

Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène
Band: 26 (1935)
Heft: 3-4

Artikel: Die Bestimmung von Glucose neben Disacchariden mit Barfoed's Reagens
Autor: Fellenberg, Th. von / Werder, J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-984108>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Tab. 5 (Schluss)

0,1 n -Jod cm ³	Glucose mg	Invert- zucker mg	Saccha- rose mg	Lactose- hydrat mg	Maltose- hydrat mg	0,1 n -Jod cm ³	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 Barfoed's Reagens.

Von Dr. Th. von FELLEBERG.

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

Jedes malz- oder stärke-siruphaltige 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 stärke-siruphaltigen 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.

*Barfoed*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. *Barfoed* gibt folgende Vorschrift zur Bereitung des Reagens:

«1 Teil kristallisiertes, neutrales essigsäures 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.

eine Lösung von 13,3 g neutralem, kristallisiertem Cupriacetat in 200 cm³ 1%iger Essigsäure, was auf dasselbe hinauskommt, wie die Vorschrift von *Barfæd*. Das Reagens wird in diesen Werken zum Nachweis von Glucose neben Maltose empfohlen. Ich will gleich hinzufügen, dass es allerdings durch Saccharose, Lactose und Maltose nur wenig reduziert wird, dass es aber mit Invertzucker bzw. Fructose noch stärker reagiert als mit Glucose. Es ist also nicht etwa ein charakteristisches Reagens auf Glucose, wodurch seine Bedeutung für die Untersuchung von Zuckermischungen zwar eingeschränkt, aber nicht aufgehoben wird.

Das *Barfæd*'sche Reagens wurde vor kurzem von *Braun* und *Bleyer*¹⁾ zur quantitativen Glucosebestimmung neben Maltose benützt. Sie verwenden eine Lösung von 54,4 g wasserfreiem Cupriacetat und 7,2 g Essigsäure im Liter.

Ich versuchte nun ebenfalls, dies Reagens zu quantitativen Bestimmungen zu vermeiden, und zwar unter Benützung meiner titrimetrischen Zuckerbestimmungsmethode.²⁾

Die Vorversuche wurden mit einem gerade vorhandenen, nicht sehr reinen Cupriacetat, $\text{Cu}(\text{OCO} \cdot \text{CH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ gemacht. 35 g des Salzes wurden unter Zusatz von 4,2 cm³ Eisessig in warmem Wasser zum Liter gelöst und nach dem Schütteln mit etwas Kieselgur klar filtriert.

Die Zuckerlösung wurde in einem Erlenmeyerkolben zu der siedenden Cupriacetatlösung gegeben und 5 Minuten gekocht. Dann wurde abgekühlt und salzsaure Kochsalzlösung hinzugegeben, um das Cuprooxyd aufzulösen. Es blieb dabei stets ein hauchdünner schwärzlicher Belag, der sich nicht auflöste. Er stört aber weiter nicht, da er offenbar aus Cuprioxyd besteht. Vor der Neutralisation der sauren Lösung mit Bicarbonat muss etwas Seignettesalz zugesetzt werden, da sich sonst Cuprocarbonat ausscheidet und die Titration stört. Man setzt dann erst überschüssiges Bicarbonat zu und titriert mit Jod, wie in der zitierten Arbeit angegeben.

Die ersten Versuche sollten über die Wirkung der Reagensmenge Auskunft geben. 20 cm³ Kupferlösung + 40 cm³ Wasser, 40 cm³ Kupferlösung + 20 cm³ Wasser und 60 cm³ unverdünnte Kupferlösung wurden zum Sieden erhitzt, mit 20 cm³ einer Glucoselösung von 1 g in 100 cm³ versetzt und vom Augenblick des Wiedersiedens an 5 Minuten in leichtem Sieden erhalten und wie angegeben titriert. Blinde Versuche mit 20 cm³ Wasser statt Zuckerlösung wurden mit den beiden konzentrierten Lösungen gemacht und dabei 0,16 und 0,12 cm³ 0,05 n-Jodlösung gefunden. Man nahm den Durchschnitt, 0,14 cm³ für alle Bestimmungen an. Nach Abzug dieses Blindversuchs fand man:

20 cm ³ Kupferlösung	+ 40 cm ³ Wasser	+ 20 cm ³ Glucoselösung	=	8,67 cm ³ 0,05 n-J
40 »	» + 20 »	» + 20 »	=	27,38 »
60 »	» + 20 »	»	=	47,64 »

¹⁾ Z. anal. Chem. **76**, 27, 1929.

