Ueberprüfung der titrimetrischen Zuckerbestimmung nach von Fellenberg

Autor(en): **Fellenberg, Th. von / Demont, Paul**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène**

Band (Jahr): **26 (1935)**

Heft 3-4

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-984107

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Ueberprüfung der titrimetrischen Zuckerbestimmung nach von Fellenberg.

Von Dr. TH. von FELLENBERG und Dr. PAUL DEMONT.

(Aus den Laboratorien des Eidg. Gesundheitsamtes, Bern, und der Freiburgischen Molkereischule, Grangeneuve.)

Vor längerer Zeit hat der eine von uns[1]) eine titrimetrische Zuckerbestimmungsmethode beschrieben, welche darauf beruht, dass man das ausgeschiedene Cuprooxyd, ohne es abzufiltrieren, in kochsalzhaltiger Salzsäure löst und nach Neutralisation mit Natriumbicarbonat durch Jod titriert.

Ausser der Titration wurden noch andere Aenderungen an der gravimetrischen Methode des Lebensmittelbuches vorgenommen. Vor allem wurde die Seignettesalzlösung geändert. Die gebräuchlichen Lösungen nach *Fehling, Soxhlet, Kjeldahl* und besonders die sehr stark alkalische nach *Allihn*[2]) werden durch grössere Mengen Saccharose nicht unerheblich reduziert, sodass man bei der Bestimmung direkt reduzierender Zuckerarten in Gegenwart von viel Saccharose stets zu hohe Werte erhält. Falls der Saccharosegehalt bekannt ist, lässt sich eine entsprechende Korrektur anbringen, wie dies bei der Lactosebestimmung in kondensierter Milch durch den einen von uns[3]) vorgeschlagen worden ist. Dieser Notbehelf versagt aber bei unbekanntem Saccherosegehalt.

Durch Anwendung einer bedeutend schwächer alkalischen Lösung (Mischung von Natronlauge und Natriumcarbonat) liess sich der Saccherosefehler praktisch vermeiden.

Ein weiterer Uebelstand der Methoden des Lebensmittelbuchs besteht darin, dass für die verschiedenen Zuckerarten teilweise verschiedene Volumina, verschiedene Verhältnismengen zwischen Zuckerlösung und Fehlingscher Lösung, verschiedene Art des Erhitzens (bald kalt mischen, bald Zugeben der Zuckerlösung zu der siedenden Fehling'schen Lösung), verschiedene Erhitzungszeiten vorgeschrieben sind. Dadurch treten bei der Analyse von Mischungen mehrerer Zuckerarten ausserordentliche Komplikationen ein.

Bei dem titrimetrischen Verfahren werden diese Schwierigkeiten behoben durch Anwendung einer einheitlichen Kochdauer von 5 Minuten, wodurch auch den langsamer reduzierenden Zuckerarten, Maltose und Lactose, Rechnung getragen wird.

Eine weitere Modifikation besteht darin, dass bei der titrimetrischen Methode in Erlenmeyerkolben gekocht wird, statt in Bechergläsern oder Kasserolen. Diese Gefässe wurden vorgezogen, um die Oberfläche der Flüssigkeit und damit die Oxydationsmöglichkeit möglichst zu verringern. *Kjeldahl*[4]) hat nämlich nachgewiesen, dass durch Reoxydation durch die Luft

[1]) *Th. von Fellenberg,* Mitt. **11**, 129, 1920.

[2]) Vergl. Mitt. **4**, 245, 1913.

[3]) *Th. von Fellenberg,* Mitt. **3**, 317, 1912.

[4]) Vergl. *Th. von Fellenberg,* Mitt. **4**, 248, 1913.

beim Kochen etwas Cuprooxyd wieder in Lösung geht und dass dieser Verlust von der Grösse der Flüssigkeitsoberfläche abhängt.

Durch Zusatz von Siedesteinchen wird bei der titrimetrischen Bestimmung für ein gleichmässiges Sieden gesorgt, während beim Arbeiten ohne Siedesteinchen, wie es die gravimetrische Methode erfordert, oft Siedeverzug eintritt.

Da die Jodtitration sehr empfindlich ist, kann in der Regel mit ungefähr halb so konzentrierten Lösungen gearbeitet werden als gravimetrisch. Die stärkere Verdünnung hat den grossen Vorteil, dass bei der Vorbereitung zur Analyse das Volumen des ausgefällten Niederschlags weniger in Betracht fällt, ja dass es oft überhaupt nicht berücksichtigt zu werden braucht.

Ausser diesen Vorteilen war es auch die Zeitersparnis, welche zur Ausarbeitung der titrimetrischen Methode führte. Wenn die notwendigen Lösungen vorliegen, ist eine Bestimmung in knapp $^1/_4$ Stunde beendigt.

Der Anlass zur Nachprüfung der titrimetrischen Methode war ein doppelter. Im Jahre 1932 führte *Stan. Krauze* im Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes einige vergleichende Maltosebestimmungen nach der gravimetrischen Methode von *Wein* und nach der erwähnten titrimetrischen Methode aus und stellte Unstimmigkeit fest. Kurz darauf fand *P. Demont* Ungenauigkeiten bei der Lactosetabelle, während seine Nachprüfung der Invertzucker- und der Glucosetabelle befriedigende Resultate ergab. Daraufhin befasste sich auch *Th. von Fellenberg* mit der Nachprüfung. Es zeigte sich bald, dass die Fehler von einer ungenügenden Reinigung der verwendeten Zucker herrühren mussten. Käufliche Produkte wurden damals aus verschieden starkem Alkohol umkristallisiert und bei 100° getrocknet. Da nun Lactose und Maltose ihr Kristallwasser nicht leicht abgaben, dürften Zwischenprodukte zwischen den wasserfreien Zuckern und den Monohydraten vorgelegen haben.

Herstellung reiner Maltose.

Bei der Nachprüfung der Methode wurde grösstes Gewicht auf die Reinheit der Ausgangsmaterialien gelegt. Zur Herstellung der reinen Maltose wurde die Vorschrift von *Braun* und *Bleyer*[1]) mit gewissen Abänderungen benützt, die eine raschere Entfernung des anhaftenden Dextrins erlaubten. Von mehreren Versuchen sei folgender beschrieben:

100 g Kartoffelstärke werden mit 160 cm³ 50° warmem Wasser angerührt und unter gutem Umrühren mit einem Holzstab mit 740 cm³ siedendem Wasser versetzt, wobei ein gleichmässiger Kleister entsteht. Man lässt auf 70° abkühlen und versetzt mit 100 cm³ eines Malzauszugs, den man sich hergestellt hat durch Verkneten von 30 g Malz mit 150 cm³ 40° warmem Wasser, Durchpressen durch ein Tuch und kurzes Zentrifugieren. Der Kleister soll nach Zusatz des Malzauszuges 60° warm sein und wird während der ganzen Mälzung unter stetem Umrühren auf genau dieser Temperatur gehalten.

[1]) Z. anal. Chem. **76**, 1, 1929.

