

Zur Methodik der Harnzuckerbestimmung.

Von

Ivar Bang und Gösta Bohmannsson.

(Aus dem medizinisch-chemischen Institute der Universität Lund.)

(Der Redaktion zugegangen am 16. November 1909.)

Vor etwa drei Jahren hat der eine von uns¹⁾ ein Verfahren zur Zuckerbestimmung veröffentlicht, welches darauf beruht, daß Kupferoxydul bei Gegenwart von Rhodan als Kupferrhodanür ausgeschieden wird, wenn Alkalicarbonate und keine fixen Alkalien dabei sind. Weiter wird das Kupferrhodanür durch überschüssiges Rhodankalium als farblose Verbindung, in Lösung gehalten. Da es nun vorteilhaft ist, immer mit einem Überschuß von Kupferoxyd zu arbeiten, enthält die Titrierflüssigkeit mehr Kupferoxyd, als der Zucker es verlangt. Demgemäß bleibt auch nach beendigter Reduktion die Lösung fortwährend ganz klar und mehr weniger stark blau, weshalb man mit einer Hydroxylaminlösung bis farblos zurücktitriert. Da die Hydroxylaminlösung auf die Kupferlösung genau eingestellt ist, entspricht die Differenz zwischen der verbrauchten Menge von beiden der vom Zucker reduzierten Kupferlösung. Aus einer empirisch festgestellten Tabelle läßt sich die der verbrauchten Hydroxylaminlösung entsprechende Zuckerquantität direkt ablesen.

Wir finden es nicht überflüssig, an das Prinzip dieser Methode zu erinnern, weil neulich Grube²⁾ in einem Werke, welches einen zuverlässigen Führer bei der Laboratoriumsarbeit darzustellen beabsichtigt, eben die Voraussetzung der Methode ganz unzutreffend charakterisiert hat.

¹⁾ Bang, Biochem. Zeitschrift, Bd. II, S. 271.

²⁾ Grube, Abderhaldens Handbuch d. biochem. Arbeitsmethoden, Bd. II, 2. Teil, S. 170.

Daß diese Methode für reine Zuckerlösungen äußerst bequem und sehr genau ist, wenn man vorschriftsmäßig arbeitet, haben die Kontrolluntersuchungen von Jessen-Hansen¹⁾ u. a. dargetan.

Daß die Methode auch zur Bestimmung des Harnzuckers brauchbar und den übrigen Reduktionsmethoden überlegen wäre, war schon a priori sehr wahrscheinlich, da der einzige Unterschied eigentlich nur darin besteht, daß man hier bei Gegenwart von Alkalicarbonaten, dort bei Gegenwart von fixen Alkalien arbeitet. Da aber bekanntlich auch andere Harnbestandteile als Zucker Fehlings Lösung reduzieren, mußte man darauf vorbereitet sein, daß eine ähnliche «falsche» Reduktion hier vorkäme. In der Tat konnte auch der eine von uns²⁾ zeigen, daß bei der Methode von Bang 10 mg Harnsäure wie 3,5 mg Dextrose und 10 mg Kreatinin wie 7 mg Dextrose reduzierten.

Durch die Untersuchung der reduzierenden Stoffe im normalen Menschenharn stellte weiter Lavesson³⁾ fest, daß die normale durchschnittliche Reduktion bei Männern 0,24% Zucker, bei Frauen 0,21% Zucker und bei Kindern 0,19% Zucker entspricht. Weiter zeigte er, daß von der totalen Reduktion etwa 18% auf Traubenzucker, etwa 8% auf die Harnsäure, etwa 25% auf Kreatinin und nicht weniger als etwa 50% auf unbekannte Harnbestandteile kamen. Bohmannsson⁴⁾ hat später erwiesen, daß diese «Restreduktion» hauptsächlich Urochrom entspricht.

Die Methode hat sich nach und nach eingebürgert und von verschiedenen Stellen sind Untersuchungen veröffentlicht, welche die Brauchbarkeit derselben für Harnzuckerbestimmung erwiesen haben. Ausführlichere Versuche sind in erster Linie von Dilg⁵⁾ mitgeteilt.

Gegenüber der allgemeinen Zustimmung hat aber Funk⁶⁾

¹⁾ Jessen-Hansen, Biochem. Zeitschrift, Bd. X, S. 249.

²⁾ Bang, Berl. klin. Wochenschrift, 1907, Nr. 8.

³⁾ Lavesson, Biochem. Zeitschrift, Bd. IV, S. 39.

