

Ueber den Einfluss der Fäulniss auf den Pentosengehalt thierischer und menschlicher Organe.

Von

Cand. med. **Erich Ebstein** (Göttingen).

(Aus dem Laboratorium der medicinischen Universitätsklinik in Göttingen
Director: Geh. Med.-Rath Prof. Dr. W. Ebstein.)
(Der Redaction zugegangen am 3. September 1902.)

Bereits in der Arbeit von Bendix und mir «über den Pentosengehalt thierischer und menschlicher Organe»¹⁾ hatte es sich gezeigt, dass die von den Sectionen herrührenden menschlichen Organe einen verhältnissmässig geringeren Gehalt an Pentosen aufwiesen als die Organe der frisch geschlachteten Thiere. Wir hatten damals vergleichende Versuche an Menschen- und Kalbslebern, sowie am Pancreas des Menschen und an dem des Kalbes und Rindes gemacht, und wir sprachen damals schon die Vermuthung aus, dass mit der Möglichkeit zu rechnen sei, ob diese Differenz im Pentosengehalt der thierischen und menschlichen Organe nicht sowohl in der Verschiedenheit des thierischen und menschlichen Organismus begründet sei, sondern dass sich diese Erscheinung vielmehr dadurch erklären lasse, dass die thierischen Organe in ganz frischem Zustande also sofort verarbeitet wurden, während die menschlichen Organe doch erst etwa 24 bis 48 Stunden post mortem auf ihren Pentosengehalt untersucht werden konnten.

Daher erschien es gegeben, diese Frage experimentell zu prüfen, auch schon deshalb um so mehr, als neuerdings auch von anderer Seite Arbeiten «über den Gehalt des Organismus an gebundenen Pentosen»²⁾ erschienen sind, deren Resultate

1) Zeitschrift für allgemeine Physiologie, Bd. 2, Jena, 1902.

2) G. Grund, Diese Zeitschrift, Bd. XXXV, Heft 2, 1902, S. 111—133.

immerhin einige Verschiedenheiten von unseren Ergebnissen zeigen.

Für diese Differenzen dürfte man wohl nicht die kleinen Verschiedenheiten in der Art der Methodik und Berechnung allein verantwortlich machen.

Vielmehr sind wir der Ueberzeugung, dass dieser Unterschied doch grösstentheils darin seinen Grund hat, dass die thierischen Organe stets früher — und frisch — zur Verarbeitung gelangen konnten, während das bei den menschlichen Organen naturgemäss nicht der Fall sein konnte. Leider fehlen in der Arbeit von G. Grund¹⁾ über diesen Gegenstand genauere Angaben. Diese Annahme, den geringeren Gehalt an Pentosen im menschlichen Organismus derart zu erklären, schien schon deshalb sehr naheliegend, weil Bendix²⁾ nachgewiesen hat, wie leicht die Pentosen unter gewissen Bedingungen der Fäulniss zugänglich sind, Versuche, welche von Salkowski³⁾ bestätigt und weitergeführt wurden. Diese Untersuchungen von Bendix und Salkowski haben gelehrt, dass die Pentosen bei Gegenwart von Eiweiss durch alle möglichen Bacterien, wie sie auch im menschlichen Darmcanale vorkommen, leicht vergährbar sind.

Aehnlichen Verhältnissen dürften wohl die in den menschlichen und thierischen Organen enthaltenen Pentosen unterworfen sein; dabei ist allerdings zu bedenken, dass die Pentosen den Eiweissstoffen — wie bei den eben erwähnten Versuchen — nicht einfach mechansich beigemengt sind, sondern dass in Wirklichkeit, wie man heute annimmt, ein Vorkommen von Organpentose an die Existenz der sogenannten Nucleoproteide geknüpft ist, deren «prosthetische Gruppe» (Kossel) den Zucker in glucosidartiger Bindung enthält, also die Pentose an das Kerneiweiss der Zelle durch feste chemische Verbindung gekettet ist.

1) l. c.

2) Ueber die Gährung schwer vergährbarer Zuckerarten; Zeitschrift f. diät. u. physikal. Therapie, 1899. Bd. 3, Heft 7.

3) Ueber die Gährung der Pentosen; diese Zeitschrift. Bd. XXX. S. 478—494.

Es musste also für diesen besonderen Fall experimentell untersucht werden, ob der Pentosengehalt der Organe durch den Einfluss der Fäulniss sich schnell und progressiv vermindert.

Zu diesem Ende wurde folgendermaassen verfahren: Von den Organen wurde ein homogener Brei hergestellt, der in mehrere gleiche Portionen getheilt wurde; die eine Portion wurde sofort in frischem Zustande verarbeitet und ihr Procentgehalt an Pentosen bestimmt; die anderen Portionen wurden erst, nachdem sie einen bezw. mehrere Tage lang sich selbst im Brutschrank — bei einer Temperatur von ca. 37° C. — überlassen worden waren, weiter behandelt.