Da die unerwünschte Bildung von Glucose nicht nur von der Temperatur, sondern auch von der Zeit abhängt, bemühte man sich, die Mälzung nicht weiter zu treiben als nötig. Das Ende der Hauptreaktion wurde folgendermassen festgestellt. Man notierte genau die Zeit und entnahm alle 5 Minuten eine Probe von 0,5 cm³ Flüssigkeit und bestimmte darin approximativ den Zucker, indem man die entnommene Probe zu 10 cm³ nahezu siedender Fehling'scher Lösung (Mischung von I und II, unverdünnt) gab, genau 1 Minute im Sieden erhielt und darauf titrierte. Die Berechnung erfolgte als Maltosehydrat auf Grund von Versuchen, bei welchen 10 mg Maltosehydrat 2,85 cm³ 0,05 n-Jodlösung verbraucht hatten. Neben der Titration stellte man auch jedesmal die Jodreaktion des Malzgutes fest. Man fand:

Tab. 1.

Mälzungszeit Minuten	cm³ 0,05 n-J in 0,5 cm³	entstandenes Maltosehydrat in %	Jodreaktion
5	0,60	21	braunrot
10	1,00	35	rotbraun
15	1,20	42	gelb
20	1,35	48	—
25	1,60	53	—
30	1,65	57	—
35	1,70	60	—
40	1,75	61	—
45	1,75	61	—

Nach 10 Minuten waren keine Stärkeflocken mehr sichtbar. Nach 15 Minuten zeigte die Lösung bereits reine Gelbfärbung, es war also kein Erythrodextrin mehr nachweisbar. Nach 40 Minuten war ein Stillstand in der Verzuckerung eingetreten, nachdem die berechnete Zuckermenge als Maltosehydrat berechnet, ca. 61% erreicht hatte. 5 Minuten später, also nach 45 Minuten wurde die Mälzung abgebrochen, während *Braun* und *Bleyer* sie unter analogen Bedingungen 2 Stunden lang durchführten.

Die Lösung wurde nun aufgekocht, einige Minuten im Sieden erhalten und durch Seidengaze filtriert, um das koagulierte Eiweiss möglichst zurückzuhalten; darauf filtrierte man durch ein Zellulose-Kieselgurfilter. Das klare Filtrat wurde im Vakuum auf 150 cm³ eingeengt und zwecks Abtrennung der Dextrine portionenweise unter Umschütteln mit so viel 95%igem Alkohol versetzt (mit 326 cm³), dass der Alkoholgehalt der Flüssigkeit 65% betrug. Man goss die überstehende trübe Flüssigkeit vom ausgeschiedenen Dextrin ab, kühlte sie unter Umschütteln mit Eiswasser ab und filtrierte sie wieder durch ein Zellulose-Kieselgurfilter.

Eine Zuckerbestimmung des Filtrats zeigte, dass noch 48 g Maltosehydrat vorhanden waren; ca. 13 g waren zusammen mit dem Dextrin entfernt worden. Die Lösung wurde nun zuerst bei gewöhnlichem Druck, zum Schluss im Vakuum bis auf 54 g eingeengt. Dieser Rückstand wurde mit

480 cm³ 90%igem Alkohol ausgekocht, wobei er zur Hauptsache in Lösung ging. Man kühlte auch jetzt wieder mit Eiswasser und filtrierte durch Kieselgur, impfte das Filtrat mit etwas reiner Maltose an und stellte die Lösung in den Eisschrank.

Die Zeitdauer der Verarbeitung hatte bis zu diesem Punkt 4 Stunden gedauert. Nach 2 Tagen hatte sich etwas Maltose in Tropfen abgeschieden. Nach dem Abgiessen und Stehenlassen im Eisschrank erhielt man dann allmählich Kristallkrusten, die bereits recht rein waren. Die Mutterlauge wurde jeweilen nach längern Zeiträumen in analoger Weise durch Eindampfen, Lösen des Rückstandes in Alkohol und Kristallisierenlassen aufgearbeitet. Die vereinigten Kristalle wurden noch zweimal aus ca. 82%igem Alkohol umkristallisiert und erwiesen sich dann bei der polarimetrischen Prüfung als rein. Die kristallisierte Maltose ist als Hydrat vorhanden.

Nach mehrwöchigem Aufbewahren im Exsikkator erfolgte die Polarisation im *Zeiss*'schen Polarimeter. 1,3770 g Maltose, als wasserfreier Zukker berechnet, wurden in 29,883 g Wasser, das Kristallwasser der Maltose eingerechnet, gelöst und nach 24stündigem Stehen zum Abklingen der Mutarotation bei 20° polarimetriert. Die Drehung betrug 12,25°, das spezifische Gewicht der Lösung war, auf 0° bezogen, 1,0173.

Daraus ergibt sich:

$$\text{Spez. Drehung } \left[\alpha\right]_D^{20} = \frac{a\,(p+q)}{p.\,d.\,l} = \frac{12{,}25\,(1{,}377 + 29{,}883)}{1{,}377\,.\,1{,}0173\,.\,2} = 136{,}7^\circ$$

Der Wert stimmt mit den Zahlen von *Braun* und *Bleyer*, welche 135,48 bis 136,29° fanden, gut überein. Das Präparat kann als reines Maltosehydrat angesprochen werden.

Maltosebestimmung.

Man kann sich fragen, ob es praktischer ist, die Maltose als wasserfreien Zucker oder als Hydrat $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$ zu berechnen, wie sie bei der Kristallisation aus verdünntem Alkohol erhalten wird.

In allen Sirupen ist dieser Zucker selbstverständlich als Hydrat enthalten. Beim Trocknen gibt er sein Wasser nur schwer ab, wie folgender Versuch zeigt: Unser Präparat erlitt bei 100° nach 5 Stunden erst einen Gewichtsverlust von 0,5%, also von 10% des theoretischen. Bei weiterem 6stündigem Erhitzen auf 108° verlor es dann allerdings sein sämtliches Kristallwasser. Der Zucker schmolz aber dabei und zeigte Anzeichen von Zersetzung. Der Gewichtsverlust betrug jetzt 5,47% statt des theoretischen von 5,00%.

Es gelingt also bei höherer Temperatur, das Kristallwasser quantitativ zu entfernen. Trotzdem entschlossen wir uns, die Zahlen auf das Hydrat zu beziehen, einerseits in Analogie zu der Lactose, die immer als Hydrat angegeben wird, und andrerseits, weil sich die rechnerischen Beziehungen zwi-

schen Maltose und Glucose so einfacher gestalten, da 1 Gewichtsteil Maltosehydrat bei der Hydrolyse 1 Gewichtsteil Glucose liefert.

Gegebenenfalls lässt sich das Maltosehydrat durch Multiplikation mit 0,95 leicht in wasserfreien Zucker umrechnen.