⁴⁾ Bohmannsson, Biochem. Zeitschrift, Bd. XIX, S. 281.

⁵⁾ Dilg, Münch. med. Wochenschrift, 1908, Nr. 24.

⁶⁾ Funk, Diese Zeitschrift, Bd. LVI, S. 507.

ein absprechendes Urteil über dieselbe, insofern es die Bestimmung von Harnzucker angeht, abgegeben. Funk hat bei Vergleichen mit der Bertrandschen und Bangschen Methode gefunden, daß letztgenannte zu hohe Werte gibt. Nun ist es, wie Andersen¹⁾ ganz richtig bemerkt, nicht leicht einzusehen, warum die Bertrandsche Methode, welche von der Fehlingschen Lösung ausgeht, bessere Resultate geben soll, da bekanntlich auch der normale Harn dank seinem Gehalte an Traubenzucker, Harnsäure und Kreatinin — und wir können zufügen Urochrom — die Fehlingsche Lösung reduziert. Zwar konnte man denken, daß das gebildete Kupferoxyd in Lösung gehalten bleibt. In diesem Falle aber geht man von der unbewiesenen Voraussetzung aus, daß nur der Teil der Gesamtreaktion, welcher der normalen Reduktion entspricht, in Lösung bleibt, während das dem Traubenzucker bedingte Cu_2O ausgeschieden wird.

Weiter ist es ganz falsch, wenn Funk angibt, daß Bang selbst zugibt, daß die Endreaktion im Harn schwer zu beurteilen ist. Bang hat gesagt, daß die Endreaktion im Harn nicht so scharf wie bei reinen Zuckerlösungen ist, daß man aber dieselbe auf 0,5 ccm oder ca. $\frac{1}{2}$ mg Zucker beurteilen kann, was für praktische Zwecke vollständig genügt.

Es ist weiter unrichtig, wenn Funk die normale Harnreduktion nach Bangs Methode auf 0,2—0,4% schätzt. Wenn er hierbei Dilg zitiert, hat Dilg 0,2—0,3% angegeben, und Lavesson nach Untersuchung von 60 Harnen 0,2%. (Wir haben bei 30 Harnen durchschnittlich 0,21% gefunden.) Wenn zuletzt Funk bei Fieberharnen eine Totalreduktion von 0,6 bis 0,8% gefunden hat, ohne daß sie Zucker enthielten, sind diese Ziffern weit höher, als wir bei Untersuchung von 20 ähnlichen Harnen gefunden haben. Es ist auch zu bemerken, was Funk unterlassen hat, daß man solche Harne überhaupt nicht nach Fehling oder Bertrand titrieren (auch nicht wenn sie Zucker enthalten) kann, weil das gebildete Cu_2O hier in Lösung gehalten wird (siehe auch unten). Es ist eine alte be-

¹⁾ Andersen, Biochem. Zeitschrift, Bd. XV, S. 76.

kannte Tatsache, daß man solche Harne nur nach Knap titrieren kann (sie lassen sich auch nach Bang ohne Schwierigkeit titrieren). Selbstverständlich steht es Funk wie jedem anderen frei, eine andere Methode vorzuziehen, nur ist daran zu erinnern, daß seine Beurteilung nicht objektiv ist.

Schon aus den Arbeiten aus dem hiesigen Institut geht also hervor, daß man bei der Harnzuckerbestimmung mit einer normalen Harnreduktion von etwa 0,2% zu rechnen hat und weiter, daß die Eigenfarbe des Harns die Endreaktion derartig beeinflußt, daß man dieselbe nur auf ca. 0,5 ccm gegenüber 0,1 ccm bei reinen Zuckerlösungen schätzen kann. Obwohl dies für die meisten praktischen Zwecke genügt, soll zugegeben werden, daß Verbesserungen wünschenswert sind.

Als eine solche Verbesserung ist Andersens Modifikation anzusehen. Andersen¹⁾ schlägt den Harn mit Quecksilbernitrat nieder und entfernt das überschüssige Quecksilber durch Natronlauge und Schütteln mit Zink. Durch die Hg-Behandlung werden die meisten Stoffe, welche die falsche Reduktion veranlassen, entfernt, und man bekommt zugleich einen ziemlich vollständig entfärbten Harn. Gegen das Verfahren läßt sich anführen, daß es ziemlich zeitraubend ist, und zweitens wird der Harn verdünnt, was bei zuckerreichen Harnen zwar nichts schadet. Kommt aber nur wenig Zucker vor, ist eine solche Verdünnung nicht gerade wünschenswert. Und es soll beiläufig bemerkt sein, daß eben solche zuckerarmen Harne ein bedeutendes wissenschaftliches Interesse darbieten.

