

giebt man noch etwas Ätzkalilösung hinzu. Die Lösung lässt sich in einer mit poliertem Glasstopfen verschlossenen Flasche lange Zeit unverändert aufbewahren. Kalische Wismutlösung verhält sich gegen arabisches Gummi und Dextrin, auch gegen Milchzucker, ähnlich wie gegen Glykose. Behufs Prüfung einer Flüssigkeit, z. B. diabetischen Harns, auf Glykosegehalt, füllt man damit ein etwas weites Reagierglas zu $\frac{1}{5}$ an, erhitzt, setzt dann mehrere Tropfen des Reagens hinzu und kocht einige Minuten. Es tritt eine tiefbraune, zuletzt schwarzbraune Färbung der kochenden Flüssigkeit ein als Zeichen der Gegenwart von Glykose. In der Ruhe setzt sich das reduzierte Wismut in Form eines schwarzen Pulvers ab.

Obgleich diese Reaktion so charakteristisch ist, dass sie kaum verwechselt werden kann, so ist dennoch bei Harnuntersuchung, um Irrtümern auszuweichen, darauf Rücksicht zu nehmen, dass der Harn Schwefelwasserstoff enthalten kann, welcher die Bildung von schwarzem Schwefelwismut veranlassen würde. Einige Tropfen Bleiessig würden die Gegenwart des Schwefelwasserstoffs sofort bestätigen. Ebenso kann ein albuminuröser Harn eine Bräunung und Trübung und die Entstehung von Schwefelwismut veranlassen. Eine Portion des Harns ist also vor der Prüfung auf Glykose auch mit einigen Tropfen verdünnter Essigsäure zu versetzen, aufzukochen und im Falle eines entstandenen Coagulums zu filtrieren.

2. Wismutsubnitrat bei Gegenwart von Natriumkarbonat nach R. Böttger. Versetzt man eine Glykoselösung mit gleichviel konzentrierter Natriumkarbonatlösung und etwas Wismutsubnitrat und kocht zwei Minuten lang, so findet Reduktion und Schwärzung des weissen Wismutoxyds statt.

Milchzucker, Lactose, $C_{12}H_{22}O_{11} + HO$ oder $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$, ist ein Bestandteil der Milch der Säugetiere und in den nach Abscheidung des Caseïns mit verdünnter Schwefelsäure hinterbleibenden Molken enthalten. Er schießt aus seiner konzentrierten Lösung in farblosen, durchscheinenden, harten, rhombischen Krystallen von 1,53 spezifischem Gewicht an, welche in 6 Teilen Wasser von mittlerer Temperatur, in $2\frac{1}{2}$ Teilen heissem Wasser, nicht aber in starkem Weingeist, Äther etc. löslich sind. Beim Erhitzen bis auf 150° verliert er sein Krystallwasser und wird bei 175° zu Lactocaramel, welcher aus zwei verschiedenen rechtsdrehenden Zuckerarten besteht. Bei weiterer Erhitzung giebt er die Zersetzungsprodukte des Rohrzuckers.

Durch längeres Kochen seiner wässrigen Lösung, schneller durch Einwirkung verdünnter Schwefelsäure oder konzentrierter Lösungen organischer Säuren, wird Milchzucker in Galactose verwandelt und in seinem Drehungsvermögen modifiziert. Galactose unterscheidet sich vom Milchzucker in sofern, dass sie sich durch Hefe direkt in Gährung versetzen lässt und sich dabei in Weingeist und Kohlensäure umsetzt.

Die Lösungen der fixen Ätzkalien verändern den Milchzucker bei gewöhnlicher Temperatur nicht, dieser geht mit ihnen sogar Verbindungen ein, welche in Weingeist nicht löslich sind, beim Erwärmen bis zu 100° sich aber bräunen. Kalkhydrat erzeugt eine in Wasser lösliche, in Weingeist unlösliche Verbindung. Überschüssiges Kalkhydrat fällt eine schwerlösliche basische Verbindung.

Konzentrierte Schwefelsäure wirkt verkohlend, besonders beim Erwärmen.

Verdünnte Schwefelsäure verwandelt ihn in Galactose (vergleiche oben).

Bierhefe vermag die Milchzuckerlösung nicht in Gährung zu versetzen, wofern die Gegenwart gewisser tierischer Substanzen nicht zuvor eine Umwandlung in Galactose veranlasst.

Mit Chlornatrium geht der Milchzucker keine Verbindung ein.

Ammoniakalische Bleiacetatlösung erzeugt in der Milchzuckerlösung kaum eine weisse Fällung. Eine solche verschwindet auf Zusatz von mehr Wasser, kommt auch beim Kochen nicht wieder zum Vorschein; die farblose Flüssigkeit färbt sich aber dann rötlichbraun. Bei Digestionswärme löst Milchzuckerlösung Bleioxyd und bildet damit eine in Wasser lösliche und eine darin unlösliche Verbindung.

Kalische Kupferlösung (Fehling) wird schon bei gewöhnlicher Temperatur, in der Wärme sofort unter Abscheidung von rotem Kupferoxydul reduziert.

Cupriacetatlösung wird erst nach längerem Kochen mit der Milchzuckerlösung schwach oder nur zu einem geringen Teile reduziert.

Ammoniummolybdänatlösung wird vom Milchzucker selbst nach dem Kochen nicht verändert und kaum angedeutet bläulich gefärbt.

Ammoniakalische Silbernitratlösung, mit Milchzuckerlösung bis zum Aufkochen erhitzt, wird reduziert unter Abscheidung von grauschwarzem Silber und gleichzeitiger Bildung eines hellgrauen Metallspiegels.

Milchzuckerlösung dreht die Polarisationssebene nach rechts und es beträgt die spezifische Drehkraft $+59,3^{\circ}$. Frisch bereitete Milchzuckerlösungen haben eine um $\frac{3}{8}$ grössere Drehkraft, welche aber beim Stehen der Lösung langsam, bei 100° C schnell abnimmt, bis sie konstant $= 59,3^{\circ}$ ist.

Die quantitative Bestimmung der Zuckerarten lässt sich direkt (indem man den Zucker darstellt und wägt), sowie auf physikalischer Grundlage und indirekt durch das chemische Verhalten derselben bewerkstelligen.

I. Die direkte Bestimmung besteht in der Extraktion der zuckerhaltigen Substanz, je nach der Natur dieser letzteren, mit destilliertem Wasser oder unter Digestionswärme mit einem 60—70 proz. Weingeist, und Eindampfen des Auszuges zur Trockne, Zerreiben des trocknen Verdampfungsrückstandes zu Pulver, Auswaschen dieses Pulvers mit ab-

solstem Weingeist oder einer Mischung aus 3 Teilen absolutem Weingeist und 1 Teil absolutem Äther, Trocknen des Pulvers bei circa 50° C und Wägen.

II. Die Bestimmung des Zuckers auf Grund des spezifischen Gewichtes seiner wässrigen Lösung giebt nur dann ziemlich genaue Resultate, wenn neben Zucker keine andern Körper ausser Zucker in der letzteren enthalten sind.

Eine Tabelle, die das Verhältnis des spezifischen Gewichtes zum Gehalt an Zucker und Malzextrakt angiebt, findet sich bei der Untersuchung des „Bieres“.

Um die dort mitgeteilte Tabelle auch für höhere Temperaturen, wie sie bei der Prüfung der Zuckerlösungen vorkommen, gebrauchen zu können, bedient man sich der folgenden Korrektionstabelle, welche angiebt, in welchem Masse die Temperatur das spezifische Gewicht beeinflusst.