Bei der Ausarbeitung der erwähnten titrimetrischen Methode im Jahre 1926 war eine käufliche Maltose aus Alkohol umkristallisiert und nach dem Trocknen bei 100° bis zu konstantem Gewicht direkt verwendet worden[1]). Die Maltose wurde als Hydrat angenommen. Wie sich beim Vergleichen mit der neu aufgestellten Tabelle zeigt, sind die Werte durchweg zu hoch; die Maltose scheint durch Glucose verunreinigt und partiell anhydrisiert gewesen zu sein. Folgende Zahlen zeigen die Differenzen zwischen den beiden Tabellen:

cm³ 0,05 n-Jod	mg Maltosehydrat nach alter Tab.	mg Maltosehydrat nach neuer Tab.	Differenzen mg	Differenzen %
10	33,8	31,4	2,4	7,7
20	66,4	60,7	5,7	9,4
30	98,0	89,8	8,2	9,2
40	130,5	119,6	10,9	9,2
50	162,4	150,5	11,9	7,9
60	195,4	181,9	13,5	7,4

Zur Aufstellung der neuen Tabelle wurde folgendermassen verfahren:

Es wurden Bestimmungen ausgeführt und danach die Faktoren ausgerechnet, mit welchen die cm³ 0,05 n-Jodlösung multipliziert werden müssen, um die verwendeten mg Maltosehydrat zu erhalten. Diese Faktoren variierten zwischen 3,4 und 2,95. Sie wurden in eine Kurve eingetragen und unter sich ausgeglichen. Durch Division der angewendeten Maltosemenge durch die dazugehörigen ausgeglichenen Faktoren erhielt man die korrigierten Jodgehalte, welche den Maltosemengen entsprechen. Sie wurden zu einer Tabelle zusammengestellt.

Die erwähnten Faktoren sinken anfänglich mit steigendem Gehalt an Maltose, bei den höchsten Gehalten nehmen sie wieder etwas zu. Der Grund dazu dürfte in folgendem liegen. Zu Beginn des Versuchs, bis die Flüssigkeit nach Zusatz der Zuckerlösung wieder siedet, findet eine leichte Luftoxydation unter Verlust an Cuprooxyd statt. Dieser Verlust ist prozentual um so stärker bemerkbar, je niedriger der Zuckergehalt ist; die niedrigern Zuckergehalte erfordern daher etwas höhere Faktoren. Bei den höchsten Maltosegehalten findet wieder eine relative Verminderung der Cuprooxydbildung statt, weil der Ueberschuss der Fehling'schen Lösung verhältnismässig immer geringer wird und die Reaktion daher etwas weniger vollständig ist als bei den niedrigeren Gehalten.

In der endgültigen Vorschrift, die wir zur Aufnahme in das Lebensmittelbuch empfehlen, haben wir aus praktischen Gründen 0,1 n-Jodlösung statt 0,05-normaler angegeben und die Tabelle entsprechend umgeschrieben.

[1]) Vergl. Mitt. **11**, 132, 1920.

Im folgenden sind die erhaltenen Analysenzahlen wiedergegeben:

Tab. 2. *Analysenwerte bei der titrimetrischen Maltosebestimmung.*

mg Maltosehydrat angewendet	cm³ 0,05 n-Jod	mg Maltosehydrat nach Tab. Nr. 5	Fehler mg
5	1,47	4,84	— 0,16
7,31	2,25	7,25	— 0,06
7,31	2,26	7,28	— 0,03
8,8	2,75	8,88	+ 0,08
10	2,95	9,52	— 0,48
12	3,75	12,05	+ 0,05
22,25	7,06	22,48	+ 0,23
22,25	6,92	22,06	— 0,19
25	7,81	24,8	— 0,2
30	9,32	29,4	— 0,6
30	9,31	29,3	— 0,7
34,1	10,97	34,3	+ 0,2
40	12,53	39,0	— 1,0
45	14,23	44,2	— 0,8
50	16,34	50,0	0
50	16,28	49,8	— 0,2
60	18,93	57,5	— 2,5
75	24,94	75,0	0
75	24,77	74,5	— 0,5
90	29,63	88,7	— 1,3
90	29,86	89,4	— 0,6
100	33,33	99,4	— 0,6
100	33,47	100,1	— 0,1
112,5	37,68	112,6	+ 0,1
112,5	37,87	113,2	+ 0,7
135	44,87	134,6	— 0,4
135	44,89	134,7	— 0,3
150	50,40	151,8	+ 1,8
151,2	50,08	150,6	— 0,6
165,4	54,85	165,7	+ 0,3
165,4	54,67	164,4	— 1,0
180	59,85	181,4	+ 1,4
195,6	64,63	195,9	+ 0,3
195,6	64,42	195,3	— 0,3

Die danach berechnete Tabelle findet sich in der Gesamttabelle für Glucose, Invertzucker, Saccharose, Lactose und Maltose (Tab. 5) inbegriffen.

Der eine von uns[1]) hat früher bei unreiner Maltose durch die schwache Inversion (100 cm³ Zuckerlösung + 1 cm³ n-HCl, $^1/_2$ Stunde im Wasserbad) eine Erhöhung der Reduktionswirkung auf 106%, durch die starke Inversion (50 cm³ Zuckerlösung + 25 cm³ 3 n-HCl, $^3/_4$ Stunde im Wasserbad) eine solche auf 216% festgestellt. Die Wiederholung mit unserm reinen Maltosehydrat ergab:

vor der Inversion, 40 mg = $\left\{\begin{matrix}6{,}36\\6{,}37\end{matrix}\right\}$ cm³ 0,1 n-J = 39,49 mg Maltosehydrat

schwache » 40 mg = $\left\{\begin{matrix}6{,}64\\6{,}67\end{matrix}\right\}$ cm³ 0,1 n-J = 41,23 mg oder 104,4%

starke » 50 mg = $\left\{\begin{matrix}16{,}15\\16{,}15\end{matrix}\right\}$ cm³ 0,1 n-J = 96,6 mg oder 193,2%.

Die schwache Inversion gibt also eine Erhöhung von 4%, die starke eine solche von 93%.

[1]) *Th. von Fellenberg,* Mitt. 11, 134, 1920.

In letzterm Fall entstehen aus 1 Mol. Maltosehydrat theoretisch 2 Mol. Glucose. Die gefundene Jodmenge entspricht denn auch laut Tabelle 50,45 mg Glucose. Die Inversion ist somit quantitativ. Wie *Kolthoff*[1]) festgestellt hat, wird auch Dextrin auf diese Weise quantitativ in Glucose umgewandelt.

Lactosebestimmung.

In Bern und in Grangeneuve wurde unabhängig von einander mit verschiedenen Lactosepräparaten gearbeitet. Die käufliche Lactose wurde zweimal aus verdünntem Alkohol umkristallisiert und im Exsikkator aufbewahrt. Man erhält sie so in gleicher Weise wie aus Wasser als Hydrat $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$. Es ist allgemein üblich, die Lactose als Hydrat auszudrücken und auch die bisherige Tabelle des Lebensmittelbuches bezieht sich auf Hydrat, obgleich dies nicht ausdrücklich erwähnt ist.