²⁾ *Th. von Fellenberg*, Mitt. **11**, 129, 1920. (Siehe auch die vorstehende Arbeit.)

Nun wurden 40 cm³ Kupferlösung ohne zu verdünnen mit 20 cm³ Glucoselösung in Reaktion gebracht. Man fand 35,06 cm³ 0,05 n-J.

Versuche mit einer Lösung von 1 g Lactosehydrat in 100 cm³ ergaben:
 40 cm³ Kupferlösung + 20 cm³ Wasser + 20 cm³ Lactoselösung = 0,28 cm³ 0,05 n-J
 60 » » + 20 » » = 0,85 » »

Die drei ersten Versuche zeigen, dass die Reduktionswirkung ausserordentlich abhängig ist von der Menge des Kupferacetats. Trägt man die 3 Punkte in eine Kurve ein, so erhält man eine Gerade, welche erst bei ca. 12 cm³ Kupferlösung beginnt und sehr steil ansteigt. Unter Verwendung von 12 cm³ Kupferlösung würde man also überhaupt noch keine Reduktion erhalten.

Werden 40 cm³ Kupferlösung unverdünnt verwendet, so findet man einen höheren Wert als bei der Verdünnung, 35 gegenüber 27 cm³.

Man stellte sich eine neue Kupferlösung mit reinem Cuprum aceticum neutrale Merck her. Dies Präparat, welches äusserlich gleich aussah wie das vorher verwendete, löste sich klar auf. Bei dieser endgültigen Lösung änderte man die Konzentration. Es wurden 25 g Cupriacetat und 3,0 cm³ Eisessig, mit einer Präzisionspipette abgemessen, zum Liter gelöst.

Ein blinder Versuch ergab 0,08 cm³ 0,05 n-Jod. Nach Abzug dieses Wertes fand man bei steigenden Glucosemengen unter Verwendung von je 60 cm³ Kupferlösung und 20 cm³ Zuckerlösung folgenden Verbrauch an Jodlösung:

25 mg Glucose	=	10,60 cm ³ 0,05 n-J
50 » »	=	19,05 » »
100 » »	=	29,69 » »
150 » »	=	36,27 » »
200 » »	=	41,05 » »

Trägt man die Zahlen in ein Koordinatensystem ein, so erhält man eine anfangs ziemlich steile, sich allmählich verflachende, regelmässige Kurve.

Die folgenden Versuche sollten den Einfluss der Kochdauer zeigen. Je 100 mg Glucose wurden verwendet, wobei 1 bis 10 Minuten gekocht wurde.

Kochdauer 1 Min.	=	9,68 cm ³ 0,05 n J
» 2,5 »	=	19,40 » »
» 5 »	=	29,69 » »
» 7,5 »	=	33,95 » »
» 10	=	39,67 » »

Man erhält hier eine ähnliche Kurve wie bei steigendem Glucosegehalt. 100 mg Glucose reduzieren in der 1. Minute ungefähr gleich viel, wie 25 mg in 5 Minuten, in den 2,5 ersten Minuten so viel, wie 50 mg in 5 Minuten usw. Auch hier flacht sich die Kurve allmählich ab; sie hat aber mit 10

Minuten ihr Maximum noch lange nicht erreicht. Es wäre also aussichtslos, etwa durch Verlängerung der Erhitzungszeit die Reaktion praktisch beendigen zu wollen.

Beim offenen Erhitzen entweicht selbstverständlich stets etwas Essigsäure. Nun ist aber die Ausbeute an Cuprooxyd sehr vom Säuregrad abhängig. Es war daher vorauszusehen, dass eine Erhitzung am Rückflusskühler zu etwas andern Resultaten führen werde als das offene Kochen. Man führte zwei Versuche mit je 100 mg Glucose, mit 5 und 10 Minuten langem Erhitzen am Rückflusskühler aus.