Das spezifische Gewicht nimmt für jeden Grad C ab oder zu, und zwar bei einem Gehalte von

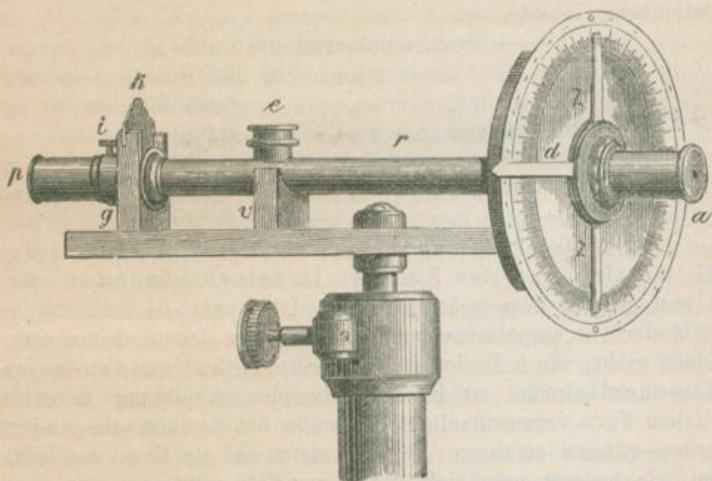
1— 4	Proz.	annähernd um	0,00015
5—10	„	„	0,0002
11—19	„	„	0,00025
20—29	„	„	0,00028
30—39	„	„	0,00032
40—49	„	„	0,00036
50—59	„	„	0,0004
60—72	„	„	0,00045

III. Bestimmung des Zuckers in seinen Lösungen aus dem Verhalten gegen den polarisierten Lichtstrahl. Hierzu bedient man sich der Circumpolarisationsapparate, von denen es mehrere Konstruktionen giebt; wie z. B. den von Mitscherlich, Ventzke-Soleil u. a. Der Mitscherlichsche ist in der folgenden Abbildung in seiner ursprünglichen Form veranschaulicht; derselbe hat mannigfache Änderungen und Verbesserungen erfahren, die sich meist auf die Wahl des Indikators beziehen. So bedient man sich in dem zur Zeit gebräuchlichsten grossen Apparate von Wild an Stelle der ursprünglich verwendeten Quarzplatten ähnlich geschliffener Platten von Kalkspat, bei welcher Anordnung man statt des bekannten Farbenwechsels das Auftreten und Verschwinden von Interferenzfransen als Massstab für die Richtung der Polarisations-ebenen hat. Wie aus der Theorie der Circumpolarisation bekannt ist, haben gewisse Substanzen in ihrer klaren Lösung das Vermögen, die Polarisations-ebene des Lichtes zu drehen, und zwar entweder nach rechts oder nach links; oder es geht ihnen dies Vermögen ab und sie sind optisch inaktiv. Das spezifische Drehungsvermögen einer (optisch-aktiven) Substanz ist eine bestimmte Grösse und gehört zu den wesentlichen Eigenschaften derselben. Andererseits ergibt sich, dass das Drehungsvermögen der Lösung einer optisch-aktiven Substanz dem

Gehalte der Lösung proportional ist, so dass aus der Grösse des Drehungsvermögens sich der Prozentgehalt der Lösung berechnen lässt.

Bei dem ursprünglichen Mitscherlich'schen Instrumente ruht auf einem Stativ von Metall oder Holz eine horizontale Holzschiene, auf welcher bei *a* und *p* Nicolsche Prismen „Nicols“ angebracht sind, von welchen dasjenige bei *p*, Polarisator genannt, in eine Metallhülse gefasst ist und durch eine Schraube (*i*) festgestellt werden kann. Vor diesem letzteren befindet sich noch eine Kombination von einem rechts und einem links drehenden Plättchen aus Quarz (*double plaque*) oder eine plankonvexe Glaslinse eingesetzt. Der Nicol bei *a*, der Ocularnicol oder Analysator, ist fest in das Ocularrohr eingesetzt und mit der Handhabe *d* und dem Zeiger *z*, welcher gewöhnlich noch mit einem Nonius versehen ist, in fester Verbindung.

Fig. 167.



Mitscherlich'scher Polarisationsapparat.

Die hinter Zeiger und Hand habe liegende Metallscheibe mit Kreisteilung steht fest, so dass der daran laufende Zeiger den Drehungswinkel, die Ablenkung der Polarisationssebene, mit Sicherheit angiebt. In der Gabel *g*, vermittelst des Schiebers *k*, gewinnt die Hülse des Polarisators eine gesicherte Lage, welche gestattet, denselben um seine Axe zu drehen und ihn dann in der gewünschten Lage durch die Schraube *i* festzuhalten. Zwischen beide Nicols wird das Rohr *r* mit der zu prüfenden Flüssigkeit eingesetzt. Dieses Rohr besteht aus Glas, in eine Messinghülse eingeschlossen, oder auch aus Messing und auf der Innenwand mit gutem Kopallack oder Firnis überzogen. An den Enden ist das Rohr mit

Glasplättchen, welche eingeschraubt werden, dicht geschlossen. Behufs Füllung des Rohres wird ein Glasplättchen abgenommen, das Rohr mit der Flüssigkeit bis zum äussersten Rande gefüllt und nach einigen Minuten das Glasplättchen wieder eingeschraubt, und zwar so, dass nicht das geringste Luftbläschen in das Rohr eintritt. Die Erreichung dieses letzteren Umstandes hat seine Schwierigkeit, weshalb die Füllung sicherer durch ein Eingussröhrchen *e* geschieht. Die Länge des Rohres, welches teilweise durch den gablichen Aufsatz *v* gehalten wird, beträgt genau 200 *mm* oder 20 *cm*.

Beim Gebrauch des Circumpolarisationsapparates stellt man circa 4 *cm* entfernt vom Polarisator *p* eine Öl- oder Petroleumflamme aus einem Rundbrenner, die eingeschlossen wird von einem an dem Saume der Flamme sich verengenden Glaszylinder. Um von aussen zudringendes Licht abzuhalten, umgiebt man den Glaszylinder mit einem Thon- oder Schwarzblechzylinder, welcher in der Höhe der Flamme einen mit Tubus versehenen Ausschnitt hat. In die Mündung des Tubus setzt man die Metallhülse des Polarisators (*p*) ein.

Zum Gebrauch stellt man zuerst die brennende Lampe an ihren Platz, dann das Prisma *a* unter Fortrücken des Hebels *d* so, dass der Zeiger *z* auf 0° hinweist. Dann blickt man durch *a* nach der Lampenflamme und stellt die Hülse des Polarisators *p* unter Drehung um ihre Axe, bis die beiden Hälften des Gesichtsfeldes die gleiche Übergangsfarbe, rot oder blau, zeigen. Der Apparat ist gut eingestellt, wenn ein zarter, schwarzer, vertikaler Streif das umgekehrte, in der Mitte des Gesichtsfeldes liegende Bild der Flamme halbiert, und die Zeiger an der Kreisteilung auf 0° oder 180° gestellt sind. Nun stellt man den Polarisator nicol mittelst der Schraube *i* fest und schaltet das mit der Lösung irgend eines Körpers gefüllte Rohr *r* zwischen beide Nicols ein. Zeigt nun das Gesichtsfeld dieselbe Übergangsfarbe oder ist der schwarze Streif unverrückt in dessen Mitte, so ist der Körper nicht circumpolarisierend oder optisch-inaktiv. Ist das Gesichtsfeld heller oder von anderer Farbe, der vorhin vertikale schwarze Streif nicht mehr in der Mitte, so ist der Körper optisch-aktiv. Man sucht nun durch Drehung des Analysatornicols vermittelst der Handhabe *d* die Übergangsfarbe aus Blau und Rot in die Mitte des Gesichtsfeldes oder die vertikalhalbierende Stellung des zarten schwarzen Streifens auf dem Gesichtsfelde wiederum herzustellen. Gelingt dies durch Drehung des Analysators nach rechts oder nach links, so ist der Körper rechts drehend (+) oder links drehend (—). Ist die genannte Beschaffenheit des Gesichtsfeldes erreicht, so hält man mit der Bewegung der Handhabe *d* inne und liest, der Deutung des Zeigers *z* folgend, Grad und $\frac{1}{10}$ Grad am Gradbogen ab. Bei der Drehung treten auf dem Gesichtsfelde verschiedene Farben, z. B. bei der Drehung nach rechts erst Gelb, dann Grün, Blau, Violett und Rot auf.

Zur Bestimmung der spezifischen Drehung $([a]_D)$ eines Körpers gehört eine Lösung desselben, deren Gehalt dem Gewichte nach für 1 *ccm* Flüssigkeit ermittelt ist, ferner die Temperatur und die Länge des Beobachtungsrohres (*r*). Hat man die Drehung = *a* gefunden und ist die Länge des Beobachtungsrohres = 1 in Decimeter ausgedrückt, der Gehalt in 1 *ccm* Flüssigkeit von dem circumpolarisierenden Körper = *p*, so ist die spezifische Drehung für 1 *g* des circumpolarisierenden Körpers in 1 *ccm* Flüssigkeit bei 1 *dm* Länge des Beobachtungsrohres für gelbes Licht

$$[a]_D = \pm \frac{a}{p \cdot l}$$

Vergleichende Tabelle

der direkt abgelesenen Grade und der wegen Bleiessigzusatzes korrigierten Grade mit Angabe des Zuckergehaltes in 100 *ccm* und 100 *g* des Runkelrübensaftes, von Frese.