Bei der Aufstellung der Lactosetabelle (siehe Tab. 5) ging man analog vor wie bei der Aufstellung der Maltosetabelle. Die Umrechnungsfaktoren bewegten sich hier zwischen 2,63 und 2,54.

Im folgenden sind die in den beiden Laboratorien gefundenen Werte wiedergegeben. Wir setzen die mg Lactose daneben, welchen die cm³ Jodlösung nach unserer Lactosetabelle entsprechen.

Tab. 3. Titrimetrische Lactosebestimmungen, ausgeführt in Grangeneuve und Bern.

mg Lactosehydrat angewendet	cm³ 0,05 n-Jod	mg Lactosehydrat nach Tabelle	Fehler mg
	Grangeneuve		
10	3,8	10,0	0
20	7,7	19,95	— 0,05
30	11,7	29,95	— 0,05
40	15,8	40,2	+ 0,2
50	19,9	50.55	+ 0,55
60	24,0	61,0	+ 1,0
70	28,0	71,2	+ 1,2
80	32,0	81,3	+ 1,3
90	35,9	91,45	+ 1,45
100	39,8	101,5	+ 1,5
	Bern		
5	1,92	5,06	+ 0,06
10	3,80	10,0	0
10	3,84	10,1	+ 0,1
15	5,73	14,83	— 0,17
15	5,71	14,72	— 0,28
20	7,66	19,85	— 0,15
20	7,73	19,92	— 0,08
30	11,71	29,97	— 0,03
30	11,77	30,12	+ 0,12
45	17,67	44,97	— 0,03
45	17,67	44,97	— 0,03
60	23,20	58,9	— 0,1
60	23,37	59,32	— 0,68
75	29,36	74,6	— 0,4
75	29,36	74,6	— 0,4
112,5	43,86	112,35	— 0,15
112,5	43,78	112,15	— 0,35
150	57,33	149,63	— 0,37
150	57,33	149,63	— 0,37

[1]) Z. U. N. G. **45**, 145, 1923.

Die Werte von Grangeneuve geben im allgemeinen leicht positive, diejenigen von Bern leicht negative Werte. Das kommt daher, dass wir uns bei Aufstellung der Tabelle auf eine mittlere Linie geeinigt haben. Die Fehler sind überall durchaus erträglich.

Bei niedrigen Lactosegehalten ist es oft unbequem, nur 20 cm³ Zuckerlösung verwenden zu können, wie unsere Methode vorschreibt. Deshalb hat der eine von uns[1]) vor einiger Zeit bei der Lactosebestimmung in Milchschokolade die Modifikation vorgenommen, 40 cm³ unverdünnte Fehling'sche Lösung auf 50 cm³ Zuckerlösung einwirken zu lassen, statt 40 cm³ mit 20 cm³ Wasser verdünnte Fehling'sche Lösung auf 20 cm³ Zuckerlösung. Man hat auf diese Weise 90 cm³ Flüssigkeit statt 80 cm³; die Erhitzung geht in nicht genau gleicher Weise vor, da das Aufwärmen bis zur Siedetemperatur bei der verdünnten Lösung etwas länger dauert.

Die folgenden Versuche sollten zeigen, ob die Resultate durch diese Abänderung merkbar beeinflusst werden, oder ob man auch hier die gewöhnliche Tabelle zur Berechnung benützen darf. Zum Vergleich wurden mit denselben Zuckerlösungen noch einige Bestimmungen nach der gewöhnlichen Methode ausgeführt.

Tab. 4.

Lactosebestimmungen in verdünnterer Lösung (40 cm³ unverdünnte Fehling'sche Lösung + 50 cm³ Zuckerlösung).

mg Lactosehydrat angewendet	cm³ 0,05 n-Jod	mg Lactosehydrat nach Tabelle 5	Fehler mg
7,5	2,96	7,70	+ 0,2
10	5,66	14,65	— 0,35
10	5,79	14,98	— 0,02
15	8,65	22,43	— 0,07
20	11,53	29,79	— 0,21
20	11,72	30,30	+ 0,30
37,1	14,53	37,42	+ 0,32
66,5	25,96	66,70	+ 0,20
111,5	43,53	111,59	+ 0,09
nach der gewöhnlichen Methode			
22,5	8,74	22,65	+ 0,15
30	11,66	30,15	+ 0,15
111,5	42,80	109,7	— 1,8

Die Werte sind durchaus befriedigend; die grössere Verdünnung übt keinen Einfluss auf die Resultate aus. Somit lässt sich die gewöhnliche Tabelle auch beim Arbeiten in der grössern Verdünnung anwenden. Die angegebene Modifikation kann bei der Analyse von gewöhnlicher und kondensierter Milch gute Dienste leisten.

[1]) *Th. von Fellenberg*, Mitt. **22**, 9, 1931.

Die Wirkung der schwachen und der starken Inversion wurde früher zu 102% bei der schwachen und zu 151% bei der starken Inversion gefunden. Eine Wiederholung ergab nun folgendes:

vor der Inversion, 40 mg = $\left\{\begin{matrix}7{,}82\\7{,}87\end{matrix}\right\}$ cm³ 0,1 n-J = 39,92 mg Lactose

schwache » 40 mg = $\left\{\begin{matrix}7{,}96\\7{,}98\end{matrix}\right\}$ cm³ 0,1 n-J = 40,55 mg = 101,6 %

starke » 50 mg = $\left\{\begin{matrix}14{,}95\\14{,}83\end{matrix}\right\}$ cm³ 0,1 n-J = 75,6 mg = 151,5 %.

Die Erhöhung stimmt in beiden Fällen mit der früher gefundenen gut überein. Die Spaltung des Lactosehydrats in 1 Mol. Glucose und 1 Mol. Galactose ist quantitativ erfolgt, wie folgende Ueberlegung zeigt:

Galactose reagiert nach *Kjeldahl*[1]) 0,915 Mal so stark wie Glucose. Aus 50 mg Lactosehydrat sind 25 mg Glucose, entsprechend 7,75 cm³ 0,1 n-J und 25 mg Galactose, entsprechend 7,10 cm³ 0,1 n-J entstanden. Da nun zwei Zucker nebeneinander so reagieren, wie wenn jeder für sich allein da wäre, so muss die Summe des Jodverbrauchs der beiden Komponenten gleich viel ergeben, wie wir bei ihrer Mischung gefunden haben. Es ist nun:

Summe der durch starke Inversion entstandenen Glucose und Galactose = 14,89 cm³ 0,1 n-J. Berechnet: Glucose 7,75 + Galactose 7,10 = 14,85 cm³ 0,1 n-J.

Die gute Uebereinstimmung zeigt, dass die Spaltung der Lactose tatsächlich quantitativ verlaufen ist.

Untersuchung von Mischungen von Lactose und Saccharose.

Es handelt sich darum, aus dem Jodverbrauch vor und nach der Saccharoseinversion die beiden Zucker zu berechnen.

