. Hierbei gehen Zucker, etwa vorhandenes Dextrin, Gummi und Glykoside in Lösung. Legt man dann den gekochten und hierauf in viel Wasser abgespülten Schnitt auf den Objectträger in einiger Entfernung von den ungekochten und führt sodann mit beiden die Reaction aus, so zeigt sich ein bedeutender Unterschied. Der intacte Schnitt zeigt, falls Zucker vorhanden ist, nach kurzer Zeit und intensiv die Reaction, der gekochte dagegen, obwohl Cellulose und vielleicht Stärke in grossen Mengen da ist, viel später und bedeutend schwächer. Daraus ist zu ersehen, dass die rasche Violettfärbung des intacten Schnittes nicht etwa auf vorhandene Stärke, Cellulose etc. zurückzuführen ist — denn dann müsste ja auch im gekochten Schnitte die Reaction ebenso schön auftreten — sondern auch lösliche Kohlehydrate, auf Zucker möglicherweise auch auf Dextrin, Gummi und Glykoside. Von den drei zuletzt genannten Körpern wird man jedoch in der Regel absehen können, da dieselben nach meinen Beobachtungen in den Concentrationen, wie sie zumeist z. B. in Keimpflanzen vorkommen, auf dem Objectträger die Reaction bedeutend später und schwächer geben als Zucker. Man wird demnach, falls die Reaction in dem intacten Schnitt momentan oder in den ersten zwei Minuten eintritt, mit der grössten Wahrscheinlichkeit auf Zucker schliessen können.²

¹ In der Eprouvette tritt der bedeutenden Erwärmung wegen die Zuckerbildung und daher auch die Reaction sofort ein.

² Dieser Schluss ist jedoch in jenen Fällen, wo Inulin in den Geweben auftritt, nicht erlaubt, da dieser Körper sich dem Naphtoi und Thy-mol gegenüber so wie Zucker verhält. Bei dem nur auf wenige Ordnungen beschränkten Vorkommen des Inulins im Pflanzenreiche wird man jedoch einer Verwechslung leicht vorbeugen können.

Auch für den sicheren Nachweis von Inulin dürften die beiden Zuckerproben treffliche Dienste leisten. Die Erkennung dieses Körpers im Gewebe der Pflanzen basirt auf der zuerst von Sachs ¹ vorgeschlagenen Methode, dickere inulinhaltige Schnitte in absolutem Alkohol einzulegen und die sich bildenden Sphaerokrystalle direct unterm Mikroskop auf ihre Löslichkeitsverhältnisse zu prüfen.

Behufs sicherer Erkennung des Inulins wird es in Zukunft gut sein, auch das Verhalten desselben zu α -Naphthol oder Thymol zu untersuchen, umsomehr, als man vielfach nur zu leicht geneigt ist, Sphaerokrystalle, welche in Zellen unter dem Einfluss von absolutem Alkohol entstehen und halbwegs in der Löslichkeit mit Inulin stimmen, auch dafür zu erklären. Inulinkrystalle zeichnen sich durch die bemerkenswerthe Eigenschaft aus, mit α -Naphthol und Schwefelsäure ebenso wie Zucker (Vergl. das auf pag. 3 Gesagte) sofort tief violett zu werden. Behandelt man einen Schnitt aus Dahlienknollen, welcher längere Zeit in Alkohol gelegen, mit den beiden genannten Reagentien, so werden die abgetrennten Sphaerokrystalle momentan in der angegebenen Weise gefärbt. Bei Verwendung von Thymol lösen sie sich unter Rothfärbung auf.

Auf diese Weise wird man direct unterm Mikroskop constataren können, ob Sphaerokrystalle aus Inulin bestehen oder nicht. Prüft man mit α -Naphthol und SO_4H_2 die in den Schalen von Apfelsinen nach längerem Liegen in Alkohol sich bildenden Sphaerokrystalle von Hesperidin ², so findet man sofort, dass sie sich — ganz im Gegensatz zu Inulin — nicht unter Violett-, sondern unter Gelbfärbung auflösen.

Man ist über einige in Pflanzengeweben auftretende Sphaerokrystalle in Zweifel, ob man sie für Inulin halten soll oder nicht — ich erinnere nur an die von Nägeli ³ beobachteten Sphaero-

¹ Über die Sphaerokrystalle des Inulins und dessen mikroskopische Nachweisung etc. Bot. Ztg. 1864, pag. 77 etc.

² Pfeffer, Hesperidin, ein Bestandtheil einiger Hesperideen. Bot. Ztg. 1874, pag. 529.

³ Vergl. hierüber sowie über einige andere Fälle: Prantl, das Inulin, München 1870, pag. 44.

krystalle in *Acetabularia mediterranea* Lamour, ferner die von G. Kraus¹ in der Blattepidermis entdeckten von *Cocculus laurifolius* — an der Hand unserer beiden Reagentien wird man sofort die Entscheidung herbeiführen können. Ich selbst konnte dies leider nicht thun, da es mir an dem nöthigen Material hiezu mangelte.