Wir haben deswegen uns bemüht, ein Verfahren ausfindig zu machen, durch welches man in kurzer Zeit bequem die übrigen reduzierenden Harnbestandteile entfernen kann, und zugleich den Harn so vollständig entfärbt, daß man denselben ebenso scharf wie eine reine Zuckerlösung titriert.

Das Verfahren besteht darin, daß man den Harn mit Kohle bei Gegenwart von Salzsäure schüttelt, welches Verfahren von Bohmannsson²⁾ früher für den exakten qualitativen Nachweis des Harnzuckers ausgearbeitet worden ist.

¹⁾ Andersen, l. c.

²⁾ Bohmannsson, l. c.

Aus Bohmannssons Untersuchungen geht nämlich hervor, daß Knochenkohle bei Gegenwart von 5%iger Salzsäure keinen Zucker absorbiert, dagegen wird der Harn ziemlich vollständig entfärbt und zuletzt werden von der Harnsäure ca. 80% und von dem Kreatinin ca. 70% hierdurch entfernt, welche beide mit dem Urochrom zusammen die wesentlichen reduzierenden Stoffe des normalen Harnes bilden.

In der folgenden Tabelle (s. Seite 448) sind die Ergebnisse der Bestimmung der Totalreduktion vor und nach dem Schütteln mit 10% Knochenkohle nach Zusatz von HCl bis 5%, sowie der Gehalt an Zucker (Titration vor und nach der Gärung) zusammengestellt. Nach dem Schütteln mit Knochenkohle wurde gleich filtriert, und nach der Neutralisation titriert. Sämtliche Harnen waren sehr konzentriert (sp. Gew. 1,020—1,032) und gaben eine positive, obwohl meistens «falsche», Almén'sche Reaktion.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß nach Schütteln mit Knochenkohle die Gesamtreduktion von 0,34% bis 0,22% oder durchschnittlich 36% abgenommen hat. Selbst wenn man von dem Traubenzucker absieht, welcher selbstverständlich zurückbleiben soll und muß, bleibt doch die Hälfte der Gesamtreduktion zurück oder ca. 0,18%. Weiter wird der Harn durch Schütteln zwar gut, aber nicht vollständig entfärbt. Man kann deswegen keine so scharfe Endreaktion wie bei reinen Zuckerlösungen bekommen.

Bei sämtlichen 20 Harnen wurde die Worm-Müllersche Probe angestellt. Hierbei wird, wie bei Bertrand, ein Überschuß von Kupferlösung hinzugesetzt. Von den 20 Harnen bekam man nur zweimal eine annähernd typische Ausscheidung von Oxydul. Bei den übrigen 18 Harnen (und zwar auch bei den zuckerhaltigen) wurde das Oxydul nicht ausgeschieden. Daß die Probe überall positiv war (d. h. daß das Kupferoxyd reduziert wurde), zeigte die konstante gelbgrüne bzw. braun-gelbgrüne Mißfärbung der Lösung. Man kann also ruhig sagen, daß eine Titration ad modum Fehling mit Modifikation von Bertrand oder anderen hier ganz unmöglich war.

Ein Vergleich mit Andersens Ergebnissen zeigt, daß die Hg-Methode die Gesamtreduktion — abgesehen von Zucker —

Tabelle I.

Harn Nr.	Totalreduktion als Glukose berechnet					Trauben- zucker in mg
	a) vor	b) nach		c) nach		
		Schütteln mit Kohle		Gärung und Schütteln		
	I. Absolute Werte	II. Proz. Vermin- derung	I. Absolute Werte	II. Proz. Vermin- derung		
	mg	mg	%	mg	%	
1	20,3	11,0	45,8	9,5	53,2	1,5
2	39,6	16,7	58,0	16,7	58,0	0
3	32,6	18,4	43,5	14,8	54,6	3,6
4	38,7	29,1	25,0	27,0	30,0	2,1
5	34,3	17,8	48,0	14,9	56,5	2,9
6	20,1	10,9	45,8	8,7	56,7	2,2
7	33,2	21,3	36,0	10,5	68,4	10,8
8	44,4	33,1	26,0	28,6	35,6	4,5
9	30,2	22,1	26,8	15,2	49,7	6,9
10	34,4	19,5	43,3	16,7	51,5	2,8
11	38,4	28,5	26,0	24,2	37,0	4,3
12	28,1	16,7	40,5	9,5	66,2	7,2
13	37,0	14,2	61,6	2,6	93,0	11,6
14	32,0	25,0	22,0	20,8	35,0	4,2
15	41,0	29,8	27,4	15,2	62,9	14,6
16	53,4	40,8	25,0	36,2	32,2	4,6
17	29,2	23,5	19,6	18,9	35,3	4,6
18	41,2	29,5	28,4	24,9	39,6	4,6
19	29,6	19,0	35,8	15,1	49,0	3,9
20	25,8	11,8	54,2	9,2	64,3	2,6
Durchschnitt	34,2	21,9	36,0	17,0	49,7	5,1