Wir haben bereits erörtert, dass der durch die Inversion entstandene Invertzucker und die Lactose so viel Cuprooxyd abscheiden, wie wenn jeder der beiden Zucker für sich da wäre und ferner, dass die Lactose ihre Reduktionswirkung durch die Inversion um 2% erhöht. Wir müssen nun noch wissen, ob und wie stark bei der Reduktion vor der Inversion die Lactose durch die gleichzeitig anwesende Saccharose beeinflusst wird.

Wir fassen die Mengenverhältnisse der beiden Zuckerarten ins Auge, wie sie in kondensierter Milch meist vorkommen, 40% Saccharose und 12% Lactose.

Wenn wir 10 g Kondensmilch zu 500 cm³ lösen und davon 50 cm³ für eine Bestimmung verwenden, so haben wir darin 0,4 g Saccharose und 0,12 g Lactose. Es wurden bestimmt die Reduktion der Saccharose allein, der Lactose allein und der beiden Zucker zusammen. Man fand:

[1]) Ref. Mitt. **3**, 324, 1912.

Blindversuch: $\left\{\begin{matrix}0{,}21\\0{,}21\end{matrix}\right\}$ cm³ 0,1 n-Jod.

0,4 g Saccharose = $\left\{\begin{matrix}0{,}24\\0{,}24\end{matrix}\right\}$ cm³ 0,1 n-Jod.

Nach Abzug des Blindversuchs bleiben für Saccharose 0,03 cm³ 0,1 n-Jod.

0,12 g käuflicher Milchzucker nach Abzug des Blindversuchs = $\left\{\begin{matrix}23{,}07\\23{,}08\end{matrix}\right\}$ cm³ 0,1 n-J = 118,48 mg Lactose.

0,4 g Saccharose + 0,12 g Milchzucker . . . . . = $\left\{\begin{matrix}23{,}07\\23{,}12\end{matrix}\right\}$ cm³ 0,1 n-J = 118,55 mg Lactose.

Sowohl die Reduktion der Saccharose für sich allein, als auch seine Reduktion in Gegenwart von Lactose ist so minim, dass sie vernachlässigt werden kann, und zwar gilt dies für alle Verhältnisse, in welchen die beiden Zuckerarten in Lebensmitteln vorzukommen pflegen.

Nach der Inversion unserer Saccharose-Lactoselösung und Auffüllen auf das doppelte Volumen erhielt man in 20 cm³ Lösung 15,49 und 15,42 cm³ 0,1 n-Jodlösung. In dieser Lösung sind 11,85 mg Lactose enthalten, entsprechend 2,27 cm³ Jodlösung. Da die Lactose bei der Inversion ihre Reduktionskraft um 2% vermehrt, sind 2,27 . 1,02 = 2,30 cm³ von der Jodlösung abzuziehen. Es bleiben 13,19 und 13,12 cm³ 0,1 n-J, woraus sich 40,35 und 40,0 mg Saccharose ergeben, während tatsächlich 40 mg anwesend sind.

Es ergibt sich folgende allgemeine Vorschrift zur Bestimmung von Lactose und Saccharose in Mischungen dieser beiden Zucker:

a) Man bestimmt die direkte Reduktion und berechnet daraus die Lactose.

b) Man invertiert mit 1 cm³ n-Salzsäure auf 100 cm³ Lösung, bestimmt die Reduktion, berechnet wieviel cm³ Jodlösung der Lactose entsprechen und subtrahiert 1,02 Mal diesen Betrag vom gefundenen Jodverbrauch. Die Differenz wird als Saccharose berechnet.

Zum Schluss möge die titrimetrische Zuckerbestimmungsmethode in der Fassung wiedergegeben werden, wie sie sich in unserm Vorschlag für die Neuauflage des Schweiz. Lebensmittelbuches findet. Abweichend von früher wurde der Salzsäuregehalt der sauren Kochsalzlösung erhöht, um die Auflösung des Cuprooxyds zu beschleunigen. Sie erfolgt nun in wenigen Sekunden. Natürlich ist auch ein entsprechend höherer Bicarbonatzusatz erforderlich.

Statt 0,05 n-Jodlösung zu verwenden, sind wir zu 0,1 normaler übergegangen, wie sie auch bei andern Zuckerbestimmungsmethoden gebräuchlich ist. Der Umschlag erfolgt auf 0,01 cm³ genau.

Bestimmung der Glucose, des Invertzuckers, der Lactose und der Maltose.

Die Bestimmung erfolgt bei allen Zuckerarten in gleicher Weise; die alkalische Kupferlösung ist überall dieselbe, die Kochdauer beträgt stets genau 5 Minuten. Die Lösungen werden ungefähr halb so stark genommen,

wie für die gravimetrische Bestimmung. In 100 cm³ sollen nicht wesentlich mehr als 0,4 g Glucose oder Invertzucker oder 0,6 g Lactose oder Maltose enthalten sein.

Die Inversion der Saccharose geschieht wie bei a) angegeben.

Reagentien: Cuprisulfatlösung, durch Auflösen von 50 g reinem, kristallisiertem Cuprisulfat zum Liter.

Alkalische Seignettesalzlösung: 175 g Seignettesalz und 25 g wasserfreies Natriumcarbonat werden zusammen in Wasser gelöst und unter Zusatz von 75 cm³ 5 n-Natronlauge zum Liter aufgefüllt. Die 5 n-Natronlauge wird aus 50%iger (ca. 18fach normaler) hergestellt, da diese, nachdem sie sich vom ausfallenden Natriumcarbonat geklärt hat, carbonatfrei ist.

Die Lösung ist, besonders in angebrochenen Flaschen, nicht länger als 2 Monate haltbar.

Saure Kochsalzlösung: 800 cm³ gesättigte Kochsalzlösung werden in einem Messzylinder mit 70 cm³ konzentrierter Salzsäure versetzt und mit Wasser zum Liter aufgefüllt.

Je 20 cm³ Cuprisulfatlösung, Seignettesalzlösung und Wasser werden in einem enghalsigen, 200 cm³ fassenden Erlenmeyerkolben unter Zusatz einiger Siedesteinchen aufgekocht. Dann lässt man 20 cm³ der Zuckerlösung zufliessen, bringt die Flüssigkeit wieder zum Sieden und hält sie genau 5 Minuten lang in leichtem, aber deutlichem Kochen.

Bei Lactose kann auch so vorgegangen werden, dass man eine Mischung von 20 cm³ Cuprisulfat und 20 cm³ Seignettesalzlösung zum Sieden erhitzt, 50 cm³ Zuckerlösung zusetzt und in gleicher Weise verkocht.

Nach dem Kochen wird sofort unter leichtem Umschwenken in fliessendem Wasser abgekühlt. Darauf setzt man 20 cm³ saure Kochsalzlösung zu und schwenkt um, wobei sich das Cuprooxyd in wenigen Sekunden auflöst. Durch sorgfältigen Zusatz von Natriumbicarbonat wird der Ueberschuss der Salzsäure abgestumpft. Es müssen ca. 2,5 g Bicarbonat zugefügt werden, sodass ein beträchtlicher Bodensatz ungelöst bleibt.

