

III. Zum Gährungssaccharometer.

Von Dr. Max Einhorn,

Arzt am Deutschen Dispensary, New-York.

Im Virchow'schen Archiv habe ich¹⁾ auf die Wichtigkeit der Gährungsprobe zum qualitativen Nachweis von Zucker im Harn hingewiesen. — Später habe ich, um die Gährungsprobe den praktischen Aerzten zugänglicher zu machen, eine Vereinfachung²⁾ derselben vorgenommen, wobei die Schärfe noch immer 1/10⁰/o betrug. Ferner habe ich den Werth der Methode dadurch zu erhöhen gesucht, dass ich neben dem qualitativen Nachweis von Zucker gleichzeitig eine approximative quantitative Bestimmung desselben — durch empirische Feststellung der Scala für das Gasvolumen bei verschiedenem Gehalt an Zucker — im Gährungssaccharometer ermöglichte.

Auf die Fehler dieser Methode für quantitative Bestimmungen habe ich selber bereits im Medical Record hingewiesen; dieselben beruhen hauptsächlich auf den Schwankungen der Temperatur und des Barometers. Allein ich hatte mich damals durch viele Versuche überzeugt, dass diese Uebelstände nicht so bedeutend sind, und dass man für praktische Zwecke jene Fehler vernachlässigen kann.

N. Peltesso³⁾ hat in Deutschland zuerst eine Nachprüfung des Saccharometers vorgenommen und sprach sich für Anstellung der Probe bei höheren Temperaturen (30—37° C) aus.

S. P. Kramer⁴⁾ gab, um eine genauere Bestimmung, als dies im Saccharometer möglich ist, ausführen zu können, einen Apparat an, wo die ganze Menge der entwickelten Kohlensäure aufgefangen wird; die Scala für den Zuckergehalt wurde aus der chemischen Berechnung des Gasvolumens festgestellt. Diese Methode ist jedoch für den praktischen Arzt zu umständlich, für den Chemiker aber überflüssig; denn das genaue Abwägen vor und nach der Gährung giebt noch genauere Resultate.

W. Sokolow⁵⁾ hat eine vergleichende Untersuchung zwischen den Resultaten des Gährungssaccharometers, der Fehling'schen Titrimethode und der Polarisationsbestimmung vorgenommen und fand, dass die Unterschiede sehr unbedeutend sind. Sokolow spricht sehr warm für den Gebrauch des Gährungssaccharometers.

Jos. Fischl⁶⁾ empfiehlt gleichfalls das Gährungssaccharometer wegen der Einfachheit dieses Verfahrens und sagt dabei: Aus eigenen Erfahrungen kann ich angeben, dass vergleichende Bestimmungen mittels dieser Methode und durch Polarisation mittels eines guten Wild'schen Apparates ziemlich übereinstimmende Resultate geliefert haben.“

Litten⁷⁾ findet das Gährungssaccharometer „für vergleichende Zwecke, wie sie der Arzt bei therapeutischen Maassnahmen vorzugsweise im Auge hat, ausserordentlich bequem und brauchbar.“

Die Gährungsprobe hat sich, glaube ich, durch die Vereinfachung der Methode und durch die Ermöglichung einer gleichzeitigen annähernden Zuckerbestimmung in Amerika und auch in vielen Gegenden Europas eingebürgert. In vorliegender Arbeit möchte ich mir erlauben, zunächst auf die Einwände, die gegen das Saccharometer erhoben worden sind, zu erwidern und dann einen neuen Punkt zu besprechen.

Gegen das Gährungssaccharometer haben Th. K. Geissler, L. Lewin und P. Guttman geschrieben. — Geissler⁸⁾ hat eine Nachprüfung des Saccharometers vorgenommen und im allgemeinen kleinere Zahlen gefunden, als mit der Fehling'schen Lösung oder mit der Polarisationsbestimmung. Geissler hat seine Proben bei Temperaturen von 14—18° C vorgenommen. — Diese Temperaturen sind jedoch zu niedrig, und das ist der Grund, weshalb Geissler abweichende Zahlen bekommen hat. — Ich habe in meiner Arbeit im Medical Record gesagt, dass man die Gährungsprobe bei Zimmertemperatur anstellen kann — doch muss natürlich das Zimmer im Winter geheizt sein.