Kochdauer Min.	cm ³ 0,05 n-J	Abnahme gegenüber dem offenen Kochen
5	29,19	1,5 %
10	37,1	6,5 %

Man findet bei 5 Minuten langem Kochen am Rückflusskühler 1,5, bei 10 Minuten langem 6,5% weniger als bei offenem Kochen. Der Essigsäureverlust macht sich somit, wie verständlich, bei 10 Minuten langem Kochen bedeutend mehr bemerkbar als bei 5 Minuten langem.

Ich beabsichtigte nun zunächst die Erhitzung am Rückflusskühler durchzuführen, kam aber doch wieder davon ab, da ich den Eindruck bekam, das Cuprooxyd scheidet sich dabei weniger gut ab, es haften mehr am Boden des Gefäßes an und könnte eventuell zum Stossen der Flüssigkeit Veranlassung geben. Das offene Kochen muss jedoch so durchgeführt werden, dass möglichst wenig Essigsäure entweicht. Man reguliert die Flamme so, dass die Flüssigkeit eben deutlich siedet. Darauf wurde übrigens bereits bei den bisher besprochenen Versuchen geachtet.

Man blieb auch in Zukunft bei dem 5 Minuten langen Kochen, da eine längere Kochzeit trotz Vermehrung des Cuprooxyds keine Vorteile böte.

Die folgenden Versuche mögen den Einfluss der Essigsäuremenge noch deutlicher zeigen. In den je 60 cm³ Cupriacetatlösung, welche pro Bestimmung verwendet werden, sind 3 cm³ n-Essigsäure enthalten. Man führte nun Versuche aus, bei denen einerseits 1 cm³ n-Natronlauge zugesetzt wurde, um die Säuremenge zu erniedrigen, andererseits 1 cm³ n-Essigsäure, um sie zu erhöhen. Je 100 mg Glucose wurden verarbeitet.

cm ³ n-Essigsäure pro Bestimmung	cm ³ 0,05 n-J	Differenz gegenüber 3 cm ³	
		mg	%
2	35,85	+ 6,16	+ 20,8
3	29,69	—	—
4	26,49	— 3,2	— 10,8

In Uebereinstimmung mit dem Bisherigen sehen wir, dass eine Erniedrigung der Säure die Reduktion vermehrt, eine Erhöhung sie vermindert.

Man wiederholte nun die Versuche mit Glucose und führte daneben zunächst solche mit Invertzucker aus.

Tabelle 1.

Reduktion von Barfoed's Reagens durch Glucose und Invertzucker, ausgedrückt in cm³ 0,05 n-Jodlösung.

mg Glucose	cm ³ 0,05 n-J	mg Invertzucker	cm ³ 0,05 n-J
5	2,15	5	2,54
10	4,43	7,5	3,66
18,75	8,70	10	5,01
25	10,89	15	7,87
37,5	15,80	20	10,61
50	19,40	37,5	19,05
75	25,54	50	24,35
100	29,50	75	31,47
150	36,17	100	37,21
200	40,92	150	45,50
		200	52,12

Der Invertzucker gibt eine ähnliche Kurve wie die Glucose, nur steigt sie steiler an. Invertzucker reduziert bei den niedrigsten Gehalten 1,26, bei den mittleren 1,27 und bei den höchsten 1,28 Mal stärker als Glucose.

Um den Einfluss der Disaccharide zu studieren, wurden je 100 mg Saccharose, Lactose und Maltose zu 100 mg Glucose zugegeben und damit die Reaktion ausgeführt. Die Erhöhung des Jodgehaltes gegenüber Glucose allein betrug für

Saccharose	0,33 cm ³ 0,05 n-J
Lactose	0,60 » »
Maltose	1,70 » »

Saccharose reduziert also am schwächsten, Lactose etwa doppelt und Maltose etwa 5 Mal so stark.

Natürlich gelten diese Zahlen gerade nur für die von mir angewendete Lösung von 25 g Cupriacetat und 3 cm³ Eisessig im Liter. Jede Aenderung der Kupfermenge, der Säurmenge, der Verdünnung oder der Kochdauer würde wieder andere Resultate geben, sie würde wohl auch das Verhältnis der Reduktionswirkung zwischen den Monosacchariden einerseits und den Disacchariden andererseits beeinflussen.