Nun wird die Titration vorgenommen. Man lässt 0,1 n-Jodlösung in einem Zug zufliessen, bis die Lösung, die bei höheren Zuckergehalten anfänglich von einem weissen Niederschlag durchsetzt ist, wieder klar wird und einen grünen Ton annimmt. Man setzt nun etwas Stärkelösung zu, titriert die tiefblaue Lösung mit 0,1 n-Natriumthiosulfat wieder auf Hellblau und fügt schliesslich noch tropfenweise Jodlösung hinzu, bis die dunkelblaue Jodstärkefärbung eben wieder erscheint.

Von der verbrauchten 0,1 n-Jodlösung zieht man den Betrag eines Blindversuchs ab, der ein für allemal gemacht wird. Er beträgt meist ca. 0,2 cm³ 0,1 n-Jodlösung.

Der Zuckergehalt wird in Tab. 5 abgelesen.

Tab. 5.

Tabelle zur Berechnung der **Glucose,** *des* **Invertzuckers,** *der* **Saccharose, Lactose** *und* **Maltose auf titrimetrischem Wege** *nach dem Verbrauch an 0,1 n-Jodlösung.*

Nach Th. von Fellenberg.

0,1 n -Jod cm³	Glucose mg	Invert-zucker mg	Saccha-rose mg	Lactose-hydrat mg	Maltose-hydrat mg	0,1 n -Jod cm³	Glucose mg	Invert-zucker mg	Saccha-rose mg	Lactose-hydrat mg	Maltose-hydrat mg
0,5	1,6	1,7	1,6	2,7	3,3	4,7	15,3	15,6	14,8	24,2	29,6
6	1,9	2,1	2,0	3,2	3,9	8	15,7	16,0	15,2	24,7	30,2
7	2,3	2,4	2,3	3,7	4,6	9	16,0	16,3	15,5	25,2	30,8
8	2,6	2,8	2,7	4,2	5,2	**5**,0	16,3	16,6	15,8	25,7	31,4
9	3,0	3,1	2,9	4,7	5,9	1	16,6	16,9	16,1	26,2	32,0
1,0	3,3	3,5	3,3	5,3	6,5	2	16,9	17,2	16,3	26,7	32,6
1	3,6	3,9	3,7	5,8	7,1	3	17,3	17,6	16,7	27,2	33,2
2	4,0	4,2	4,0	6,3	7,8	4	17,6	17,9	17,0	27,7	33,8
3	4,3	4,6	4,4	6,9	8,4	5	17,9	18,2	17,3	28,2	34,4
4	4,7	4,9	4,7	7,4	9,1	6	18,2	18,5	17,6	28,7	35,0
5	5,0	5,3	5,0	7,9	9,7	7	18,5	18,8	17,9	29,2	35,6
6	5,3	5,6	5,3	8,4	10,3	8	18,9	19,2	18,2	29,7	36,2
7	5,6	6,0	5,7	8,9	11,0	9	19,2	19,5	18,5	30,2	36,8
8	6,0	6,3	6,0	9,5	11,6	**6**,0	19,5	19,8	18,8	30,7	37,4
9	6,3	6,7	6,4	10,0	12,3	1	19,8	20,1	19,1	31,2	38,0
2,0	6,6	7,0	6,7	10,5	12,9	2	20,1	20,4	19,4	31,7	38,6
1	6,9	7,3	6,9	11,0	13,5	3	20,5	20,8	19,8	32,2	39,1
2	7,3	7,6	7,2	11,5	14,2	4	20,8	21,1	20,0	32,7	39,7
3	7,6	8,0	7,6	12,0	14,8	5	21,1	21,4	20,3	33,2	40,3
4	8,0	8,3	7,9	12,5	15,5	6	21,4	21,7	20,6	33,7	40,9
5	8,3	8,6	8,2	13,1	16,1	7	21,7	22,0	20,9	34,2	41,5
6	8,6	8,9	8,5	13,6	16,7	8	22,1	22,4	21,3	34,7	42,0
7	8,9	9,2	8,7	14,0	17,3	9	22,4	22,7	21,6	35,2	42,6
8	9,3	9,6	9,1	14,5	18,0	**7**,0	22,7	23,0	21,9	35,7	43,2
9	9,6	9,9	9,4	15,1	18,6	1	23,0	23,3	22,1	36,2	43,8
3,0	9,9	10,2	9,7	15,6	19,2	2	23,3	23,6	22,4	36,7	44,4
1	10,2	10,5	10,0	16,1	19,8	3	23,6	23,9	22,7	37,2	44,9
2	10,5	10,8	10,3	16,6	20,4	4	23,9	24,2	23,0	37,7	45,5
3	10,8	11,2	10,6	17,1	21,1	5	24,2	24,5	23,3	38,2	46,1
4	11,1	11,5	10,9	17,6	21,7	6	24,5	24,8	23,6	38,7	46,7
5	11,4	11,8	11,2	18,2	22,3	7	24,8	25,1	23,8	39,2	47,3
6	11,7	12,1	11,5	18,7	22,9	8	25,2	25,5	24,2	39,7	47,8
7	12,0	12,4	11,8	19,2	23,5	9	25,5	25,8	24,5	40,2	48,4
8	12,4	12,8	12,2	19,7	24,2	**8**,0	25,8	26,1	24,8	40,7	49,0
9	12,7	13,1	12,4	20,2	24,8	1	26,1	26,4	25,1	41,3	49,6
4,0	13,0	13,4	12,7	20,7	25,4	2	26,4	26,7	25,4	41,8	50,2
1	13,3	13,7	13,0	21,2	26,0	3	26,8	27,0	25,7	42,3	50,7
2	13,7	14,0	13,3	21,7	26,6	4	27,1	27,3	25,9	42,8	51,3
3	14,0	14,4	13,7	22,2	27,2	5	27,4	27,6	26,2	43,3	51,9
4	14,4	14,7	14,0	22,7	27,8	6	27,7	27,9	26,5	43,8	52,5
5	14,7	15,0	14,2	23,2	28,4	7	28,0	28,2	26,8	44,3	53,1
6	15,0	15,3	14,5	23,7	29,0	8	28,4	28,6	27,2	44,8	53,6

Tab. 5 (Fortsetzung)