Abgelesene Grade	Korrigierte Grade	Volumprozent Zucker	Spez. Gewicht der Lösung	Gewichtsprozent Zucker
8	8,8	6,6	1,0255	6,44
8,25	9,07	6,8	0263	6,63
8,50	9,35	7,01	0271	6,83
8,75	9,62	7,22	0279	7,02
9	9,90	7,43	0287	7,22
9,25	10,17	7,63	0295	7,41
9,50	10,45	7,84	0303	7,61
9,75	10,72	8,04	0311	7,80
10	11,00	8,25	0319	7,99
10,25	11,27	8,45	0326	8,18
10,50	11,55	8,66	0335	8,38
10,75	11,82	8,87	0343	8,58
11	12,10	9,08	0351	8,77
11,25	12,37	9,28	0358	8,96
11,50	12,65	9,49	0366	9,15
11,75	12,92	9,69	0374	9,34
12	13,20	9,90	0382	9,54
12,25	13,47	10,10	0390	9,72
12,50	13,75	10,31	0398	9,92
12,75	14,02	10,52	0406	10,11
13	14,30	10,73	0414	10,30
13,25	14,57	10,93	0422	10,49
13,50	14,85	11,14	0431	10,68
13,75	15,12	11,34	1,0438	10,86

Abgelesene Grade	Korrigierte Grade	Volum- prozent Zucker	Spez. Gewicht der Lösung	Gewichts- prozent Zucker
14	15,40	11,55	1,0445	11,06
14,25	15,67	11,75	0453	11,24
14,50	15,95	11,96	0461	11,43
14,75	16,22	12,17	0469	11,62
15	16,50	12,38	0477	11,82
15,25	16,77	12,58	0485	11,99
15,50	17,05	12,79	0493	12,19
15,75	17,32	12,99	0501	12,37
16	17,60	13,20	0509	12,56
16,25	17,87	13,40	0517	12,74
16,50	18,15	13,61	0524	12,93
16,75	18,42	13,82	0533	13,12
17	18,70	14,03	0541	13,31
17,25	18,97	14,23	0548	13,49
17,50	19,25	14,44	0556	13,68
17,75	19,52	14,64	0564	13,86
18	19,80	14,85	0572	14,04
18,25	20,07	15,05	0580	14,23
18,50	20,35	15,26	0588	14,41
18,75	20,62	15,47	0596	14,60
19	20,90	15,68	0604	14,79
19,25	21,17	15,88	0611	14,97
19,50	21,45	16,09	0619	15,15
19,75	21,72	16,29	0627	15,33
20	22,00	16,50	0635	15,51
20,25	22,27	16,70	0643	15,69
20,50	22,55	16,91	0651	15,88
20,75	22,82	17,12	0660	16,06
21	23,10	17,33	0667	16,24
21,25	23,37	17,53	0674	16,42
21,50	23,65	17,74	0682	16,61
21,75	23,92	17,94	0690	16,78
22	24,20	18,15	0698	16,97
22,25	24,47	18,35	0706	17,14
22,50	24,75	18,56	0714	17,32
22,75	25,02	18,77	0722	17,51
23	25,30	18,98	0729	17,69
23,25	25,57	19,18	0738	17,86
23,50	25,85	19,39	0746	18,04
23,75	26,12	19,59	1,0753	18,22

Hätte man z. B. für eine Lösung von 100 *ccm* mit 30 *g* Zucker-Gehalt oder 0,3 *g* Zucker in 1 *ccm* Lösung in der 2 *dem* langen Beobachtungsröhre den Analysator um 44,3° nach rechts drehen müssen, so ist die spezifische Drehung dieses Zuckers für gelbes Licht ($[\alpha]_D$) = 73,84, denn

$$\frac{44,3}{0,3 \times 2} = 73,84.$$

Durch Experiment ist festgestellt, dass 100 *ccm* einer wässrigen Lösung von 30 *g* reinem Rohrzucker in einer 2 *dem* oder 200 *mm* langen Schicht einen Drehungswinkel von 40° nach rechts erfordern, um ein zur Hälfte blau, zur Hälfte violett gefärbtes Gesichtsfeld zur Erscheinung zu bringen. Eine Lösung von 1 *g* Rohrzucker in 100 *ccm* Wasser würde demnach einen Drehungswinkel von 1,333° ($\frac{40}{30} = 1,3333$) erfordern. Hätte man eine Zuckerlösung mit einer Drehung von 36°, so wäre ihr Gehalt in 100 *ccm* = 27 *g* Zucker. ($40:36 = 30:x = 27$ oder $\frac{36}{1,33333} = 27$). Will man die Gewichtsmenge des Zuckers in einer Gewichtsmenge der Lösung bestimmen, so zieht man das spezifische Gewicht der Lösung heran. Man habe z. B. das spezifische Gewicht der Zuckerlösung von einer Drehung nach rechts um 36° zu 1,106 gefunden, (d. h. jene 100 *ccm* Lösung wiegen 110,6 *g*), so wären auch in dieser Menge der Lösung ($110,6:27 = 100:x =$) 24,4 Proz. reiner Zucker enthalten.

Im Saft der Runkelrüben, der Früchte etc. begleiten den Zucker Stoffe, welche die Drehungskraft wesentlich modifizieren. Andererseits kann zu der Prüfung in dem Polarisationsapparat nur eine völlig klare, möglichst farblose Flüssigkeit zur Verwendung kommen. Die Fällung jener Stoffe und die Klärung des Zuckersaftes geschieht mittelst Bleiessig.*) 100 *ccm* des Zuckersaftes versetzt man mit 10 *ccm* Bleiessig, schüttelt um, lässt 15 Minuten absetzen und filtriert. Hierdurch hat die Zuckerlösung eine Verdünnung erfahren und ihr Drehungswinkel muss einer Korrektur unterworfen werden. Hätten z. B. 100 *ccm* Zuckerlösung, nach dem Versetzen mit 10 *ccm* Bleiessig und filtriert, einen Drehungswinkel von 23° ergeben, so hat diese letztere Zahl nur eine Beziehung zu dem Gehalt von 110 *ccm*. Nach dem Ansatz von $100:110 = 23:x$ ($= 25,3$) ist 25,3° der Drehungswinkel für die Zuckerlösung vor dem Zusatze des Bleiessigs. Diese Zahl nennt man den korrigierten Grad.

*) Um eine klare polarisationsfähige Zuckerlösung darzustellen, empfiehlt Dr. Scheibler Thonerdehydrat als feuchte Masse — gefällt aus Alaun oder Thonerdesulfat durch Ammonium und Auswaschen mit Wasser, — mit der Zuckerlösung zu mischen, zu durchschütteln und dann der Filtration zu unterwerfen.

Eine Modifikation erfährt das Mass der Rechtsdrehung des Rohrzuckers in einem Pflanzensaft oder Fruchtsaft, wenn darin auch Invertzucker, Glykose, Levulose, Dextrin etc. gegenwärtig sind.

Der Circumpolarisationsapparat von Ventzke-Soleil (Ventzke-Soleilscher Saccharimeter) giebt genauere Resultate, ist aber komplizierter in seiner Einrichtung und auch doppelt so teuer als der Mitscherlichsche Apparat. Den Gebrauch desselben hier anzugeben und zu erklären, wäre überflüssig, da diesem Instrument beim Einkauf auch eine Gebrauchsanweisung beigelegt ist. Es wird bezüglich dieses Instrumentes genügen, die Ventzkesche Vergleichungstabelle auf Seite 454 folgen zu lassen.

Vergleichung der Grade der verschiedenen Polarisationsinstrumente:

1° Mitscherlich	= 0,75	g Rohrzucker in 100 ccm
1° Soleil	= 0,16147	g " " 100 ccm
1° Ventzke-Soleil	= 0,26048	g " " 100 ccm
1° Mitscherlich	= 4,645°	Soleil
1° Mitscherlich	= 2,879°	Ventzke-Soleil
1° Ventzke-Soleil	= 0,347°	Mitscherlich
1° Soleil	= 0,215°	Mitscherlich
1° Soleil	= 0,62°	Ventzke-Soleil
1° Ventzke-Soleil	= 1,613°	Soleil.