Die folgende Tabelle gibt die Berechnung der Glucose aus dem Jodverbrauch wieder. Sie wurde aus den Ergebnissen der Tabelle 1 berechnet und auf 0,1 n-Jodlösung bezogen, während alle bisher erwähnten Bestimmungen mit 0,05 n-Lösung titriert worden sind.

Tabelle 2.

Tabelle zur Berechnung der Glucose auf titrimetrischem Wege durch Reduktion von Barfæd's Reagens aus dem Verbrauch an 0,1 n-Jodlösung

0,1 n -Jod cm ³	Glucose mg										
0,5	2,2	4,0	17,8	7,5	35,8	11,0	60,0	14,5	98,0	18,0	149,0
6	2,6	1	18,2	6	36,4	1	60,8	6	99,3	1	150,7
7	3,1	2	18,7	7	37,0	2	61,6	7	100,5	2	152,4
8	3,5	3	19,1	8	37,6	3	62,4	8	101,8	3	154,1
9	4,0	4	19,6	9	38,2	4	63,2	9	103,0	4	155,8
1,0	4,4	5	20,0	8,0	38,8	5	64,0	15,0	104,3	5	157,5
1	4,9	6	20,5	1	39,4	6	64,8	1	105,7	6	159,6
2	5,3	7	21,0	2	40,0	7	65,7	2	107,1	7	161,8
3	5,8	8	21,5	3	40,6	8	66,5	3	108,6	8	163,9
4	6,2	9	22,0	4	41,2	9	67,4	4	110,0	9	166,1
5	6,7	5,0	22,5	5	41,8	12,0	68,2	5	111,5	19,0	168,2
6	7,1	1	23,0	6	42,4	1	69,1	6	112,9	1	170,4
7	7,6	2	23,5	7	43,0	2	70,0	7	114,3	2	172,5
8	8,0	3	24,0	8	43,6	3	70,9	8	115,8	3	174,7
9	8,5	4	24,5	9	44,2	4	71,8	9	117,2	4	177,8
2,0	8,9	5	25,0	9,0	44,8	5	72,7	16,0	118,7	5	179,0
1	9,3	6	25,5	1	45,5	6	73,7	1	120,2	6	181,3
2	9,8	7	26,0	2	46,2	7	74,6	2	121,6	7	183,6
3	10,2	8	26,5	3	47,0	8	75,6	3	123,1	8	185,9
4	10,7	9	27,0	4	47,7	9	76,5	4	124,5	9	188,2
5	11,1	6,0	27,5	5	48,4	13,0	77,5	5	126,0	20,0	190,5
6	11,5	1	28,0	6	49,1	1	78,8	6	127,6	1	192,8
7	12,0	2	28,5	7	49,8	2	80,1	7	129,2	2	195,1
8	12,4	3	29,1	8	50,6	3	81,4	8	130,8	3	197,4
9	12,9	4	29,6	9	51,3	4	82,7	9	132,4	4	199,7
3,0	13,3	5	30,1	10,0	52,0	5	84,0	17,0	134,0	5	202,0
1	13,7	6	30,7	1	52,8	6	85,2	1	135,5		
2	14,2	7	31,2	2	53,6	7	86,4	2	137,0		
3	14,6	8	31,8	3	54,4	8	87,6	3	138,5		
4	15,2	9	32,3	4	55,2	9	88,8	4	140,0		
5	15,6	7,0	32,9	5	56,0	14,0	90,0	5	141,5		
6	16,0	1	33,5	6	56,8	1	91,6	6	143,0		
7	16,5	2	34,1	7	57,6	2	93,2	7	144,5		
8	16,9	3	34,6	8	58,4	3	94,8	8	146,0		
9	17,4	4	35,2	9	59,2	4	96,4	9	147,5		

Zum Schluss sei die *Bestimmungsmethode* nochmals im Zusammenhang wiedergegeben.

Reagentien: Cupriacetatlösung; 25 g kristallisiertes, neutrales Cupriacetat (Merck), $\text{Cu}(\text{OCO} \cdot \text{CH}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$ werden unter Zusatz von 3 cm³ Eisessig in der Wärme in Wasser gelöst und nach dem Abkühlen zum Liter aufgefüllt.