0,1 n -Jod cm³	Glucose mg	Invert-zucker mg	Saccha-rose mg	Lactose-hydrat mg	Maltose-hydrat mg	0,1 n -Jod cm³	Glucose mg	Invert-zucker mg	Saccha-rose mg	Lactose-hydrat mg	Maltose-hydrat mg
8,9	28,7	28,9	27,5	45,3	54,2	13,6	42,9	43,5	41,3	69,1	81,6
9,0	29,0	29,2	27,7	45,8	54,8	7	43,2	43,8	41,6	69,6	82,2
1	29,3	29,5	28,0	46,3	55,4	8	43,5	44,1	41,9	70,1	82,7
2	29,6	29,8	28,3	46,8	56,0	9	43,8	44,4	42,2	70,6	83,3
3	29,9	30,2	28,7	47,3	56,5	**14**,0	44,1	44,7	42,5	71,2	83,9
4	30,2	30,5	29,0	47,8	57,1	1	44,4	45,0	42,8	71,7	84,5
5	30,5	30,8	29,3	48,3	57,7	2	44,7	45,3	43,0	72,2	85,1
6	30,8	31,1	29,5	48,8	58,3	3	45,0	45,6	43,3	72,7	85,6
7	31,1	31,4	29,8	49,3	58,9	4	45,3	45,9	43,6	73,2	86,2
8	31,4	31,7	30,1	49,8	59,5	5	45,6	46,2	43,9	73,7	86,8
9	31,7	32,0	30,4	50,3	60,1	6	45,9	46,5	44,2	74,2	87,4
10,0	32,0	32,3	30,7	50,8	60,7	7	46,2	46,8	44,5	74,7	88,0
1	32,3	32,6	31,0	51,3	61,3	8	46,4	47,1	44,7	75,2	88,6
2	32,6	32,9	31,3	51,8	61,9	9	46,7	47,4	45,0	75,7	89,2
3	32,9	33,3	31,6	52,3	62,4	**15**,0	47,0	47,7	45,3	76,2	89,8
4	33,2	33,6	31,9	52,8	63,0	1	47,3	48,0	45,6	76,7	90,4
5	33,5	33,9	32,2	53,3	63,6	2	47,6	48,3	45,9	77,2	91,0
6	33,8	34,2	32,5	53,8	64,2	3	47,9	48,6	46,2	77,7	91,6
7	34,1	34,5	32,8	54,3	64,8	4	48,2	48,9	46,5	78,2	92,2
8	34,4	34,8	33,1	54,8	65,3	5	48,5	49,2	46,7	78,8	92,8
9	34,7	35,1	33,3	55,3	65,9	6	48,8	49,5	47,0	79,3	93,4
11,0	35,0	35,4	33,6	55,9	66,5	7	49,1	49,8	47,3	79,8	94,0
1	35,3	35,7	33,9	56,4	67,1	8	49,4	50,1	47,6	80,3	94,5
2	35,6	36,0	34,2	56,9	67,7	9	49,7	50,4	47,9	80,8	95,1
3	36,0	36,4	34,6	57,4	68,2	**16**,0	50,0	50,7	48,2	81,3	95,7
4	36,3	36,7	34,9	57,9	68,8	1	50,3	51,0	48,5	81,9	96,3
5	36,6	37,0	35,2	58,4	69,4	2	50,6	51,3	48,7	82,4	96,9
6	36,9	37,3	35,4	58,9	70,0	3	50,8	51,6	49,0	82,9	97,5
7	37,2	37,6	35,7	59,4	70,6	4	51,1	51,9	49,3	83,4	98,1
8	37,5	38,0	36,1	59,9	71,1	5	51,4	52,2	49,6	83,9	98,7
9	37,7	38,3	36,4	60,4	71,7	6	51,7	52,5	49,9	84,4	99,3
12,0	38,1	38,6	36,7	61,0	72,3	7	52,0	52,8	50,2	85,0	99,9
1	38,4	38,9	37,0	61,5	72,9	8	52,2	53,1	50,4	85,5	100,5
2	38,7	39,2	37,2	62,0	73,5	9	52,5	53,4	50,7	86,0	101,1
3	39,0	39,6	37,6	62,5	74,0	**17**,0	52,8	53,7	51,0	86,5	101,7
4	39,3	39,9	37,9	63,0	74,6	1	53,1	54,0	51,3	87,0	102,3
5	39,6	40,2	38,2	63,5	75,2	2	53,4	54,3	51,6	87,5	102,9
6	39,9	40,5	38,5	64,0	75,8	3	53,7	54,5	51,8	88,1	103,4
7	40,2	40,8	38,8	64,5	76,4	4	54,0	54,8	52,1	88,6	104,0
8	40,5	41,1	39,0	65,0	76,9	5	54,3	55,1	52,3	89,1	104,6
9	40,8	41,4	39,3	65,5	77,5	6	54,6	55,4	52,6	89,6	105,2
13,0	41,1	41,7	39,6	66,0	78,1	7	54,9	55,7	52,9	90,1	105,8
1	41,4	42,0	39,9	66,5	78,7	8	55,1	56,0	53,2	90,6	106,4
2	41,7	42,3	40,2	67,0	79,3	9	55,4	56,3	53,5	91,2	107,0
3	42,0	42,6	40,5	67,6	79,8	**18**,0	55,7	56,6	53,8	91,7	107,6
4	42,3	42,9	40,8	68,1	80,4	1	56,0	56,9	54,1	92,2	108,2
5	42,6	43,2	41,0	68,6	81,0	2	56,3	57,2	54,3	92,7	108,8

Tab. 5 (Fortsetzung)