Polarisationsmikroskop. Die grösseren Polarisationsinstrumente hat man in neuerer Zeit bei Prüfung des diabetischen Harns dadurch zu ersetzen gesucht, dass man das mit Nicolschen Prismen versehene Mikroskop von Ocular und Objektiv befreit und in den Mikroskoptubus oder einen besonderen passenden Tubus, eine oben und unten geschlossene Glasröhre, total gefüllt mit der zu prüfenden klaren Zuckerlösung, einsetzt.

Nachdem der Polarisator in die Öffnung des Objektisches eingesetzt, der Beleuchtungsspiegel wie bei jeder gewöhnlichen mikroskopischen Beobachtung gestellt ist und dann Objektiv und Ocular abgenommen sind, setzt man den Analysator auf und dreht diesen allmählich um seine Axe, bis man an einen Punkt angelangt ist, an welchem beide Hälften des Gesichtsfeldes gleichmässig intensiv und gleichfarbig (z. B. blau) erscheinen. Dieser sogenannte neutrale Punkt wird genau erforscht und an einer mit einer Kreisteilung korrespondierenden Skala, welche sich im Umfange des Analysators befindet, bemerkt. Hierauf stellt oder hängt man nach Wegnahme des Analysators in den Mikroskoptubus eine unten dicht durch eine ebene Glasplatte geschlossene Glasröhre, in der Weise, dass ihre Axe zugleich in der Axe des Mikroskopes liegt.

In diese Glasröhre giesst man nun die klare filtrierte Zuckerlösung und bedeckt sie mit einer Glasplatte.

Tabelle

zur Vergleichung der am Soleilschen Polarisations-Instrumente gefundenen Grade mit dem entsprechenden Zuckergehalt.
Nach Ventzke. (Ventzkes Anleitung zum Gebrauch des Polarisationsinstr.)

Grade	Prozente		Grade	Prozente		Grade	Prozente	
	ohne	mit		ohne	mit		ohne	mit
	Bleiessig			Bleiessig			Bleiessig	
1	0,26	0,29	38	9,55	10,51	75	18,19	20,01
2	0,53	0,58	39	9,77	10,75	76	18,40	20,24
3	0,79	0,87	40	10,03	11,03	77	18,65	20,52
4	1,05	1,16	41	10,25	11,28	78	18,85	20,74
5	1,29	1,42	42	10,50	11,55	79	19,10	21,01
6	1,55	1,71	43	10,75	11,83	80	19,31	21,24
7	1,82	2,00	44	10,98	12,08	81	19,55	21,51
8	2,08	2,29	45	11,22	12,34	82	19,79	21,77
9	2,32	2,55	46	11,46	12,61	83	20,00	22,00
10	2,58	2,84	47	11,71	12,88	84	20,24	22,26
11	2,84	3,12	48	11,93	13,12	85	20,43	22,47
12	3,10	3,41	49	12,17	13,39	86	20,67	22,74
13	3,35	3,69	50	12,40	13,64	87	20,88	22,97
14	3,60	3,96	51	12,65	13,92	88	21,12	23,23
15	3,85	4,24	52	12,88	14,17	89	21,31	23,44
16	4,10	4,51	53	13,12	14,43	90	21,55	23,71
17	4,35	4,79	54	13,33	14,66	91	21,79	23,97
18	4,60	5,06	55	13,57	14,93	92	22,00	24,20
19	4,85	5,34	56	13,78	15,16	93	22,17	24,39
20	5,10	5,61	57	14,02	15,42	94	22,43	24,67
21	5,35	5,89	58	14,27	15,70	95	22,66	24,93
22	5,60	6,16	59	14,41	15,85	96	22,87	25,16
23	5,85	6,44	60	14,75	16,23	97	23,10	25,41
24	6,10	6,71	61	14,95	16,45	98	23,27	25,60
25	6,35	6,99	62	15,20	16,72	99	23,52	25,87
26	6,60	7,26	63	15,43	16,97	100	23,68	26,05
27	6,85	7,54	64	15,67	17,24			
28	7,10	7,81	65	15,90	17,49			
29	7,32	8,05	66	16,15	17,77	0,1	0,02	0,03
30	7,58	8,34	67	16,35	17,99	0,2	0,05	0,06
31	7,82	8,60	68	16,60	18,26	0,3	0,07	0,08
32	8,08	8,89	69	16,81	18,49	0,4	0,10	0,11
33	8,30	9,13	70	17,05	18,76	0,5	0,13	0,14
34	8,55	9,41	71	17,30	19,03	0,6	0,15	0,17
35	8,80	9,68	72	17,50	19,25	0,7	0,18	0,20
36	9,05	9,96	73	17,74	19,51	0,8	0,21	0,23
37	9,30	10,23	74	17,95	19,75	0,9	0,24	0,26

Die Glasröhre muss so gefällt und so bedeckt sein, dass sich zwischen Glasplatte und der Flüssigkeit auch nicht eine Spur eines Luftbläschens befindet. Da man die Glasröhre also übervoll füllen muss, so umwickelt man sie mit Fließpapier, damit das etwa Überlaufende von demselben aufgesogen wird. Nach dieser Vorrichtung wird der Analysator wieder aufgesetzt und gedreht, bis das Auge wiederum denselben neutralen Punkt, d. h. gleiche Intensität und die gleichen Farben auf beiden Hälften des Gesichtsfeldes, beobachtet. Die Stellung der Skala zur Kreisteilung wird nun eine andere sein. Je nachdem die Glasröhre eine rechts oder links drehende Flüssigkeit enthält, wird die Differenz in einer Drehung nach rechts oder links bestehen. Die Differenz entspricht dem Gehalt der Flüssigkeit an Substanz in Bezug auf die Länge der Glasröhre. Ist die Polarisation (Circumpolarisation) so abgemessen, dass jeder Strich der Skala z. B. 1 Proz. Zucker angiebt, so hat man nur nötig, die Striche der Skala innerhalb der Divergenz abzuzählen. Gewöhnlich ist dem Instrument eine Tabelle beigegeben, oder man entwirft eine solche, indem man Flüssigkeiten mit bestimmtem Gehalte damit beobachtet.

Die zu prüfenden Flüssigkeiten müssen völlig klar sein. Ein diabetischer Harn, welcher durch Filtration nicht klar wird, muss entweder mit tierischer Kohle behandelt oder zuvor mit Bleiessig ausgefällt werden. Ein Gehalt an Albumin ist notwendig zu entfernen, denn diese Substanz lenkt nach links ab. Hätte man z. B. 100 *ccm* albuminösen Harn, so würde man denselben mit Essigsäure versetzen, aufkochen, filtrieren, und das Filter so lange mit Wasser nachwaschen, bis 100 *ccm* Filtrat erreicht wären.

Auf sehr grosse Genauigkeit in den Resultaten ist wohl nur in den seltensten Fällen zu rechnen, jedenfalls wird diese Vorrichtung bei der Untersuchung diabetischen Harnes genügen. Der Fehler beträgt circa 0,5 Proz.

IV. Bestimmung des Zuckers mittelst kalischer Kupferlösung (Methode von Trommer, Fehling, Barreswill). Dieselbe hat schon bei der Ermittlung des Zuckergehaltes im „Weine“ Erwähnung gefunden. Es ist daran zu erinnern, dass Rohrzucker auf diese Lösung direkt nicht reduzierend wirkt und behufs seiner Bestimmung mittelst der Fehlingschen Lösung durch Kochen mit verdünnter Schwefelsäure zuvor in Glykose übergeführt werden muss. Zur quantitativen Bestimmung des Rohrzuckers neben Glykose verfährt man in folgender Weise: Man bestimmt zunächst in der verdünnten Zuckerlösung bei einer Temperatur von 60—70° die Glykosemenge, dann macht man ein anderes bestimmtes Volum der verdünnten Zuckerlösung mit verdünnter Schwefelsäure stark sauer, kocht einige Minuten im offenen Porzellengefäss bis auf das verwendete Volum Zuckerlösung ein und bestimmt nun wiederum den Zuckergehalt der kochend heissen Flüssigkeit mittelst der kalischen Kupferlösung. Die Differenz des in

beiden Bestimmungen gefundenen Zuckergehaltes entspricht der Menge des gegenwärtig gewesenen Rohrzuckers.

1000 *ccm* der zu diesem Zwecke verwendeten kalischen Kupferlösung werden durch 5 *g* Glykose zersetzt oder reduziert; oder 10 *ccm* der kalischen Kupferlösung zeigen 0,05 *cg* Glykose an. Die Menge der Glykose multipliziert mit 0,95 ergibt die entsprechende Menge Rohrzucker.