auf ca. 50% herabsetzt oder 14% besser als die unsere. Schätzt man den Traubenzuckergehalt auf ca. 15%, lassen sich also durch Andersens Methode $\frac{2}{3}$ der Verunreinigungen nach unserem Verfahren um die Hälfte entfernen.

Wenn also Andersens Verfahren die besseren Ergebnisse liefert, fragt es sich, in wie weit unsere Methode einer

Verbesserung fähig ist, ohne daß man hierbei die Vorteile der Bequemlichkeit aufgeben muß.

Zu dem Ende haben wir den Effekt verschiedener Kohlensorten näher studiert, nämlich: Ruß, Holzkohle, Knochenkohle und Blutkohle. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Ergebnisse:

Tabelle II.

A.	Glukoselösung ohne Zusatz	0,124%	Zucker
	» + 5% Ruß	0,125%	»
	» + 5% Holzkohle	0,124%	»
	» + 5% Knochenkohle	0,103%	»
	» + 5% Blutkohle	0,094%	»
	» + 5% Knochenkohle + 5% HCl	0,125%	»
	» + 5% Blutkohle + 5% HCl	0,126%	»
B.	» ohne Zusatz	0,48%	»
	» + 5% Ruß	0,48%	»
	» + 5% Holzkohle	0,46%	»
	» + 5% Knochenkohle	0,44%	»
	» + 5% Blutkohle	0,42%	»
	» + 5% Knochenkohle + 5% HCl	0,48%	»
	» + 5% Blutkohle + 5% HCl	0,48%	»
	» + 10% » + 5% »	0,48%	»

Aus Tabelle II geht hervor, daß weder Ruß noch Holzkohle ohne Salzsäure Zucker absorbieren (und auch nicht bei Gegenwart von Säure), während Blutkohle ohne Salzsäure etwas mehr als Knochenkohle absorbiert. Bei Gegenwart von 5% HCl wird von beiden kein Zucker aufgenommen.

Ganz analog verhalten sich die 4 Kohlensorten gegenüber den übrigen reduzierenden Harnbestandteilen.

Tabelle III.

Harn Nr.	Ursprüng- liche Total- reduktion mg	Proz. Verminderung der Reduktion nach Schütteln mit			
		10% Ruß %	10% Holzkohle + 5% HCl %	10% Knochenkohle + 5% HCl %	10% Blutkohle + 5% HCl %
21	30,2	12,6	14,6	—	54,0
22	28,3	9,6	9,7	34,0	49,0
23	33,1	8,4	10,0	40,0	55,6

Wir sehen also, daß Blutkohle bedeutend bessere Ergebnisse als Knochenkohle geschweige denn Ruß oder Holzkohle aufweisen kann.

Obwohl nicht wahrscheinlich, haben wir doch die Frage berücksichtigt, inwieweit Blutkohle mit HCl zusammen Zucker aus dem Harn aufnimmt. Die Versuche wurden derartig angestellt, daß die Zuckerkonzentration der Harne mit und ohne Zusatz von Zucker durch Bestimmung der Totalreduktion vor und nach Gärung festgestellt wurde.

Tabelle IV.

Harn Nr.		Totalreduktion		Glukose in mg	Totalreduktion vor Gärung nach Schütteln mit 5% Blutkohle + 5% HCl mg
		vor Gärung mg	nach Gärung mg		
24		23,0	20,4	2,6	13,6
25		25,1	22,1	3,0	15,5
24	+ Glukose	37,4	20,5	16,9	30,6
25	+	41,6	22,3	19,3	34,9

Nach Schütteln mit Blutkohle + HCl ist also gefunden: bei Harn No. 24 $30,6 \div 13,6 = 17,0$ mg und durch Gärung 16,9 mg. Bei Harn No. 25 $34,9 \div 15,5 = 19,5$ und durch Gärung 19,3 — eine vollkommene Übereinstimmung.