Sollte die Lösung nicht klar sein, so wird sie filtriert, wenn nötig unter Zusatz von etwas Kieselgur.

Seignettelösung: 30 g des Salzes werden in Wasser gelöst und zu 100 cm³ aufgefüllt. Die Lösung soll nicht zu lange aufbewahrt werden, damit sie nicht schimmelt.

Saure Kochsalzlösung, Jod- und Thiosulfatlösung wie bei der titrimetrischen Zuckerbestimmung nach *Th. von Fellenberg* (siehe vorhergehende Arbeit).

60 cm³ Cupriacetatlösung werden in einem 200 cm³ fassenden Erlenmeyerkolben unter Zusatz einiger Siedesteinchen zum Sieden erhitzt. Man lässt 20 cm³ Zuckerlösung zufließen, erhitzt wieder zum Sieden und kocht genau 5 Minuten lang derart, dass die Flüssigkeit richtig siedet; man vermeide aber ein zu starkes Kochen, damit nicht zu viel Essigsäure entweicht. Nach dem Erhitzen kühlt man sofort unter Umschwenken mit kaltem Wasser ab, setzt 100 cm³ saure Kochsalzlösung zu, wobei sich das Cuprooxyd leicht auflöst. Es bleibt allerdings oft am Boden des Gefäßes ein hauchdünner, ungelöster Belag, der aber aus Cuprioxyd besteht und nicht weiter stört. Man fügt nun 5 cm³ Seignettesalzlösung zu, gibt sorgfältig portionenweise Natriumbicarbonat hinzu, bis ein Bodensatz davon sichtbar ist, und führt die Titration aus, wie in der vorhergehenden Arbeit angegeben.

Auch hier wird ein für allemal ein blinder Versuch ausgeführt und der dabei gefundene minimale, kaum 0,1 cm³ betragende Wert vom Hauptversuch abgezogen.

Der Glucosegehalt wird in der Tabelle 2 abgelesen.

Das Resultat wird durch Saccharose, Lactose und Maltose nur sehr wenig beeinflusst. Für je 100 mg der drei Zuckerarten sind folgende Mengen 0,1 n-Jodlösung abzuziehen:

für Saccharose . . .	0,165 cm ³
» Lactosehydrat . . .	0,30 »
» Maltosehydrat . . .	0,85 »

Fructose reduziert *Barfæds* Reagens, und zwar stärker als Glucose, sodass durch Invertzucker bei niedrigen Gehalten 1,26, bei mittleren 1,27 und bei den höchsten 1,28 Mal mehr Cuprooxyd ausgeschieden wird als durch Glucose.

Im folgenden mögen einige Anwendungen der Methode gegeben werden:

Untersuchung von Malzextrakt.

Die Kohlenhydrate, welche in diesem Präparat regelmässig enthalten sind, setzen sich zusammen aus Glucose, Maltose und Dextrin. Wir bestimmen sie durch Kombination des vorliegenden Verfahrens mit meiner titrimetrischen Zuckerbestimmungsmethode, und zwar ist in diesem Falle neben der direkten Reduktion noch die Reduktion nach starker Inversion auszuführen.

Bei der *direkten Reduktion* verbrauchten 20 cm³ einer 1%igen Lösung 20,29 cm³ 0,1 n-Jodlösung.

Bei der *Reduktion mit Barfæd's Reagens* verbrauchten 20 cm³ der 1%igen Lösung 4,36 cm³ 0,1 n-Jodlösung, woraus sich nach Tabelle 2 ein Wert von 19,4 mg Glucose berechnet.

19,4 mg Glucose entsprechen nach der allgemeinen Zuckertabelle (siehe vorhergehende Arbeit, Tabelle 5) 5,97 cm³ 0,1 n-J. Wenn wir diesen Betrag vom Jodverbrauch bei der direkten Reduktion abziehen, erhalten wir die cm³ Jodlösung, welche der Maltose entsprechen. Es sind dies $20,29 - 5,97 = 14,32$ cm³ 0,1 n-J. Diese Jodmenge entspricht nach Tabelle 5 85,7 mg Maltosehydrat.