Herrn L. Lewin⁹⁾ möchte ich zur Richtigstellung seiner historischen Richtigstellung, die er folgendermaassen fasst: „In den Jahren 1875 und 1876 habe ich ihn (den Gährungsapparat) bereits für meine Thymoluntersuchungen benutzt Seit vielen Jahren gebrauche ich solche graduirte Röhrchen in meiner toxikologischen Vorlesung. Es kommt mithin Herrn Einhorn am allerwenigsten der Anspruch zu, diese Methode mit seinem Namen zu belegen“ — erwidern, dass die Graduierung an sich nichts mit der Zucker-

bestimmung zu thun hat, und dass das Gährungsröhrchen erst nach der empirischen Feststellung der Scala für die verschiedenen Zuckerwerthe zum Saccharometer geworden ist.

Auf die Arbeit von P. Guttman: „Zur quantitativen Zuckerbestimmung im Harn mittels Gährung“ (Deutsche med. Wochenschr. 1890 p. 7) möchte ich mir erlauben etwas näher einzugehen. Guttman hat durch Hirschfeld eine grössere Anzahl von Versuchen mit dem Saccharometer anstellen lassen. Die Temperaturen waren am Tage bis über 20° C und gingen Nachts bis unter 12—15° C hinunter. Die im Saccharometer gefundenen Werthe waren im allgemeinen kleiner als die durch andere Bestimmungsmethoden ermittelten. — Den Hauptfehler der Zuckerbestimmung mit dem Saccharometer sieht Guttman in meinen Angaben betreffs der Verdünnung, weil dadurch die Fehlerquellen multiplicirt werden. „Endlich werden“, sagt Guttman, „wenn auch selten, Harne von 2 bis 3% bei dauernd niedrigem, unter 1018 bleibendem specifischem Gewicht beobachtet; da diese nach Einhorn's Vorschrift nicht verdünnt zu werden brauchen, so würden sie in dessen Apparat nur 1% Zucker anzeigen.“

So richtig diese Bemerkungen erscheinen, so sind sie doch nicht stichhaltig. — Meinen Angaben gemäss soll die Verdünnung nur bei echt diabetischen Harnen vorgenommen werden, d. h. da, wo nicht die Frage entschieden werden soll, ob Zucker da ist oder nicht, sondern wie viel; es ist auch selbstverständlich, dass, je weniger verdünnt wird, desto genauer das Resultat sein wird; allein die Zahlen, die ich für die Verdünnung angab, bilden das Maximum, womit man auskommt. Es ist auch klar, dass manche Urine mit einem specifischen Gewicht unter 1018 mehr als 1% Zucker enthalten können; dieses wird man jedoch aus dem Resultat der Gährungsprobe im Saccharometer sehen, indem aller Urin aus dem cylindrischen Theil des Apparates verdrängt sein wird; man wird also aus der ersten Probe schliessen, dass der Urin mehr als 1% Zucker enthält, und um die Frage zu entscheiden, wieviel, wird man natürlich genöthigt sein, noch eine Probe mit verdünntem Urin anzustellen — wird aber nicht alles, wie es Guttman meint, mit 1% berechnen.

Während Guttman mit den Resultaten des Saccharometers bei Urinen, die weniger als 1% Zucker enthalten, so ziemlich zufrieden ist, empfiehlt er für die Untersuchung der diabetischen Urine die Roberts'sche Methode. Dieselbe besteht bekanntlich darin, dass das specifische Gewicht des Urins vor und nach der Gährung bestimmt wird; die gefundene Differenzzahl durch 4,3 dividirt, zeigt die Menge des Zuckers in Procenten an. — Die Temperatur soll vor und nach der Gährung die gleiche sein. „Indessen wird es für die gewöhnlichen praktischen Zwecke schon genügen“, sagt Guttman, „wenn man dafür sorgt, dass die Umgebungstemperatur, in welcher das Gefäss vor und nach der Gährung steht, annähernd die gleiche ist“. Nachdem Guttman seine Resultate mit der Roberts'schen Methode angeführt hat, sagt er zum Schluss: „Es weichen also diese Ergebnisse so wenig ab von der absoluten Wahrheit, dass diese geringen Differenzen für praktisch-ärztliche Zwecke nicht in Betracht kommen können. Ich glaube daher, dass die Roberts'sche Methode in der von mir angeführten einfachen, ja denkbar einfachsten Form, als eine in ihren Ergebnissen sichere Methode der quantitativen Zuckerbestimmung im Harn für rein praktische Zwecke Empfehlung verdient.“