Blutkohle ist also ebenso zuverlässig wie Knochenkohle, bedingt aber eine bessere Entfernung der übrigen reduzierenden Harnbestandteile.

Es fragt sich weiter, wie lange man nach dem Zusatz von Kohle mit der Filtration am besten abwarten soll. In den folgenden Versuchen wurden die Harne verschieden lange Zeit damit geschüttelt. Hier, wie sonst überall, wo nicht anders bemerkt ist, wurden 5% HCl hinzugefügt.

Je länger man schüttelt, um so besser die Resultate. Wir haben uns ganz willkürlich für 5 Minuten entschieden, um das Verfahren so bequem wie möglich zu machen. Es steht aber nichts dagegen, das Schütteln längere Zeit fortzusetzen.

Tabelle V.

Harn Nr.	Ursprüngliche Totalreduktion mg	Reduktion nach Schütteln mit 10% Blutkohle + 5% HCl		Minuten geschüttelt
		a) absolute mg	b) Proz. Ab- nahme %	
23	33,1	14,1	57,4	1
23	33,1	13,9	58,1	5
23	33,1	13,6	58,9	10

Endlich haben wir auch der Bequemlichkeit wegen untersucht, ob man vielleicht die Neutralisation der sauren Lösung nach Filtration unterlassen kann. Theoretisch dürfte man erwarten, daß dies der Fall wäre, weil die Kupferlösung sehr reich an Monocarbonat ist. Die Experimente haben auch unsere Vermutung bestätigt.

Tabelle VI.

Harn Nr.	Totalreduktion nach und ohne Neutralisation	
	mg	mg
27	39,4	39,6
16	53,0	53,4

Die Harnen wurden mit HCl bis 5% versetzt und teils mit K_2CO_3 neutralisiert, teils mit einer entsprechenden Menge Wasser verdünnt. Wenn man aber die Neutralisation unterlassen will — und nichts steht dagegen — ist es notwendig zu beachten, daß man den sauren filtrierte Harn zu der Kupferlösung hinzusetzt und nicht vice versa. Das Gesamtvolumen soll wie gewöhnlich 60 ccm betragen.

In der folgenden Tabelle haben wir die Ergebnisse der Untersuchung von 30 Harnen vor und nach Schütteln mit Blutkohle und Salzsäure zusammengestellt. Zum Vergleich haben wir überall die Resultate der Behandlung mit Knochenkohle beigefügt. Hierzu haben wir nur normale Harnen benutzt und zwar nicht immer hochgestellte solche, sondern sowohl schwach wie stark reduzierende Harnen. Durchschnittlich war die Totalreduktion 0,21%, also dieselbe Ziffer, wie Lavesson gefunden hat.

Tabelle VII.

Harn Nr.	Ursprüng- liche Total- reduktion mg	Absolute Reduktion nach Schütteln mit 10%		Proz. Abnahme der Reduktion	
		a) Knochen- kohle + 5% HCl mg	b) Blutkohle + 5% HCl mg	a) Knochen- kohle %	b) Blutkohle %
21	30,2	—	14,5	—	54,0
22	28,3	18,7	14,4	34,0	49,0
23	33,1	19,9	14,7	40,0	55,6
24	23,0	—	14,4	—	34,9
25	25,1	18,9	15,9	25,0	34,3
26	26,8	19,2	13,4	28,4	50,0
27	21,8	18,3	13,5	16,0	39,2
28	36,1	24,4	20,0	32,2	45,0
29	27,1	21,0	14,8	22,3	45,3
30	21,7	16,2	11,6	25,4	46,6
31	24,2	17,4	12,1	28,1	56,0
32	22,9	18,0	8,7	21,4	62,4
33	15,3	9,3	8,9	39,2	39,6
34	28,3	19,3	16,0	35,4	43,8
35	20,1	14,3	11,7	28,9	41,7
36	14,4	10,2	8,3	29,2	42,4
37	18,0	12,6	10,0	30,0	44,4
38	14,8	11,0	10,2	25,8	39,5
39	22,4	12,4	10,3	44,4	34,4
40	17,5	12,1	8,1	30,9	53,8
41	13,3	10,0	7,1	24,8	46,6
42	21,8	12,7	8,4	41,7	61,5
43	12,2	6,0	2,0	50,8	83,6
44	10,2	3,2	1,6	68,6	84,3
45	18,5	14,1	9,3	23,9	50,1
46	17,4	7,7	3,8	65,8	78,2
47	18,6	—	9,3	—	50,0
48	7,4	3,9	3,9	47,4	47,3
49	17,0	12,4	9,8	27,1	42,9
50	14,9	10,3	8,3	30,9	44,3
Durch- schnitt	20,7	13,5	10,5	34,8	49,5