Milchzucker reduziert das Kupferoxyd in einem andern Mengenverhältnis als Glykose und zwar werden 1000 *ccm* der kalischen Kupferlösung durch 6,66 *g* krystallisierten Milchzucker reduziert, oder 10 *ccm* der kalischen Kupferlösung durch 0,0666 *g* Milchzucker. Wird dagegen der Milchzucker durch 15 Minuten langes Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in Galaktose, übergeführt, so ist der Reduktionswert derselbe wie durch Glykose, d. h. 0,05 *g* der gefundenen Galaktose oder Glykose sind = 0,05 *g* Milchzucker.

Nach Friedrich Weil versetzt man die Glykoselösung mit einer bestimmten Menge überschüssiger kalischer Kupferlösung, so dass nach beendigter Reaktion die vom Kupferoxydul durch Filtration gesonderte Flüssigkeit noch blau gefärbt erscheint. Nach dem Ansäuern dieser Flüssigkeit mit Salzsäure bestimmt man das darin gelöste Kupfer mit Zinnchlorürlösung (vergl. Bd. I, S. 559) massanalytisch und zieht die hier gefundene Kupfermenge von der Gesamtmenge des in Form kalischer Kupferlösung verwendeten Kupfers ab. 317 metallisches Kupfer entsprechen 180 Glykose oder 171 Rohrzucker.

V. Bestimmung des Zuckers mittelst alkalischer Mercuricyanidlösung; Knappsche Methode. Dieselbe beruht in der Reduktion, welche diese Lösung durch Glykose, nicht aber durch Saccharose, unter Abscheidung von metallischem Quecksilber erfährt. Das Reagens bereitet man wie folgt:

Man löst 10 *g* reines trockenes Mercuricyanid in destilliertem Wasser, setzt 100 *ccm* Natronlauge von 1,145 spezifischem Gewicht hinzu und verdünnt bis zu 1000 *ccm*.

Will man zur Einstellung dieser Lösung Glykose als Ursubstantz verwenden, so muss man den im Handel vorkommenden Traubenzucker — auch den sogenannten chemisch reinen — in der Siedehitze mit absolutem Alkohol ausziehen und den sich aus dieser Lösung beim Erkalten abscheidenden wasserfreien Traubenzucker nach dem sorgfältigen Auswaschen und Trocknen als solchen nehmen. Es ist ermittelt, dass 400 *mg* Mercuricyanid durch 100 *mg* wasserfreien Traubenzucker beim Sieden in alkalischer Lösung reduziert werden.

Die Titrierung wird ganz wie bei der Fehlingschen Probe ausgeführt; man bringt 40 *ccm* der Mercuricyanidlösung in einer Porzellanschale zum Sieden und lässt die etwa auf einen Gehalt von $\frac{1}{2}$ Prozent verdünnte Zuckerlösung zufließen, bis alles Quecksilber ausgefällt ist.

Die Endreaktion wird am besten erkannt, indem man mit dem Glasstabe Tüpfelproben auf einem mit Ammoniumsulfid imprägnierten Papier ausführt. Nach einiger Übung kann man selbst $\frac{1}{10}$ *ccm* der circa halb-prozentigen Traubenzuckerlösung genau titrieren.

Die Berechnung stützt sich auf die Thatsache, dass zur Reduktion von 4 Teilen Mercuricyanid 1 Teil Glykose erforderlich ist und, da die Normallösung 10 *g* des ersteren im Liter enthält und nach der soeben gebrachten Anweisung 40 *ccm* zum Versuch genommen wurden, so wird durch diese Menge 1 *dg* Glykose angezeigt.

VI. Bestimmung des Zuckers durch Gärung. Wenn man Glykose in genügend verdünnter wässriger Lösung, mit Hefe gemischt, bei einer Wärme von circa 30° stehen lässt, so tritt die weinige Gärung ein und 1 Molekül Glykose zerfällt dabei in 2 Moleküle Weingeist und 4 Moleküle Kohlendioxyd. 1 Molekulargewicht des auf diese Weise freigemachten Kohlendioxydes entspricht daher $\frac{1}{2}$ Molekulargewicht Glykose.

Der Apparat, worin der Gährprozess bewirkt wird, hat die Konstruktion des Will-Fresenius'schen Kөлbchenapparats. In das Kөлbchen *A*, circa 60 *ccm* fassend, giebt man 33,3 *g* oder *ccm* der 5—10-prozentigen Glykoselösung, 0,3 *g* Weinsäure und ein bohngrosses Stück Presshefe oder eine entsprechende Menge Bierhefe hinzu, schüttelt um, verbindet das Kөлbchen *A* mit dem Schwefelsäurekөлbchen *B*, schliesst das Rohr *l* mit dem Wachsstopfen und nimmt die Tara des Apparats samt Inhalt. Man stellt nun den Apparat an einen 30—35° warmen Ort. In 3 Tagen ist die Gärung beendet. Man erwärmt nach Be-



seitigung des Wachsstopfens das Kөлbchen *A*, um die von der Gährflüssigkeit zurückgehaltene Kohlensäure frei zu machen, entfernt den Rest Kohlensäure in dem Apparat durch Saugen an dem Rohr *S* und wägt den Apparat. Was er jetzt weniger wiegt, giebt mit 2,0454 multipliziert die Menge der vergohrenen Glykose oder des krystallisierten Milchsuckers, mit 1,9432 multipliziert die Menge des Rohrzuckers an. Das Resultat ist immer nur ein annäherndes.

Die Bestimmung des Rohrzuckers und Milchsuckers, nach den Methoden IV, V und VI ist immer nur dann ausführbar, wenn diese Zuckerarten zuvor durch Kochung mit verdünnter Schwefelsäure in Glykose übergeführt worden sind. Der Rohrzucker wird in seiner wässrigen Lösung durch ein 7 Minuten langes, der Milchsucker durch ein 20 Minuten langes Kochen in Glykose verwandelt. Auf 1,0 *g* des Zuckers nimmt man circa 2,5 *ccm* verdünnter Schwefelsäure (1 konzentrierte Säure und 5 Wasser). Nach der Überführung in Glykose stumpft man die Säure

mit Ätzalkali ab, wobei ein geringer Alkaliüberschuss der Prüfung alkalischen Reagentien nicht schadet. Behufs der Bestimmung des Zuckers durch Gährung stumpt man mit Ammoniak ab.

Rohrzucker, gewöhnlich einfach Zucker genannt, kommt in verschiedener Form und Reinheit in den Handel. Von der Raffinade (No. 1) fordert man eine fast völlige Reinheit, abgesehen von den Blaufarbenzusätzen, welche ihr zur Hebung der Weisse gemacht sind. Raffinade Nr. 2, Melis, Farin, sind mehr oder weniger unreine Zucker, der Farin von gelblicher oder gelber Farbe sogar oft eine sehr schmutzige Waare.

Der Rohrzucker, der rohe Rübenzucker, enthält Kalkverbindungen, Chlornatrium, Dextrin, Schmutz, der Kolonialrohrzucker saure Substanzen, Albuminkörper, Sand, Zellgewebsreste, Schmutz, die Farine und mancher Rohrzucker selbst eine tierische Vegetation, über welche Cameron (in Dublin) berichtet, dass sie durch mikroskopisch kleine, den Krätzmilben nicht unähnliche Milben und ein den Scarabaeen angehörendes Insekt, welchem jene Milben als Nahrung dienen, repräsentiert werde. Der vorliegenden Untersuchung in krümliger oder pulveriger Form eines Zuckers ist zunächst die mikroskopische Untersuchung voranzuschicken.

Behufs Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes werden 10 g des zerriebenen Zuckers zuerst bei gelinder Wärme, dann bei 110° C ausgetrocknet. Bis zu 5 Proz. Feuchtigkeit hängt dem reinen käuflichen Rohrzucker (der Raffinade) gewöhnlich an.

Behufs weiterer Prüfung übergiesst man 10 g des Zuckers mit 20 *cem* destillierten Wassers, erwärmt bis zur Lösung und versetzt nach dem völligen Erkalten 1 Volum dieser Zuckerlösung mit 3—4 Volum 90 proz. Weingeist. Bei reinem Rohrzucker erfolgt eine klare, farblose Mischung, in welcher keine Abscheidung trübender Stoffe stattfindet. Diese klare Flüssigkeit verhält sich gegen Silbernitrat indifferent; eine weisse Trübung würde auf die Gegenwart eines Chlorids hinweisen. Dieses ist Calciumchlorid, wenn einige Tropfen Oxalsäurelösung (nicht Ammoniumoxalatlösung) eine weisse Trübung oder Fällung erzeugen. Aus der weingeistigen Mischung setzen sich im Verlauf einer Stunde ab: blaue Farbesubstanz (Bergblau, Ultramarin, Indigo), Sulfat, Karbonat, Phosphat der Kalkerde, Albuminkörper und Schmutzteile. Bleibt die Mischung bis nach einer Stunde milchig trübe, so ist die Gegenwart von Dextrin sehr wahrscheinlich. Eiweissartige Stoffe geben mit Bleiessig, Gallusgerbsäurelösung, Sublimatlösung Trübungen oder Niederschläge.