Durch die Guttman'sche Arbeit angeregt, habe ich nun von neuem Versuche mit dem Saccharometer angestellt; ein Theil der Versuche sollte dazu dienen, an Harnen mit bestimmtem Zuckergehalt den Ausfall der Gährungsprobe im Saccharometer zu prüfen — dabei haben wir die Temperaturen des Ortes, wo die Gährung von statten ging, genau angegeben; — ein anderer Theil sollte Vergleiche anstellen zwischen den Resultaten des Gährungssaccharometers und der Roberts'schen Methode.

Wir lassen nun der Reihe nach die von uns angestellten Versuche folgen. Die Resultate der Gährungsproben sind stets 24 Stunden nach Anstellung derselben verzeichnet, und die Temperaturen gerade so, wie sie zur Zeit im Zimmer waren, notirt worden.

A. Versuche mit artificiellen Zuckerharnen bei bestimmtem Gehalt an Zucker.

Versuchsnummer.	Bezeichnung des Saccharometers.	Gehalt an Zucker.	Gasmenge nach 24 Stden.	Temperatur.	Bemerkungen.
I.	A.	1/2 ⁰ /o	2 1/5 ccm	24° C	Ein 1% Zuckerharn gab nach Robert's 0,81% Zucker.
	C.	1/4 ⁰ /o	5/10 ccm	„	
	B.	1/2 ⁰ /o	1 4/5 ccm	21° C	
	D.	1/4 ⁰ /o	beinahe 2/5 ccm	„	

1) M. Einhorn, Virchow's Archiv. Bd. 123.
2) M. Einhorn, The Medical Record 1887, January.
3) N. Peltesso, Centralbl. f. Augenheilkunde. October 1887.
4) S. P. Kramer, Medical News 1887, October 22, p. 473.
5) W. Sokolow, Jesédnjewnaja klinitscheskaja Gaseta 1888 No. 30 und 31.
6) J. Fischl, Medicinische Wandervorträge. Heft 15, 1889, p. 3 u. 4.
7) Litten, Deutsche med. Wochenschr. 1890, p. 112.
8) Th. K. Geissler, Wratsch 1889 No. 49.
9) L. Lewin, Deutsche med. Wochenschr. 1890, p. 112.

Versuchsnummer.	Bezeichnung des Saccharometers.	Gehalt an Zucker.	Gasmenge nach 24 Stden.	Temperatur	Bemerkungen.
II.	B. C. D.	$\frac{1}{10}\%$ $\frac{1}{4}\%$ $\frac{1}{2}\%$	$\frac{1}{10}$ ccm über $\frac{1}{5}$ ccm $2\frac{2}{5}$ ccm	22° C " "	A, Controllharn, Gasbläschen = 0. Robert's Methode zeigte bei einem 1% Zuckerharn: $1,15\%$ Zucker.
III.	C. D. E. F.	$\frac{1}{8}\%$ $\frac{1}{4}\%$ $\frac{3}{8}\%$ $\frac{1}{2}\%$	beinahe $\frac{1}{5}$ ccm über $\frac{4}{5}$ ccm $1\frac{3}{5}$ ccm 3 ccm	21—24° C " " "	A, Controllharn = * B = $\frac{1}{20}\%$ Z. =  Robert's Methode zeigte bei einem $\frac{1}{2}\%$ Zuckerharn: $0,93\%$ Zucker.
IV.	B. C. D.	$\frac{1}{2}\%$ 1% $\frac{1}{10}\%$	$2\frac{2}{5}$ ccm 5 ccm $\frac{1}{10}$ ccm	19,4— 20,5° C " "	A, Controllharn = 0.
V.	B. C.	1% $\frac{1}{2}\%$	$4\frac{3}{5}$ ccm 2 ccm	24,5— 27,8° C "	A, Controllharn = * 2°/o Zuckerharn zeigte nach der Roberts'schen Methode $1,86\%$ an.