Aus der Tabelle VII geht erstens hervor, daß die durchschnittliche Reduktionsverminderung durch Knochenkohle ungefähr denselben Betrag wie bei hochgestellten Harnen (Tabelle III) ausmacht (34,8% gegen 36% Abnahme). Weiter hat sich Blutkohle überall weit besser als Knochenkohle bewährt. Dies auch in der Beziehung, daß die Entfärbung durch Blutkohle immer eine absolut vollständige war. Demgemäß lassen sich die Harnen ebenso scharf wie reine Zuckerlösungen titrieren. Auch ist die absolute Reduktionsverminderung bei Blutkohle sehr zufriedenstellend, indem durchschnittlich nur 0,105% Totalreduktion nach der Blutkohlenbehandlung gefunden worden sind. Hierbei ist daran zu erinnern, daß von diesen 0,105% ein Teil und zwar 0,041% (Lavesson) aus Traubenzucker besteht. Die durch andere Harnbestandteile bedingte Reduktion macht also nur 0,061% aus, ein Betrag, den man auch bei der exakten Harnzuckerbestimmung ruhig vernachlässigen kann.

Es fragt sich dann zuletzt, ob unseres Verfahren dasselbe wie die Hg-Methode erreicht oder nicht. Die Werte Andersens sind in der Tabelle VIII zum Vergleich zusammengestellt.

Tabelle VIII.

Harn Nr.	Ursprüngliche Totalreduktion mg	Reduktion nach Hg-Behandlung	
		a) absolute Werte mg	b) Proz. Verminderung %
1	20	8	60
2	20	7	65
3	17	5	70,6
4	41	22	46,3
5	14	5	64,3
6	10	4	60,0
7	9	5	44,4
8	11	8	27,3
9	12	8	33,3
10	10	6	40
11	20	8	60
Durchschnitt	17	8	50,9

Den absoluten Werten nach ist Andersens Methode etwas besser als unsere (0,08 mg Totalreduktion nach Hg-Behandlung gegen 0,105 nach Schütteln mit Kohle). Doch ist zu bemerken, daß Andersens Harne eine geringere Eigenreduktion vor der Behandlung aufweisen (0,17 gegen 0,21), und die prozentische Abnahme ist ungefähr nach beiden Methoden gleich (50,9% und 49,5%). Eine so geringe Verminderung wie 27,3% (Andersens Harn Nr. 8) haben wir überhaupt nicht beobachtet. Ebenfalls ist der größte absolute Wert nach Hg-Behandlung 22 mg, bei unseren Harnen 20 mg (einmal bei 30 Harnuntersuchungen). Ist also unser Verfahren dem Andersenschen gleichwertig, wenn man die Abnahme der Totalreduktion berücksichtigt, ist es jedenfalls weit bequemer auszuführen als jenes. Und der Vorgang gestaltet sich folgendermaßen:

20 ccm Harn wurden mit 5 ccm 25%iger HCl versetzt und 2 g Blutkohle¹⁾ (ein gestrichener Teelöffel) wurden hinzugefügt. Man schüttelt einigemal während 5 Minuten und filtriert durch ein trockenes Filtrum in ein trockenes Becherglas. Inzwischen sind 50 ccm Kupferlösung nach Bang abgemessen. Von dem Filtrate werden zu dieser 10 ccm hinzugefügt. Übrigens nach Bang. Selbstverständlich ist nichts dagegen, daß man auch den Zucker des Filtrats nach einer anderen Reduktionsmethode bestimmen kann.

¹⁾ Wir haben Blutkohle verwendet, welche ca. 16% Wasser enthielt. Entschieden vorteilhafter ist, die Blutkohle erst bei 100° vollständig zu entwässern und zu pulverisieren. Wir haben uns davon überzeugt, daß derartig getrocknete Blutkohle dasselbe wie feuchte leisten. (Ebenso verhält sich Knochenkohle.)