Etwaige anorganische Stoffe, welche in der oben gewonnenen weingeistigen Mischung sich nicht vollständig absetzen, wie einige Kalium- und Natriumsalze (Chlorkalium, Chlornatrium), werden in der Asche gefunden. Die Einäscherung ist eine sehr schwierige Operation und muss wegen des starken Schäumens des verkohlenden Zuckers nicht nur in

einem sehr geräumigen Tiegel, sondern auch in einer Muffel, anfangs bei gelinder, dann allmählich verstärkter, zuletzt bei starker Rotglühhitze geschehen. Wenn nicht gerade eine ganz exakte Bestimmung gefordert ist, sammelt man diese Alkalien in dem Bodensatz von der oben angegebenen weingeistigen Mischung (aus 33,3 proz. Zuckerlösung mit 4 Volumen Weingeist), nachdem man dieselbe, mit 1—2 g Ammoniumsulfat versetzt, zuerst an einem lauwarmen, dann 5—10 Stunden unter bisweiligem Umschütteln an einem kalten Orte hat stehen lassen.

Der Bodensatz wird mit absolutem Weingeist ausgewaschen, getrocknet, gegläht und dann auf seine Bestandteile untersucht.

Die Erkennung von Glykose und Dextrin im Rohzucker ist nicht schwierig und erfolgt durch die für beide Kohlehydrate angegebenen Reagentien; die quantitative Bestimmung derselben nach der oben S. 455 ff. gegebenen Anweisung. Payen giebt zur annähernden Bestimmung der krystallisierbaren Rohrzuckerbestandteile folgendes empirisches Verfahren an: 15 g des zu feinem Pulver zerriebenen Zuckers werden mit 4 ccm 95 proz. Weingeist in einen Glascylinder eingetragen, dessen unterer Teil bis zu einem Inhalt von 36,5 ccm 100 gleiche Teile graduirt ist (weil 15 g Zuckerpulver das Volum von 36,5 ccm einnehmen). Zu diesem Gemisch aus Zuckerpulver und Weingeist werden 15 ccm eines Gemisches gegeben, welches durch Maceration aus 80 ccm 85 proz. Weingeist, 4 ccm Essigsäurehydrat und 4 g Kandiszuckerpulver bereitet und über Kandiszucker aufbewahrt, also mit Zucker gesättigt ist. Nach mehrmaligem Umschütteln lässt man absetzen, welchen Vorgang man unter sanftem Aufstossen des Glascylinders unterstützt. Der Raum, welchen das Zuckerpulver nun einnimmt, ist gleich dem Prozentgehalt des Rohzuckers an krystallisierbaren Bestandteilen.

Eine sichere Prüfungsmethode zur Unterscheidung des Kolonialzuckers vom Rübenzucker ist nicht bekannt geworden.

In Betreff des Gehalts der Runkelrüben, des Saftes und der bei der Zuckerdarstellung resultierenden Pressrückstände mögen folgende von C. Wolff bekannt gemachten Untersuchungsergebnisse als Anhalt dienen:

Es enthalten	100,0 frische Runkelrüben	23,2 Presslinge	76,8 Saft
Wasser	81,56	15,61	65,45
Asche	0,89	1,27	?
Cellulose	1,33	1,47	—
Zucker	11,88	1,72	10,17
Proteinkörper	0,87	2,84	0,60
Sonstige Nährstoffe	3,47	0,28	0,58
	100,00	23,20	76,80

Traubenzucker, Stärkezucker, Krümelzucker, kommt in Sirupform und in krümligen oder festen weisslichen oder weissen Massen in den Handel. In grösster Menge ist er aus Kartoffelstärkemehl durch

Behandeln mit verdünnter Schwefelsäure und Abstumpfung der Säure mittelst Kalk dargestellt. In diesem Falle besteht er aus 60—70 Proz. Glykose, 10—15 Proz. Dextrin einschliesslich des Amylins, 10—20 Proz. Feuchtigkeit (Wasser) und 3—6 Proz. Kalkerde, Calciumsulfat und Alkalisalzen. Ein Traubenzucker ist um so wertvoller, je weniger er „Dextrinkörper“ bei möglichst hohem Glykosegehalt aufweist. Er ist sehr rein, wenn sein Gipsgehalt nur Spuren beträgt, wenn er mit 2 Teilen destilliertem Wasser eine klare, blass gelbliche oder gelbe Lösung giebt, welche mit einem gleichen Volum 60 proz. Weingeist geschüttelt, nach einigen Minuten eine klare Flüssigkeit giebt und auch mit verdünnter Ammoniumoxalatlösung versetzt, nicht sofort, sondern erst nach einer halben bis ganzen Minute schwach getrübt und endlich mit Jodwasser versetzt nicht blau gefärbt wird (lösliche Stärke). Da reine Glykose, in einer doppelten Menge destilliertem Wasser gelöst, eine klare blassgelbliche Lösung giebt, welche sich mit einem 4—6 fachen Volum 90 proz. Weingeist mischen lässt, ohne im geringsten getrübt zu werden, so hat man ein Mittel an der Hand, den Dextringehalt zu bestimmen.

In einem tarierten Reagiercylinder löst man 2,5 g des Stärkezuckers in 5 *ccm* destilliertem Wasser, mischt die Lösung unter starkem Schütteln mit einem 5 fachen Volum 90 proz. Weingeist und stellt eine Stunde beiseite. Das Dextrin wird dadurch vollständig niedergeschlagen, während in dem Weingeist unbedeutende Mengen desselben in Suspension zu verharren pflegen. Man giesst den Weingeist in ein Cylindergefäss ab, löst das in dem Reagiercylinder hängen bleibende Dextrin in circa 2 *ccm* Wasser und fällt es aus dieser Lösung nochmals durch ein mehrfaches Volum Weingeist. Nach einstündigem Absitzen giesst man den Weingeist wieder ab, löst das zurückbleibende Dextrin in Wasser und trocknet die Lösung im Wasserbade ein, bis sich das Gewicht des Verdampfungsrückstandes konstant erweist. Nach einem Tage hat sich aus dem abgegossenen Weingeist das Dextrin abgesondert und kann in gleicher Weise gesammelt und gewogen werden. Ein Gehalt von 10 Proz. Dextrin ist als niedrig zu bezeichnen und ein solcher Traubenzucker gehört zu den besseren Fabrikaten. Die bei der Ausfällung des Dextrins gesammelte weingeistige Flüssigkeit hinterlässt beim Abdampfen die Glykose. Diese wird nun in Wasser gelöst mit kalischer Kupferlösung (vergl. S. 455) bestimmt.

Der Stärkesirup des Handels ist klar, sehr dickfliessend, blassgelb und enthält neben Stärkezucker circa 40 Proz. Wasser.

Milchzucker (*Saccharum lactis*) kommt im Handel in bisweilen zu Krusten verwachsenen, weissen, durchscheinenden, oft weiss bestäubten Krystallen vor. Der Geschmack ist süsslich, das Pulver zwischen den Zähnen knirschend und scheinbar sandig. Ein schlechter Milchzucker ist gelblich oder gelb und hat einen ranzigen Geruch. Verfälschungen mit Alaun, Kochsalz, Kandiszucker in Krystallen sind beobachtet worden. Er unterscheidet sich von andern Zuckerarten leicht, denn er bedarf

bei mittlerer Temperatur 6—7 Teile Wasser zur Lösung. Eine bei dieser Temperatur gesättigte Lösung hat höchstens ein spezifisches Gewicht von 1,060. Einen Sirup vermag er nicht zu bilden. In 90 proz. Weingeist ist er so gut wie unlöslich. Eine Beimischung von Rohrzucker verrät sich durch einen süßeren Geschmack und lässt sich aus der heissen Lösung in 4 Teilen Wasser durch 90 proz. Weingeist extrahieren.