IV.

Nachweis des Zuckers im normalen menschlichen Harn.

Brücke gebührt das hohe Verdienst, den Zucker (Traubenzucker) als normalen Bestandtheil des Harnes zuerst erkannt zu haben. Nach Brücke beruht ja Diabetes mellitus nur darauf, dass viel grössere Zuckermengen durch den Harn entleert werden als im normalen Zustande.²

Mit Brücke's Anschauungen stimmen spätere Untersuchungen von Bence Jones, Kühne, Pavy, Abeles und Schilder überein, während andere Forscher, opponirten.³

Diese Meinungsverschiedenheit in einer so wichtigen Frage zeigt auf das Deutlichste, dass die bisher angewandten Zuckerreactionen noch nicht jenen Grad von Exactheit aufzuweisen haben, welche man von einer sicheren und scharfen Reaction zu fordern gewöhnt ist. Unter solchen Umständen schien es mir von Wichtigkeit, meine beiden Zuckerproben zu Rathe zu ziehen und zu sehen, ob sie im normalen Harn Zucker anzeigen oder nicht. Schon die ersten Versuche lieferten ganz überraschende Resultate.

Sowohl die Probe mit α -Naphthol als die mit Thymol gelang ohne jedwede Vorbehandlung des Harns auf das Schönste, sie traten so präcis ein, dass ich einen Augenblick dachte, ich hätte diabetischen Harn vor mir gehabt. Ich untersuchte daher Harn von mehreren vollkommen gesunden Personen, aber wieder mit demselben Resultat. Ein $\frac{1}{2}$ —1 cm^3 frischen Harnes wird in der Eprouvette mit zwei Tropfen einer 15—20% α -Naphthollösung

¹ In Pringsheim's Jahrbüchern f. w. Botanik 1872, Bd. VIII, pag. 421.

² Vorlesungen über Physiologie, 1. Bd., 2. Aufl., Wien 1875, pag. 375.

³ Vergl. Neubauer und Vogel, l. c. pag. 400.

versetzt und hierauf ebensoviel concentrirte Schwefelsäure als Flüssigkeit vorhanden ist, hinzugesetzt. Beim Schütteln nimmt die Harnprobe sofort eine tiefviolette Färbung an. Lässt man nun einige Minuten stehen und verdünnt hierauf mit viel Wasser, so fällt ein im auffallenden Lichte schön blauer Niederschlag heraus, welcher dieselben Eigenschaften aufweist, wie der mit reinem Zucker erhaltene. (Vergl. pag. 2).

Ebenso sicher und schön gelingt die Reaction mit Thymol.

Wie auffallend empfindlich die beiden Reactionen sind, geht wohl am deutlichsten aus der interessanten Thatsache hervor, dass normaler Harn auf das ein- bis dreihundertfache ¹ seines Volumens mit Wasser verdünnt noch immer erkennbare Reaction gibt. Bei vierhundertfacher Verdünnung bleibt die Reaction aus.

Obwohl ich mich, wie bereits angegeben wurde, davon überzeugte, dass nur Zucker, Kohlehydrate und die meisten Glykoside die Reaction hervorrufen, prüfte ich, um dem Einwand zu begegnen, es könnte die Reaction vielleicht von anderen im Harn auftretenden Körpern herrühren, noch überdies die wichtigsten im normalen Harn vorkommenden Stoffe auf ihr Verhalten zu α -Naphthol und Thymol, erhielt aber bei keinem die Reaction. Geprüft wurden: Harnstoff, Kreatin, Xanthin, Harnsäure, Allantoin, Hippursäure, Bernsteinsäure, Phenol, Brenzkatechin und Indican.

Da nun, abgesehen von Zucker, Kohlehydrate im Harn nicht auftreten, von Glykosiden nur Indican vorkommt, dieses aber, wie bereits erwähnt, die Reaction nicht gibt, so sind wir zu dem Schlusse berechtigt, dass das Eintreten unserer beiden Reactionen im Harne auf Zucker deutet, und dass somit die Ansicht Brücke's und Anderer, im normalen Harn komme Zucker vor, richtig ist.

Unsere beiden Reactionen werden mit grossem Nutzen auch zur leichten Unterscheidung von normalen und diabetischen

¹ Bei so verdünnten Harn- und Zuckerlösungen gelingen die Reactionen nur, wenn man anstatt der Naphthollösung zu jeder Probe eine kleine Menge festen Naphthols und Schwefelsäure im Überschuss nimmt.

Harn benützt werden können. Ich schlage zu diesem Zwecke folgende zwei Methoden vor:

1. Normaler und der auf seinen abnormen Zuckergehalt zu prüfende Harn werden auf das Hundertfache ihres Volums mit Wasser verdünnt. Hierauf wird mit je einer Probe von beiden in der angegebenen Weise die Reaction ausgeführt. Färbt sich der fragliche Harn auffallend stärker violett als der normale, so ist derselbe als diabetischer Harn anzusehen.