Da, wie wir gesehen haben, 100 mg Maltosehydrat die Reduktion der Glucose mit *Barfæd's Reagens* um 0,85 cm³ erhöhen, würden wir in Abwesenheit der Maltose $0,85 \cdot 0,857 = 0,72$ cm³ weniger Jod, also 3,64 Jodlösung gebraucht haben. Dieser Betrag entspricht 16,2 mg oder 8,1% Glucose.

Nach diesem korrigierten Glucosewert müssen wir nun die Maltose nochmals berechnen. Die 16,2 mg Glucose entsprechen nach der allgemeinen Tabelle 4,97 cm³ 0,1 n-J. Nach Abzug dieses Betrages von 20,29 verbleiben 15,32 cm³ für die Maltose. Sie entsprechen 91,7 mg oder 45,85% Maltosehydrat.

Um nun auch noch das Dextrin zu bestimmen, führen wir die *starke Inversion*¹⁾ durch. 50 cm³ unserer 1%igen Lösung werden mit 25 cm³ 3 n-Salzsäure $\frac{3}{4}$ Stunden im siedenden Wasserbad erhitzt und nach dem Neutralisieren auf 100 cm³ aufgefüllt. 20 cm³ dieser Lösung verbrauchen 25,78 cm³ 0,1 n-Jodlösung, entsprechend 78,84 mg Glucose. Hiervon sind abzuziehen die Glucose (8,1 mg) und die Maltose (45,85 mg), und zwar letztere ohne irgendwelche Korrektur, da 1 Gewichtsteil (1 Mol.) Maltosehydrat 1 Gewichtsteil (2 Mol.) Glucose entspricht. Wir erhalten so einen Rest von 24,89 mg Glucose, welcher dem vorhandenen Dextrin entspricht. Nach Multiplikation mit 0,9 ergeben sich 22,40 mg oder 22,40% Dextrin.

Die Resultate wurden nun noch mit der Hypojoditmethode von *Kolt-hoff*²⁾ zur Bestimmung von Glucose neben Fructose kontrolliert. Der Jodverbrauch betrug für 0,1 g Malzextrakt 3,31 cm³ 0,1 n, während sich aus der oben gefundenen Glucose und Maltose berechnen:

$$\begin{aligned} &\text{für Glucose } 0,90 \text{ cm}^3, \text{ da } 1 \text{ cm}^3 \text{ 0,1 n-J} = 9 \text{ mg,} \\ &\text{für Maltose } 2,45 \text{ cm}^3, \text{ da } 1 \text{ cm}^3 \text{ 0,1 n-J} = 18 \text{ mg.} \\ &\text{Summe } 3,55 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Auch die der starken Inversion unterworfenene Lösung wurde nach *Kolt-hoff* geprüft. Man fand 8,76 cm³ 0,1 n-Jodlösung, entsprechend 78,48 mg Glucose gegenüber dem oben gefundenen Wert von 78,84 mg.

Die Uebereinstimmung ist also in beiden Fällen eine ausgezeichnete, was für die Richtigkeit der Bestimmungen spricht.

¹⁾ *Th. von Fellenberg*, Mitt. 11, 149, 120.

²⁾ *Z. U. N. G.* 45, 135, 1923.

Die Gesamtanalyse des Malzextraktes ergab folgendes Bild. Das Maltosehydrat rechnen wir dabei durch Multiplikation mit 0,95 in wasserfreie Maltose um.

	%
Glucose	8,10
Maltose, wasserfrei	43,56
Dextrin	22,40
Protein	3,50
Asche	1,50
Wasser	22,12
	101,18

Das Gesamtergebnis ist um 1,2% zu hoch ausgefallen. Die Wasserbestimmung wurde durch Trocknen bei 104° über Nacht vorgenommen, wobei eine kleine Zersetzung eingetreten sein mag. Dadurch würde ein zu niedriger Gehalt an Trockensubstanz erhalten worden sein.

Gemäss diesen Ausführungen lässt sich folgende *Vorschrift für die Bestimmung der Kohlenhydrate in Malzextrakt* aufstellen:

Man bestimmt die direkte Reduktion, die Reduktion mit *Barfæd's* Reagens und die Reduktion nach starker Inversion. Es ist für die Berechnung vorteilhaft, wenn für alle drei Bestimmungen gleiche Malzextraktmengen, z. B. je 0,1 g, zur Reaktion gelangen.