Die wässrige Lösung des Milchzuckers lenkt die Ebene des polarisierten Lichtstrahles nach rechts ab und zwar beträgt der Drehungswinkel bei 20° C a(D) 52,53°. Die frisch bereitete Lösung zeigt das Verhalten der Birotation, d. h. sie ergiebt im Anfange eine doppelt so starke Ablenkung und geht beim Aufbewahren langsam bis zur konstanten Ablenkung von 52,53° herunter. Gegen alkalische Kupferlösung, sowie auch gegen Bismutsubnitrat in der mit kohlensaurem Natrium versetzten Lösung, verhält sich der Milchzucker der Glykose ähnlich. Er lässt sich auch mit Fehlingscher Lösung titrieren, nur findet ein anderes Reduktionsverhältnis statt und zwar reduzieren 0,0675 g die gleiche Menge Kupferoxyd, wie 0,05 g Glykose, welche bekanntlich zur Reduktion von 10 cem der Fehlingschen Lösung ausreichen.

Auf einen Rohrzuckergehalt prüft man, indem man einige Tropfen Schwefelsäure auf einen Porzellanteller ausbreitet und etwas des zu prüfenden Milchzuckerpulvers darauf streut. Reiner Milchzucker bleibt auch nach Verlauf einer Stunde noch farblos oder es tritt höchstens eine schwach rötliche Färbung ein, während bei einem Gehalte an Rohrzucker infolge der verkohlenden Wirkung der Schwefelsäure eine schwarzbraune Färbung sich zeigt. Eine etwaige Beimischung von Stärkezucker würde sich beim Eintragen des Milchzuckers in eine kochende Mischung von 4 g Bleiessig und 2 g Salmiakgeist verraten. Reiner Milchzucker giebt dabei einen rein weissen Niederschlag, während dieser bei Gegenwart von Glykose gelbrot ausfallen würde.

Indischer Sirup (*Syrupus hollandicus* oder *Syrupus communis*) (Melasse) bildet eine dunkelbraune, in dünner Schicht klare, halbflüssige Masse von sehr süßem Geschmack. Mit Wasser bis zum dünnen Sirup versetzt, lässt er sich mit einem doppelten Volum 60 proz. Weingeist ohne oder mit nur geringer Trübung mischen. Er enthält bei circa 1,44 spezifischem Gewicht 25—30 Proz. krystallisierbaren Zucker 40—45 Proz. Dextrose und Levulose. Der käufliche indische Sirup ist häufig ein Gemisch von circa gleichen Teilen Stärkesirup und Indischem Sirup (verschnittener Sirup), er ist daher nur braungelb und trübt sich wegen Dextringehaltes beim Vermischen mit 60 proz. Weingeist bedeutend. Beim Aufbewahren darf ein solcher Sirup nicht Schimmel ansetzen. Enthält er zuviel Stärkesirup, oder ist er nur Stärkesirup, tingiert mit Zuckerkouleur, so wird er nur einen wenig süßen Geschmack haben und beim Vermischen mit 60 proz. Weingeist Dextrin in grossen braun-grauen Flocken, welche sich an die Wandung des Gefässes anlegen,

absetzen. Der Indische Sirup enthält übrigens starke Spuren Kalkerde und Schwefelsäure und grössere Mengen Chlornatrium und Chlorcalcium. Dieser letztere Gehalt ist oft ein Verräter der Melasse in Mischungen.

Ein Gehalt von Ammoniumverbindungen oder Aminbasen lässt sich durch Kochen des Sirups mit Kali- oder Natronlauge erkennen.

Der Aschengehalt der Raffineriemelasse (4 bis 8 Proz.) und noch mehr der Rübenmelasse (etwa 10 Proz.) ist ein weit beträchtlicherer als der des Kolonialsirups (etwa 1,5 bis 3 Proz.)

Zuckerkouleur (Karamel) ist ein bedeutender Handelsartikel, welcher von den Likörfabrikanten, Brauern, Konditoren etc. zum Färben von Getränken und Speisen viel verwendet wird. Sie stellt einen dickfließenden, schwarzbraunen, süßbitter (nach gebranntem Zucker) schmeckenden Sirup dar, welcher früher aus Rohr- oder Runkelrübenzucker und Kaliumkarbonat, heute meist nur noch aus Stärkezuckersirup durch Kochung unter Zusatz von Natroniumkarbonat dargestellt wird. Die nach der alten Methode dargestellte und dabei nicht zu heiss gewordene Zuckerkouleur mit circa $\frac{1}{2}$ Volum Wasser zur dünneren Sirupkonsistenz gebracht, giebt mit einem 3 fachen Volum 90proz. Weingeist eine klare oder fast klare braune Mischung; dagegen ist die aus Stärkesirup bereitete Kouleur in demselben Weingeist nur zu 10—15 Proz. löslich. Die erstere giebt, in Wasser gelöst, mit ammoniakalischer Bleiacetatlösung im Überschuss einen braunen Niederschlag, das Filtrat ist aber noch tingiert; die andere wird unter denselben Verhältnissen sehr stark gefärbt und das Filtrat ist kaum gefärbt.

Ist bei der Bereitung der Zucker überhitzt worden, so dass das Präparat mehr als 10 Proz. Karamelen und Karamelin enthält, so ist er, auch aus krystallisiertem Zucker bereitet, weniger löslich in Weingeist. Der Geschmack ist dann kaum süßlich, sondern stark bitter. Es ist ein Vorzug der Ware, wenn sie hauptsächlich aus (40—50 Proz.) Karamelan besteht und Karamelen und Karamelin in Summe nicht über 10 Proz. betragen. Karamelan bestimmt man in der Weise, dass man die dickfließende Zuckerkouleur mit einem gleichen Volum destilliertem Wasser verdünnt, dann mit einem 5 fachen Volum 90proz. Weingeist wiederholt durchschüttelt und endlich absetzen lässt. Karamelan nebst Invertzucker ist vom Weingeist gelöst. Diese weingeistige Lösung im Wasserbade eingetrocknet, dann in der 20 fachen Menge destilliertem Wasser gelöst und unter Zusatz von Hefe der Gährung überlassen, giebt ein Filtrat, welches zur Trockne abgedampft und bei 110° ausgetrocknet den Karamelengehalt der in Untersuchung genommenen Zuckerkouleur angiebt. Was der Weingeist nicht löste, ist Karamelen, Karamelin, vielleicht auch Dextrin. Alle diese Bestandteile der Zuckerkouleur verhalten sich gegen kalische Kupferlösung und Silberlösung wie Glykose.

Eine aus Melasse bereitete Zuckerkouleur ist reich an Chloriden.

Honig (*Mel*) ist das bekannte physiologische Sekret der Honigbienen. Er kommt von verschiedener Beschaffenheit in den Handel, mehr oder weniger dickflüssig, in frischem Zustande vollkommen klar, gelb bis braungelb, oder von mehr oder weniger krystallinischen Körnchen durchsetzt und weisslich gelb. Der Geschmack ist süss und wird, wie auch der Geruch, von der Sammelzeit merklich beeinflusst.

Man will auch schon giftige Eigenschaften bei einem von Giftpflanzen gesammelten Honig wahrgenommen haben.

Das Aussehen des Honigs, wie er im Handel vorkommt, ist ein sehr verschiedenartiges; es hängt in erster Linie davon ab, auf welche Weise die Trennung desselben von den Waben stattgefunden hat. Er ist anfangs durchsichtig und mehr zähflüssig; mit der Zeit geht er in den krystallinischen Zustand über, es scheiden sich anfangs körnig-krystallinische Gebilde aus und schliesslich ist der Honig durch seine ganze Masse krystallinisch erstarrt. Es gilt das Gesagte eigentlich nur für unseren „Landhonig“, der sogenannte „amerikanische“ oder „Havana-honig“, der von wilden Bienen gesammelt wird, ist minder rein und scheidet häufig eine dünnflüssigere Schicht an seiner Oberfläche aus, die in der Regel stark sauer reagiert. Auch der normale Honig hat infolge eines Gehaltes an Ameisensäure stets eine ganz schwach saure Reaktion.

Der Honig besteht aus Glykose (Dextrose und Levulose), dann aus kleinen Mengen leimähnlicher Substanz, Farbstoff, Wachs, Riechstoffen, verschiedenen Blumenstaubkörnchen und einer geringen Menge von Ameisensäure. Dextrin enthält der Honig nicht, selbst wenn die Bienen mit dextrinhaltigem Stärkezucker gefüttert wurden. Das spezifische Gewicht ist circa 1,4.