Diese fünf Versuche, welche bei Urinen mit bekanntem Zucker-gehalt angestellt worden sind, zeigen, dass bei Temperaturen von 19,4—27,8° C die von mir im Medical Record angegebenen Zahlen annähernd richtig sind; auch hier gingen die Schwankungen mit der einzigen Ausnahme von F. in Versuch III nicht über $\frac{2}{5}$ hinaus.

Zugleich mit der Nachprüfung der Scala wurde auch bei 1% , 2% und $\frac{1}{2}\%$ Zucker-gehalt des Harns die Roberts'sche Prüfungsmethode vorgenommen.

1% Zucker zeigte nach Roberts in Versuch I = $0,81\%$, in Versuch II = $1,15\%$;


$\frac{1}{2}\%$ Zucker zeigte in Versuch III = $0,93\%$;

2% Zucker zeigte in Versuch V = $1,86\%$.

Nachdem wir uns so durch die künstlich hergestellten Zuckerurine von neuem von der Brauchbarkeit der Methode überzeugt haben, haben wir es für nöthig gefunden, an diabetischen Urinen direkt einen Vergleich anzustellen zwischen den Resultaten der empirischen Scala im Saccharometer und der Roberts'schen Methode. Auf diesem Wege glaubten wir die Vorzüge der einen oder anderen Methode am besten eruiren zu können.

Wir lassen nun die von uns in dieser Richtung angestellten Versuche folgen:

B. Vergleichende Untersuchung zwischen den Resultaten des Gährungssaccharometers und der Roberts'schen Methode in Harnen von Diabetikern.

Versuchsnummer.	Spec. Gew. des Harns vor der Gährung.	Trommer's Probe.	Saccharometer.						Roberts' Methode.			Bemerkungen.
			Bezeichnung des Saccharometers.	Wieviel verdünnt.	Temperatur.	Gasvolumen nach 24 Stunden.	Gehalt an Zucker.	Gehalt an Zucker des ursprünglichen Urins.	Spec. Gewicht nach der Gährung.	Differenz.	Gehalt an Zucker.	
I.	1030	starke Reduction	A.	5	21,6° C	$5\frac{3}{10}$ ccm	über 1%	über 5%	1008	22	$5,1\%$	A, Controllharn = *
			B.	10	"	$2\frac{4}{5}$ ccm	über $\frac{1}{2}\%$	über 5%				
II.	1019	Reduction	B.	unverd.	21,6° C	1 ccm	etwa $\frac{1}{3}\%$	$\frac{1}{3}\%$	1019	0	0	A, Controllharn = * Roberts' Methode liess also hier den Zucker nicht erkennen.
			C.	2	"	$\frac{1}{5}$ ccm	etwa $\frac{1}{6}\%$	$\frac{1}{3}\%$				
III.	1022	Reduction	A.	unverd.	22,2° C	$5\frac{1}{2}$ ccm	über 1%	über 1%	1018	4	$0,93\%$	A, Controllharn = 0.
			B.	2	"	$2\frac{3}{5}$ ccm	über $\frac{1}{2}\%$	über 1%				
IV.	1028	Reduction	B.	unverd.	22,2° C	$3\frac{1}{10}$ ccm	unter $\frac{1}{4}\%$	unter $\frac{1}{4}\%$	1028	0	0	A, Controllharn = 0.
			C.	5			Spur					
V.	1025	deutliche Reduction	A.	unverd.	20,5° C	4 ccm	beinahe 1%	beinahe 1%	1025	0	0	B, Controllharn = 0. Roberts' Urin reducirt nicht nach der Gährung. — Roberts' Methode liess also hier den Zucker nicht erkennen.
VI.	1026	starke Reduction	A.	unverd.	20° C	nach 6 Std. leer.			1019	7	$1,62\%$	C, Controllharn = 0.
			B.	2	"	$4\frac{2}{5}$ ccm	$\frac{7}{8}\%$	$1,75\%$				
VII.	1030	starke Reduction	A.	10	20,5° C	$5\frac{1}{10}$ ccm	über $\frac{1}{4}\%$	über $2\frac{1}{2}\%$	1015	15	$3,4\%$	B, Controllharn = 0.