Es sei: Direkte Reduktion = a cm³ 0,1 n-J
 Reduktion mit *Barfæd's* Reagens . . . = b » »
 Reduktion nach der starken Inversion . = c » »
 Allgemeine titrimetrische Zuckertabelle = Tab. 1
 Tabelle für *Barfæd's* Reagens . . . = Tab. 2

Man berechnet b nach Tab. 2 als Glucose (Rohglucose), rechnet diese nach Tab. 1 wieder in cm³ 0,1 n-J um, subtrahiert diesen Jodverbrauch von a, berechnet die Differenz als Maltose (Rohmaltose), subtrahiert für je 100 mg Maltose 0,85 cm³ von b und berechnet die Differenz wieder nach Tab. 2 als Glucose (Reinglucose).

Man berechnet nun, welchem Jodgehalt die Reinglucose nach Tab. 1 entspricht, subtrahiert diesen Betrag von a und berechnet die Differenz nach Tab. 1 als Maltose (Reinmaltose).

Es wird nun c nach Tab. 2 als Glucose berechnet. Davon werden Reinglucose + Reinmaltose subtrahiert; die Differenz wird durch Multiplikation mit 0,9 in Dextrin umgerechnet.

Untersuchung von Stärkesirup.

Wir gehen vor wie bei Malzextrakt. Es ist:

Direkte Reduktion, mit 0,1 g Material a = 11,56 cm³ 0,1 n-J
 Reduktion mit *Barfæd's* Reagens, mit 0,1 Material b = 3,97 » »
 Reduktion nach der starken Inversion, mit 0,05 g Material c = 15,11 » »

Die Rechnung ergibt, wie oben durchgeführt:

Glucose	16,25 %	
Maltosehydrat	40,85 %	oder wasserfreie Maltose 38,81 %
Dextrin	33,80 %	

Das Verhältnis der Kohlenhydrate steht bei dem Malzextrakt und dem Stärkesirup in folgendem Verhältnis:

	Glucose	Maltose, wasserfrei	Dextrin
Malzextrakt	10,8	59,0	30,2
Stärkesirup	18,3	43,7	38,0

Bei Malzextrakt haben wir 5,5 Mal mehr Maltose als Glucose, bei Stärkesirup nur 2,4 Mal mehr. Diese Verhältniszahlen können natürlich je nach der Herstellungsart innert gewissen Grenzen wechseln.

Untersuchung von Malzbonbons.

Wir gehen ähnlich vor wie bei der Untersuchung von Malzextrakt. Die Berechnung kompliziert sich aber dadurch, dass neben der Maltose auch Saccharose vorhanden ist, welche die Reduktion mit *Barfæd's* Reagens erhöht.

Zur Bestimmung der Saccharose ist die schwache Inversion erforderlich. Auf die Ausführung der starken Inversion zur Bestimmung des Dextrins wurde verzichtet, weil befürchtet wurde, die Fehler könnten angesichts der kleinen Dextrinmenge etwas gross werden, da vom Reduktionswert abzuziehen wären: Glucose und Maltose als Glucose berechnet, ferner Saccharose bzw. Invertzucker unter Berücksichtigung des Umstandes, dass 16,2% davon zerstört sind. Ich zog daher vor, das Dextrin nach der Summe des Glucose- und Maltosegehalt abzuschätzen.

Es wurde gefunden:

Direkte Reduktion mit 0,5 g Material	a =	9,92 cm ³ 0,1 n-J
Reduktion mit <i>Barfæd's</i> Reagens mit 0,5 Material	b =	2,81 » »
Reduktion nach schwacher Inversion mit 0,1 g Material	c =	30,59 » »

Vor allem müssen wir den annähernden Saccharosegehalt kennen lernen, um danach die Saccharosekorrektur an b anbringen zu können. Prinzipiell gibt der Jodverbrauch $c - a$, als Saccharose berechnet, den Gehalt an. Da aber der Wert von a mit einer 5 Mal so grossen Materialmenge gewonnen wurde wie c, müssen wir ihn zuerst entweder als Glucose oder Maltose — es ist gleichgültig, als welchen der beiden Zucker — berechnen, diesen Betrag durch 5 dividieren und wieder in den entsprechenden Jodwert umwandeln, welcher dann von c abzuziehen ist.