0,1 n -Jod cm³	Glucose mg	Invert-zucker mg	Saccha-rose mg	Lactose-hydrat mg	Maltose-hydrat mg	0,1 n -Jod cm³	Glucose mg	Invert-zucker mg	Saccha-rose mg	Lactose-hydrat mg	Maltose-hydrat mg
18,3	56,6	57,5	54,6	93,2	109,4	23,0	70,5	71,5	67,8	118,2	138,1
4	56,9	57,8	54,9	93,7	110,0	1	70,8	71,8	68,1	118,6	138,7
5	57,2	58,1	55,2	94,2	110,6	2	71,1	72,1	68,4	119,2	139,3
6	57,5	58,4	55,5	94,7	111,2	3	71,4	72,4	68,7	119,7	140,0
7	57,8	58,7	55,8	95,2	111,8	4	71,7	72,7	69,0	120,3	140,6
8	58,0	59,0	56,0	95,7	112,4	5	72,0	73,0	69,3	120,8	141,2
9	58,3	59,3	56,3	96,3	113,0	6	72,3	73,3	69,5	121,4	141,8
19,0	58,6	59,6	56,6	96,8	113,6	7	72,6	73,6	69,8	121,9	142,4
1	58,9	59,9	56,9	97,3	114,2	8	72,9	73,9	70,1	122,5	143,1
2	59,2	60,2	57,2	97,8	114,8	9	73,2	74,2	70,4	123,0	143,7
3	59,4	60,5	57,5	98,3	115,4	24,0	73,5	74,5	70,7	123,6	144,3
4	59,7	60,8	57,8	98,9	116,0	1	73,8	74,8	71,0	124,1	144,9
5	60,0	61,1	58,0	99,4	116,6	2	74,1	75,1	71,2	124,7	145,5
6	60,3	61,4	58,3	99,9	117,2	3	74,4	75,4	71,5	125,2	146,1
7	60,6	61,7	58,6	100,4	117,8	4	74,7	75,7	71,8	125,8	146,7
8	60,9	62,0	58,9	101,0	118,6	5	75,0	76,0	72,1	126,3	147,3
9	61,2	62,3	59,2	101,5	119,2	6	75,3	76,3	72,4	126,8	147,9
20,0	61,5	62,6	59,5	102,0	119,6	7	75,6	76,6	72,7	127,4	148,6
1	61,8	62,9	59,8	102,5	120,2	8	75,9	77,0	73,0	127,9	149,2
2	62,1	63,2	60,0	103,1	120,8	9	76,2	77,3	73,3	128,5	149,9
3	62,4	63,5	60,3	103,6	121,5	25,0	76,5	77,6	73,6	129,0	150,5
4	62,7	63,8	60,6	104,1	122,1	1	76,8	77,9	73,9	129,6	151,1
5	63,0	64,1	60,9	104,7	122,7	2	77,1	78,2	74,2	130,1	151,8
6	63,3	64,4	61,1	105,2	123,3	3	77,4	78,5	74,5	130,7	152,4
7	63,6	64,7	61,4	105,7	123,9	4	77,7	78,8	74,8	131,2	153,1
8	63,9	64,9	61,6	106,3	124,5	5	78,0	79,1	75,0	131,8	153,7
9	64,2	65,2	61,8	106,8	125,1	6	78,3	79,4	75,3	132,4	154,3
21,0	64,5	65,5	62,1	107,4	125,7	7	78,6	79,7	75,6	132,9	154,9
1	64,8	65,8	62,4	107,9	126,3	8	78,9	80,0	75,9	133,5	155,5
2	65,1	66,1	62,7	108,5	126,9	9	79,2	80,3	76,2	134,0	156,1
3	65,4	66,4	63,0	109,0	127,5	26,0	79,5	80,6	76,5	134,6	156,7
4	65,7	66,7	63,3	109,6	128,1	1	79,8	80,9	76,8	135,1	157,3
5	66,0	67,0	63,6	110,1	128,7	2	80,1	81,2	77,0	135,7	157,9
6	66,3	67,3	63,8	110,6	129,3	3	80,4	81,5	77,3	136,2	158,5
7	66,6	67,6	64,1	111,2	129,9	4	80,7	81,8	77,6	136,8	159,1
8	66,9	67,9	64,4	111,7	130,6	5	81,0	82,1	77,9	137,3	159,7
9	67,2	68,2	64,7	112,2	131,2	6	81,3	82,4	78,2	137,8	160,3
22,0	67,5	68,5	65,0	112,8	131,8	7	81,6	82,7	78,5	138,4	161,0
1	67,8	68,8	65,3	113,3	132,4	8	82,0	83,0	78,8	138,9	161,6
2	68,1	69,1	65,5	113,9	133,1	9	82,3	83,3	79,0	139,5	162,3
3	68,4	69,4	65,8	114,4	133,7	27,0	82,6	83,6	79,3	140,0	162,9
4	68,7	69,7	66,1	115,0	134,4	1	82,9	83,9	79,6	140,5	163,5
5	69,0	70,0	66,4	115,5	135,0	2	83,2	84,2	79,9	141,1	164,2
6	69,3	70,3	66,7	116,1	135,6	3	83,5	84,5	80,2	141,6	164,8
7	69,6	70,6	67,0	116,6	136,2	4	83,8	84,8	80,5	142,2	165,5
8	69,9	70,9	67,3	117,1	136,9	5	84,1	85,1	80,7	142,7	166,1
9	70,2	71,2	67,5	117,7	137,5	6	84,4	85,4	81,0	143,2	166,7

Tab. 5 (Schluss)

0,1 n -Jod cm³	Glucose mg	Invert-zucker mg	Saccha-rose mg	Lactose-hydrat mg	Maltose-hydrat mg	0,1 n -Jod cm³	Glucose mg	Invert-zucker mg	Saccha-rose mg	Lactose-hydrat mg	Maltose-hydrat mg
27,7	84,7	85,7	81,3	143,8	167,3	28,9	88,3	89,5	84,9	150,3	174,7
8	85,0	86,1	81,7	144,3	167,9	**29**,0	88,6	89,8	85,2	150,9	175,3
9	85,3	86,4	82,0	144,9	168,5	1	88,9	90,1	85,5	151,4	176,0
28,0	85,6	86,7	82,3	145,4	169,1	2	89,2	90,4	85,8	152,0	176,6
1	85,9	87,0	82,6	145,9	169,7	3	89,6	90,7	86,1	152,5	177,3
2	86,2	87,3	82,8	146,5	170,3	4	89,9	91,0	86,3	153,1	177,9
3	86,5	87,6	83,1	147,0	171,0	5	90,2	91,3	86,6	153,6	178,6
4	86,8	87,9	83,4	147,6	171,6	6	90,5	91,6	86,9	154,2	179,3
5	87,1	88,2	83,7	148,1	172,2	7	90,8	91,9	87,2	154,7	179,9
6	87,4	88,5	84,0	148,7	172,8	8	91,2	92,2	87,5	155,3	180,6
7	87,7	88,8	84,3	149,2	173,4	9	91,5	92,5	87,8	155,8	181,2
8	88,0	89,2	84,6	149,8	174,1	**30**,0	91,8	92,8	88,1	156,4	181,9

Die Bestimmung von Glucose neben Disacchariden mit Barfœd's Reagens.

Von Dr. Th. von FELLENBERG.

(Aus dem Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes, Vorstand: Prof. Dr. J. Werder.)

Jedes malz- oder stärkesiruphaltige Erzeugnis enthält neben Maltose noch eine gewisse Menge Glucose. Der Maltosegehalt lässt sich daher nicht durch eine einzelne Bestimmung ermitteln; die Ausscheidung des Cuprooxyds wird immer durch Glucose mitbedingt. Aus demselben Grund lässt sich auch die Glucose z. B. in Stärkesirup nicht durch eine einzige Operation bestimmen. Es ist somit bei malzhaltigen und stärkesiruphaltigen Lebensmitteln ein gewisses Bedürfnis nach einer Methode vorhanden, welche gestattet, den Glucosegehalt für sich allein festzustellen. Wenn dies gelingt, kann es nicht allzu schwierig sein, nachher auch die Maltose zu ermitteln.

Barfœd[1]) hat nun festgestellt, dass eine mit wenig Essigsäure versetzte Cupriacetatlösung beim kurzen Kochen durch Glucose reduziert wird, nicht aber durch Dextrin, Saccharose und Lactose, ausser wenn letztere in zu grosser Menge zugegen ist. Er benützte die Reaktion, um Dextrin auf vollständige Abwesenheit von Glucose zu prüfen. Die Lösung darf nicht zu viel Essigsäure enthalten, da sie sonst auch durch Glucose nicht reduziert wird. *Barfœd* gibt folgende Vorschrift zur Bereitung des Reagens:

«1 Teil kristallisiertes, neutrales essigsaures Kupferoxyd wird in 15 Teilen Wasser gelöst und 200 cm³ dieser Lösung mit 5 cm³ 38%iger Essigsäure versetzt. Die Lösung enthält also ungefähr 1% freie Säure.»

In der neueren Literatur (*Mercks* Reagentienverzeichnis, *Rosenthaler*, Der Nachweis organischer Verbindungen) wird das Reagens definiert als

[1]) Z. anal. Chem. **12**, 27, 1873.