Durchmustern wir die Resultate des Gährungssaccharometers und der Roberts'schen Methode bei den angeführten Versuchen mit diabetischen Harnen, so finden wir, dass die Roberts'sche Methode in Versuch II, IV und V keinen Zucker angiebt, während das Saccharometer zeigte, dass Zucker vorhanden war, und zwar in

II etwa $\frac{1}{3}\%$, in IV etwas weniger als $\frac{1}{4}\%$ und in V sogar beinahe 1% . — In den übrigen 4 Versuchen stimmten die Ergebnisse beider Untersuchungsmethoden so ziemlich überein, so in:

Versuch I: Gährungssaccharometer = über 5%

Roberts = $5,1\%$

Versuch III: Saccharometer = über 1%

Roberts = $0,93\%$

Versuch VI: Saccharometer = $1,75\%$

Roberts = $1,62\%$

Versuch VII: Saccharometer = über $2\frac{1}{2}\%$

Roberts = $3,4\%$.

Es scheint, dass der Nachweis des Zuckers bei weniger als 1% durch die Roberts'sche Methode unsicher ist; bei mehr als 1% ist der Nachweis ein leichter, und die Resultate weichen nicht viel ab vom Saccharometer. Da man jedoch von vornherein nicht wissen kann, ob der zu untersuchende Harn eines Diabetikers mehr oder weniger als 1% Zucker enthält, so ist die Bestimmung des Zuckers mit dem Saccharometer schon aus diesem Grunde, abgesehen davon, dass letztere Methode leichter und handlicher ist, der Roberts'schen Methode vorzuziehen.

Der Hauptwerth des Gährungsröhrchens und des Saccharometers besteht darin, dass der qualitative Nachweis von Zucker hier unübertroffen dasteht. Der einzige Nachtheil dieser Gährungsprobe besteht darin, dass der Arzt auf das Resultat lange warten muss. Es wäre aber von grossem Werth, die An- und Abwesenheit von Zucker möglichst früh nach Anstellung der Probe zu erkennen.

Zu diesem Behufe habe ich über den frühzeitigen Verlauf des Gährungsprocesses im Saccharometer mehrere Versuche angestellt. Sämmtliche Versuche wurden bei Zimmertemperatur ausgeführt. Ich habe nur in kurzen Intervallen die Entwicklung der Gasbläschen an der Spitze des Saccharometers in natürlicher Grösse wiedergegeben, oder, wo dies möglich war, die Menge des Gases in Cubikcentimetern ausgedrückt.

C. Versuche über den frühzeitigen Verlauf des Gährungsprocesses im Saccharometer¹⁾.




I. A = 3% Zuckerharn

B = 2% "

C = 1% "

D = Controllharn.

Nach 10 Minuten: A: Bläschen fangen an sich an der Spitze zu bilden.

Nach 20 Minuten: A = ; B = ; C = ; D = -;

" 30 " A = $\frac{3}{10}$ ccm; B = $\frac{1}{5}$ ccm; C = $\frac{1}{10}$ ccm; D = wie früher.



" 38 " A = $\frac{3}{5}$ ccm; B = $\frac{3}{5}$ ccm; C = $\frac{1}{5}$ ccm; D = wie früher.

¹⁾ Zu den Versuchen wurden künstlich hergestellte Zuckerharnen genommen. Die Ausführung der Probe geschah stets, wie üblich, mit 10 ccm Harn und 1 g guter Presshefe.


Nach 2 Stden. 30 Min.: A = der Cylinder leer; B = $5\frac{3}{5}$ ccm;


C = $2\frac{2}{5}$ ccm; D = . .

II. A = 1% Zuckerharn T = 23,9° C.
B = $\frac{1}{2}$ %
C = Controllharn.


Nach 15 Minuten: A = ; B = ; C = . .

„ 20 „ A = ; B = ; C wie früher.

„ 30 „ A = $\frac{1}{5}$ ccm; B = ; „ „

„ 40 „ A = $\frac{5}{10}$ ccm; B = ; „ „

„ 50 „ A = $\frac{4}{5}$ ccm; B = .

Nach 1 Stunde: A = $1\frac{1}{5}$ ccm; B = ; „ „




„ $1\frac{1}{2}$ Stunden: A = 2 ccm; B = $\frac{1}{5}$ ccm; „ „



III. A = $3\frac{2}{5}$ ccm; B = $\frac{2}{5}$ ccm; „ „
2 „ A = $3\frac{2}{5}$ ccm; B = $\frac{2}{5}$ ccm; „ „
A = 5% Zuckerharn T = 26,1° C.
B = 4%
C = 3%
D = 2%


Nach 17 Minuten: A = $\frac{4}{5}$ ccm; B = $\frac{2}{5}$ ccm; C = $\frac{2}{5}$ ccm;
D = $\frac{1}{5}$ ccm.