Der Honig ist schlecht, wenn er von dünner Sirupkonsistenz ist, oder stark sauer reagiert, oder in Gährung begriffen ist, oder sein Geschmack auf der Zunge eine gewisse Schärfe zeigt. Nach längerem Stehen scheidet er sich häufig in eine untere, krystallinisch körnige und eine obere dünnflüssigere Schicht, welche letztere sehr leicht zur Gährung disponiert oder stark sauer reagiert, während die erstere körnige Schicht sich meist unverdorben erweist.

Der Honig kommt sehr häufig verfälscht in den Handel. Ein gewöhnliches Verfälschungsmittel ist Stärkesirup, Melasse, Melasse vermischt mit Stärkesirup; seltener sind die Verfälschungen mit Getreidemehl, Erbsenmehl, Kartoffelmehl, eingedicktem Rübensaft, Dextrin, Tragant, Wasser. Am allerschwierigsten bleibt der Nachweis von Stärkesirup, wenn derselbe von guter Qualität und fast frei von Calciumsulfat, Dextrin und löslicher Stärke war.

Behufs Prüfung löst man 5 g des Honigs in 45 *ccm* 70 proz. Weingeist (0,890 spezifisches Gewicht) unter öfterem Umschütteln und ohne Anwendung von Wärme. Es resultiert entweder eine fast klare oder eine nur soweit trübe Lösung, dass sie noch durchscheinend bleibt. Beim längeren Stehen sondert sich aus dieser Lösung ein weissgelblicher

oder gelblichgrauer unbedeutender Bodensatz. Diesen letzteren sammelt man in einem Filter und teilt ihn in 3—4 Portionen. Die eine derselben prüft man unter dem Mikroskop für sich oder mit etwas Jodwasser gemischt. Stärkemehlkörner würden sich teils durch die Form, teils durch die violette oder blaue Färbung infolge des Jodwasserzusatzes zu erkennen geben. Lassen sich zugleich keine Pollenkörperchen, erkennbar an ihren eigentümlichen Formen, wahrnehmen, so ist der Honig vielleicht nur Stärkesirup. In diesem Falle wird der Bodensatz entweder $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{3}$ vom Volum der weingeistigen Mischung einnehmen und, einigemal in wenig Wasser gelöst und mit 90 proz. Weingeist ausgefällt, eine Substanz liefern, welche alle Eigenschaften des Dextrins hat. Zur quantitativen Bestimmung des Dextrins löst man 10 g des Honigs in einem halben Volum Wasser und vermischt diese Lösung mit einem 10 fachen Volum 90 proz. Weingeist. Nach dem Absetzen, was in 24 Stunden geschehen sein kann, dekantiert man den Weingeist, löst den sirupähnlichen Rückstand in einem gleichen Volum Wasser und versetzt zuerst mit soviel 90 proz. Weingeist, dass nach dem Umschütteln immer noch eine ziemlich klare Flüssigkeit resultiert. Diese Flüssigkeit versetzt man nun mit einem mehrfachen Volum 90 proz. Weingeist, so dass alles Dextrin abgeschieden wird. Nach dem Absetzen löst man den Bodensatz in 45 proz. Weingeist und trocknet ihn im Wasserbade aus, um ihn dann zu wägen. 1 Teil Dextrin entspricht ungefähr 5 Teilen käuflichen Stärkezuckers oder 6,5 Teilen Stärkesirup.

Calciumsulfat ist kein normaler Bestandteil des Honigs. Würde eine filtrierte, dünne, wässrige Lösung des Honigs, mit Salpetersäure sauer gemacht, mit Chlorbaryum eine Trübung geben, so ist, wenn gleichzeitig ein Dextringehalt gefunden wurde, eine Verfälschung mit Stärkesirup um so unzweifelhafter. Hierbei übersehe man aber nicht, dass auch ein Stärkesirup im Handel vorkommt, welcher frei von Calciumsulfat und löslicher Stärke ist. Letztere giebt sich zu erkennen beim Vermischen der wässrigen (nicht filtrierten) Honiglösung auf Zusatz einer verdünnten Jodlösung durch eine violette Farbenreaktion. — Bei Gegenwart von Melasse fehlt auch nicht Chlornatrium und die wässrige Honiglösung wird nach dem Ansäuern mit Salpetersäure auf Zusatz von Silbernitrat einen starken Silberchloridniederschlag geben. Reiner Honig giebt nur selten auf Zusatz von Silbernitrat eine bedeutende Trübung. Der Gesamtschmelzgehalt des reinen Honigs beträgt 0,1 bis 0,2 Proz. Bei einem Gehalte an Melasse erhebt er sich weit über dieses Mass hinaus.

Die deutsche Pharmakopöe nimmt bei der Prüfung des von ihr nur allein aufgenommenen gereinigten Honigs (*mel depuratum*) auf die genannten Verfälschungsmittel Rücksicht, indem sie verlangt, dass beim Vermischen mit dem doppelten Volumen Weingeist keine Trübung eintreten darf; dass man ferner beim Verdünnen des gereinigten Honigs mit dem vierfachen Gewichte Wasser eine klare, neutralreagierende

Flüssigkeit erhalten müsse, die sowohl durch Silbernitrat, als auch durch Baryumnitrat nicht mehr als opalisieren darf.

Eine starke Beimischung von Traubenzucker würde auch das Linksdrehungsvermögen abschwächen oder ganz aufheben.

Bei reinem Bienenhonig sind neben fertig gebildeter Glykose nur sehr wenig inversionsfähiger Zucker oder ähnliche Körper vorhanden. Findet man daher in einem zur Untersuchung vorliegenden Honig, dass sich sein Glykosegehalt durch Inversion (mehrständiges Behandeln mit 2 procentiger Salzsäure im Wasserbade) wesentlich mehr als um 10 Prozent vermehren lässt, so ist entweder Rohrzucker oder Stärkezucker zugesetzt.

Dextrin, Stärkegummi, $C_{12}H_{10}O_{10}$ oder $C_6H_{10}O_5$ (*Dextrina, Dextrinum*), entsteht aus der Stärke durch die Wirkung der Diastase, beim Behandeln derselben mit verdünnten Säuren und wird durch Erhitzen des Stärkemehls auf 200° und darüber dargestellt. Das für den technischen Verbrauch in den Handel kommende Dextrin, wenn durch Erhitzen erzeugt, auch Leikom oder Leiogomme genannt, ist gewöhnlich mehr oder weniger gefärbt, mehr oder weniger schmutzig und auch selten frei von löslicher Stärke und Stärkezucker. Ein sehr weisses Dextrin des Handels (Sorte Nro. 1 oder 00) ist ein Gemisch von Dextrin und löslicher Stärke. In der Pharmacie und Medizin gebraucht man ein ziemlich reines Dextrin, welches grössere oder geringere Spuren Stärkezucker enthält und durch Einwirkung von Oxalsäure auf Kartoffelstärke erzeugt wird. Dextrin ist ein gewöhnlicher Bestandteil des Pflanzen, saftes und wurde früher als Pflanzengummi oder Extraktivstoff bezeichnet. Es fehlt auch nicht im tierischen Körper und wurde im Pferdefleisch, in der Leber mit Hafer gefütterter Pferde, im Blute der Herbivoren im Darminhalte nach dem Genusse von stärkemehlhaltigen Speisen angetroffen. Dextrin ist ein steter Bestandteil des Stärkezuckers, Bieres, Malzextrakts.

Reines Dextrin ist gelblich weiss oder fast farblos, in Stücken dem Arabischen Gummi ähnlich, in Pulverform gelblich weiss oder weiss, geruch- und geschmacklos. Bis zu 130° erhitzt färbt es sich gelblich, bei 220° beginnt es unter Bräunung zu schmelzen. Es bildet, mit dem gleichen Gewichte Wasser gelöst, eine sirupdicke, blassgelbliche Flüssigkeit, welche sich mit einem 1,5 fachen Volum 60 proz. Weingeist (0,913 spezifischem Gewicht) und auch mit einem 3 fachen Volum 50 proz. Weingeist (0,934 spezif. Gewicht) unter wiederholtem Schütteln klar mischen lässt. In 90 proz. Weingeist (0,833 spezifischen Gewicht) ist Dextrin unlöslich. Beim Versetzen einer nicht zu verdünnten Dextrinlösung mit 90 proz. Weingeist findet eine weisse Trübung statt und Dextrin setzt sich in etwas grossen, weisslichen Flocken theils an die Wandung des Gefässes, theils sinkt es zu Boden und fliesst hier endlich zu einer honigdicken, durchscheinenden Masse zusammen; die weisse