2. Der zu untersuchende Harn wird auf das vierhundert- bis sechshundertfache seines Volums (bei sehr zuckerreichen Harnen kann die Verdünnung noch weiter getrieben werden) mit Wasser verdünnt. Diabetischer Harn gibt selbst in dieser kolossalen Verdünnung noch sehr deutlich die Reaction, während normaler Harn, mit dem vierhundertfachen Volumen Wasser versetzt, die Reaction nicht mehr zeigt.

F. Penzoldt ¹ hat die für Harnuntersuchungen von verschiedenen Forschern in Vorschlag gebrachten Zuckerproben — es sind deren acht — einer vergleichenden Prüfung unterworfen und gelangte zu dem Resultate, dass von allen die Gährungsprobe noch die meiste Sicherheit gewährt:

Nach all' meinen Erfahrungen ist die Schärfe und Sicherheit der beiden neuen Zuckerproben für Harnuntersuchungen sicherlich grösser als die der Gährungsprobe — der grösseren Anschaulichkeit und der leichteren Durchführung, welche diese beiden Proben gestatten, gar nicht zu gedenken. Es haftet ihnen aber auch ein allerdings wenig ins Gewicht fallender Mangel an: sie sagen nämlich nicht, welche Zuckerart vorhanden ist, lassen es mithin bei pathologischem Harn vollkommen unentschieden, ob Traubenzucker oder Fruchtzucker die Reaction bedingte. In der Regel wird sie wohl von Traubenzucker herrühren, allein sicher ist dies nicht, da neben diesem verschiedenemal auch Fruchtzucker aufgefunden wurde. ²

Ich kann diese Arbeit nicht beschliessen, ohne der förderlichen Unterstützung mit grösstem Danke zu gedenken, die mir

¹ Ältere und neuere Harnproben etc., Jena 1884.

² Neubauer und Vogel, l. c., II. Bd., pag. 406.

mein hochverehrter Lehrer, Herr Professor Dr. J. Wiesner, in vielfacher Beziehung angeeignet liess.

Die wichtigeren Resultate :

1. Angabe zweier neuen Zuckerreactionen (*a* und *b*).

a) Wird eine Zuckerlösung etwa $\frac{1}{2} \text{ cm}^3$ mit zwei Tropfen alkoholischer (15—20%) α -Naphthollösung versetzt und hierauf concentrirte Schwefelsäure im Überschuss hinzugefügt, so entsteht beim Schütteln augenblicklich eine tief violette Färbung, beim nachherigen Hinzufügen von Wasser ein blau-violetter Niederschlag.

b) Verwendet man im obigen Falle bei sonst gleichem Verfahren anstatt α -Naphthol Thymol, so entsteht eine zinnober-rubin-carminrothe Färbung und bei darauffolgender Verdünnung mit Wasser ein carminrother flockiger Niederschlag.

2. Diese Reactionen sind nicht einer bestimmten Zuckerart eigenthümlich, sondern gelingen mit den meisten Zuckerarten, so mit Rohrzucker, Milchzucker, Traubenzucker, Fruchtzucker und Maltose, dagegen nicht mit Inosit.

3. Ihre Empfindlichkeit ist grösser als die der bisher bekannten Zuckerproben.

4. Da bei Behandlung von Kohlehydraten und Glykosiden mit Schwefelsäure Zucker entsteht, so geben auch diese Körper je nach Umständen entweder sofort oder nach einiger Zeit indirect die Reaction. Wenn nicht alle Glykoside (Indican) die Reaction zeigen, so darf dies nicht auffallen, da bei der Spaltung dieser Stoffe zuweilen ein Körper entsteht, der dem Zucker nur ähnlich ist und von den eigentlichen Zuckerarten in seinen Eigenschaften erheblich abweicht.

5. Die beiden Zuckerproben können unter bestimmten Verhältnissen und Vorsichten auch zum mikrochemischen Nachweis des Zuckers innerhalb der Gewebe herangezogen werden.

6. Desgleichen leisten dieselben auch ausgezeichnete Dienste beim Nachweis des Zuckers im Harn. Normaler menschlicher Harn gibt ohne jedwede Vorbehandlung die Reaction prachtvoll, selbst bei vorhergehender Verdünnung mit Wasser, auf das

hundert- bis dreihundertfache des ursprünglichen Volums ist die Reaction noch deutlich oder kenntlich.

Auf Grund dieser und anderer Thatsachen ist wohl an der Richtigkeit der wiederholt vertheidigten und bekämpften Ansicht von Brücke's, wonach Zucker (Traubenzucker) als constanter Bestandtheil normalen menschlichen Harnes aufzufassen ist, nicht mehr zu zweifeln.

7. Wird eine auf den beiden Zuckerreactionen basirende einfache Methode angegeben zur Unterscheidung vom normalen und diabetischen Harn.