Führen wir die Rechnung mit Maltose durch. $b = 9,92 \text{ cm}^3 \text{ 0,1 n-J}$ entspricht 60,22 mg Maltose. $\frac{1}{5}$ davon ist 12,04 mg. Diese Zuckermenge entspricht 1,86 cm³ 0,1 n-Jod. Subtrahieren wir 1,86 von 30,59, so bleiben 28,73 cm³, welche 84,39% Saccharose entsprechen. Da der Wert b mit der 5fachen Materialmenge erhalten worden ist, kommen dort $5 \times 84,4$ oder

422 mg Saccharose in Reaktion. Durch Multiplikation von 422 mit 0,185 und Division durch 100 ergibt sich eine Korrektur von 0,78 cm³ für b. Ziehen wir diesen Wert von b ab, so bleiben 2,81—0,87 = 2,03 cm³ 0,1 n-J.

Die übrige Berechnung ist gleich wie bei Malzextrakt. Die Rohglucose aus 2,03 cm³ ist 9,1 mg. Diese entsprechen nach der allgemeinen titrimetrischen Zuckertabelle 2,75 cm³ Jod. Nach Abzug dieses Betrages von a verbleiben 7,17 cm³, woraus sich 44,22 mg Rohmaltose berechnen. Diese Maltose erfordert einen weitem Abzug von b um 0,85 · 0,44 = 0,38 cm³ (Maltosekorrektur). Es ergeben 2,03—0,38 = 1,67 cm³ Jod. Nach der *Barfæd*-Tabelle berechnet sich daraus 7,45 mg oder 1,49% *Reinglucose*.

Wir berechnen nun die Saccharose nochmals an Hand der erhaltenen Werte für Glucose und Maltose. Die schwache Inversion ergab, wie erwähnt, mit 0,1 g Material 30,59 cm³ 0,1 n-Jodlösung. Davon müssen wir den Jodverbrauch der Glucose und Maltose abziehen. Auf 0,1 g Material kommen 1,49 mg Glucose, entsprechend 0,47 cm³ Jodlösung und 9,53 mg Maltose, entsprechend 1,47 cm³ Jodlösung. Die letzte Zahl ist noch mit 1,04 zu multiplizieren, da die Maltose bei der Inversion ihre Wirkung um 4% erhöht. Wir erhalten dann 1,53 cm³. Nach Abzug dieser Jodmenge von dem nach der schwachen Inversion erhaltenen Betrag verbleiben 28,65 cm³, entsprechend 84,15% Saccharose, was mit dem roh berechneten Wert von 84,39% gut übereinstimmt.

Zur Abschätzung des Dextrins gehen wir folgendermassen vor. Bei Malzextrakt betrug die Summe von Glucose und Maltose 51,66%. Es kamen auf diese Menge 22,4% Dextrin. Wenn wir bei den Malzbonbons, welche aus der gleichen Fabrik stammen, dasselbe Verhältnis annehmen, kommen wir auf einen Dextringehalt von 4,56%.

Die Gesamtanalyse ergibt:

	%
Glucose	1,49
Maltose, wasserfrei	9,06
Dextrin, berechnet	4,56
Saccharose, berechnet . . .	84,15
Protein	0,07
Asche	0,43
Wasser, aus der Differenz	0,24

Nachprüfung der gravimetrischen Maltosebestimmung nach Wein.

Von Dr. C. ZÄCH.

(Mitteilung aus dem Laboratorium des Eidg. Gesundheitsamtes in Bern,
Vorstand: Prof. Dr. J. Werder.)

Die gravimetrische Maltose-Bestimmung nach *E. Wein*¹⁾, wie sie im schweizerischen Lebensmittelbuch (3. Aufl.) steht, hat gewisse Mängel, auf

¹⁾ Allg. Brauer- und Hopfenzeitung 25, 136 (1885); Z. anal. Chem. 26, 255 (1887).