„ 1 Stunde: A = $3\frac{3}{5}$ ccm; B = $3\frac{3}{10}$ ccm; C = $3\frac{1}{5}$ ccm;
D = $2\frac{2}{5}$ ccm.

IV. A = Controllharn T = 26,4° C.
B = 1% Zuckerharn
C = $\frac{1}{2}$ %
D = $\frac{1}{4}$ %

Nach 15 Minuten: A = ; B = $\frac{1}{5}$ ccm; C = ;
D = .

„ 30 „ A = ; B = 1 ccm; C = über $\frac{1}{5}$ ccm;
D = .




Nach 1 Stunde: A = ; B = $1\frac{3}{5}$ ccm; C = $\frac{3}{5}$ ccm;
D = über $\frac{1}{10}$ ccm.




V. A = 5% Zuckerharn
B = 4%
C = 3%
D = 2%



Nach 25 Minuten: A = $\frac{4}{5}$ ccm; B = $\frac{5}{10}$ ccm; C = $\frac{2}{5}$ ccm;
D = $\frac{2}{5}$ ccm

Nach 1 Stunde: A = $2\frac{4}{5}$ ccm; B = $2\frac{1}{5}$ ccm; C = $2\frac{2}{5}$ ccm;
D = 2 ccm.





VI. A = Controllharn T = 24,5° C.
B = 1% Zuckerharn
C = $\frac{1}{4}$ %
D = $\frac{1}{10}$ %





Nach 20 Minuten: A = ; B = $\frac{1}{5}$ ccm; C = ; D = 
nur Schaum.

„ 40 „ A = ; B = $\frac{4}{5}$ ccm; C = ;
D = .

Nach 1 Stunde: A wie oben; B = 1 ccm; C = ;
D = .

VII. A = Controllharn, spec. Gew. 1015 T = 25,5° C.
B = 1020
C = $\frac{1}{10}$ % Zuckerharn
D = $\frac{1}{10}$ %

Nach 30 Minuten: A = ; B = ; C =  ganz feine
Bläschen; D = ; Bei C und D sieht
man ganz kleine Bläschen in die Höhe steigen.

Nach 1 Stunde: A = ; B = ; C = ; D = .

Aus den eben angeführten Versuchen geht hervor, dass man bei 1% Zucker und darüber bereits nach Ablauf der ersten halben Stunde nach Anstellung der Probe den Zucker positiv nachweisen kann; bei ganz kleinen Zuckermengen bis $\frac{1}{10}$ % ist man imstande, eine Stunde nach Anstellung der Probe den Zucker zu erkennen; hier ist es aber unumgänglich nötig, eine Controllprobe mit normalem Harn anzustellen. Bereits bei $\frac{1}{10}$ % Zucker macht sich stets

eine Stunde nach Anstellung der Probe ein Unterschied bemerkbar zwischen der Grösse der Schaumbläschen in diesem und im normalen Harn, wie aus den gegebenen Zeichnungen klar hervorgeht.

Es ist somit, um kleine Mengen Zuckers zu erkennen, nicht nötig, bis zum folgenden Tage zu warten, sondern man kann bereits eine Stunde nach Anstellung der Probe bei genauer Betrachtung des fraglichen und normalen Urins unterscheiden, ob Zucker da ist oder nicht.

Kann man den Zucker eine Stunde nach Anstellung der Probe erkennen, so erhebt sich die Frage von selbst, ob es nicht möglich wäre, auch die Quantität des Zuckers bereits nach einer Stunde zu bestimmen. Aus Versuch III und V ist jedoch leicht zu sehen, dass dies nicht möglich ist, d. h. die Gasvolumina sind eine Stunde nach Anstellung der Probe bei einem und demselben Procentgehalt an Zucker nicht immer gleiche; insofern kann also nicht eine neue empirische Scala für die Grösse der Gasvolumina eine Stunde nach Anstellung der Probe angegeben werden.