Bei der Bestimmung der Pentosenmengen wandte ich wieder vollkommen in gleicher Art die Tollens-Kröber'sche Methode an, die aus dem charakteristischen Abbauprodukt der Pentosen, dem Furfurol, die quantitative Bestimmung derselben ermöglicht; das Furfurol wird dann als Phloroglucid bestimmt, aus dem sich nach der neuen Kröber'schen Tabelle¹⁾ die Pentosen bequem berechnen lassen. Da ich diese Methode in der von Bendix und mir schon vorhin erwähnten Arbeit benutzt habe, so will ich sie hier nur ganz kurz skizziren, sonst muss ich im Einzelnen auf die Originalabhandlungen über diesen Gegenstand selbst verweisen: Einige Gramm der betreffenden Substanz wurden der Destillation mit einer Salzsäure von 1,06 specifischem Gewicht so lange unterworfen, bis sich in dem Destillat längere Zeit hindurch kein Furfurol mit essigsauerm Anilinacetatpapier mehr nachweisen liess. Das Destillat wurde mit einer Lösung von Phloroglucin purissimum Merck (in Salzsäure von 1,06 specifischem Gewicht) versetzt. Der nach etwa 24 Stunden entstandene schwarze Niederschlag von Furfurolphloroglucid wurde quantitativ auf einen mit Asbest beschickten und mit durchlöcherter Boden versehenen Porzellantiegel mit Saugvorrichtung gebracht. Der Tiegel mit Niederschlag wird 3—4 Stunden lang bei 97° getrocknet,

¹⁾ Journal für Landwirthschaft: Berlin. Jahrgang 1900. S. 379—384 (Sonderabdruck). Die Tabelle ist diesem Bande dieser Zeitschrift als Anhang beigegeben. (Seite I—IX.)

darauf sein Gewicht bestimmt; die Differenz zwischen diesem Gewicht und dem vor der Filtration ergibt die Phloroglucid- und somit die Pentosenmenge.

Bevor ich nun zu den Versuchen selbst übergehe, möchte ich nur noch bemerken, dass ich in den im Folgenden gegebenen Tabellen die Phloroglucidmenge des Pancreas natürlich nicht mehr auf den sogenannten conventionellen Werth «Pentose im Allgemeinen», sondern auf die bestimmte Pentose — Xylose — nach der Kröber'schen Tabelle berechnet habe, nachdem es jüngst Carl Neuberg¹⁾ gelungen ist, den «Zucker des Pancreasproteids in eindeutiger Weise als l-Xylose» zu kennzeichnen, als dasselbe Kohlenhydrat, das auch im Pflanzenreich weit verbreitet ist.

Auf diese Thatsache war schon in der von Bendix und mir oben citirten Arbeit insofern Rücksicht genommen worden, als daselbst ausgesprochen wurde, dass, wenn eine spätere Untersuchung den Nachweis erbracht haben würde, um welche Art der Pentose es sich handle, unsere Untersuchungen doch ihren Werth behalten würden, indem nur ein anderer Factor der Kröber'schen Tabelle zur Berechnung aus der Phloroglucidmenge angewandt werden müsste: wenn auch die Xylosewerthe des Pancreas keinen erheblicheren Unterschied gegenüber den von Bendix und mir angegebenen Werthen bieten, so will ich jedoch nicht versäumen, unsere früheren auf «Pentose im Allgemeinen» bezogenen Werthe für das thierische und menschliche Pancreas, hier auf Xylose umgerechnet, wieder zu geben. Die frisch gewogenen Organe haben wir stets unter Zusatz von Alkoholäther und etwas Essigsäure zerrieben, die den grössten Theil des Fettes enthaltende Lösung entfernt, den Rückstand getrocknet, wieder gewogen und als «Ausgangsmaterial» zu den Pentosenbestimmungen benutzt. Selbstverständlich erwies sich der Alkoholätherextract als vollkommen pentosenfrei, wenn man nach Verdunsten des Alkoholäthers mit dem Rückstand die Tollens'sche Pentosenreaction (Orcin, Salzsäure, Ausschütteln mit Amylalkohol) anstellte.

1) Ueber die Constitution der Pancreasproteidpentose; Berichte der deutschen chem. Gesellschaft. 35. Jahrgang, 1902. S. 1467—1473.

a) Thierisches Pankreas.

Ausgangs- menge	N-Gehalt des Ausgangs- materials	Phloro- glucid	Xylose	Procent- gehalt im Ausgangs- material (auf Xylose berechnet)	Procent- gehalt im frischen Organ (auf Xylose berechnet)
5,4762	—	0,0689	0,0681	1,24 ‰	0,33 ‰
6,8186	—	0,1154	0,1104	1,62 ‰	0,44 ‰
9,8078	} 11,4 ‰	0,1626	0,1536	1,56 ‰	0,39 ‰
5,9308		0,1170	0,1119	1,89 ‰	0,47 ‰
5,5720	} 13 ‰	0,1232	0,1175	2,11 ‰	0,52 ‰
5,4210		0,1498	0,1418	2,61 ‰	0,65 ‰

Für das frische Organ ergibt sich als Mittelwerth: **0,466 ‰**.

Grund fand als Mittelwerth hierfür: **0,447 ‰**.

b) Menschliches Pancreas.

Ausgangs- menge	N-Gehalt des Ausgangs- materials	Phloro- glucid	Xylose	Procent- gehalt im Ausgangs- material (auf Xylose berechnet)	Procent- gehalt im frischen Organ (auf Xylose berechnet)
2,8513	} 11,8 ‰	0,0434	0,0447	1,57 ‰	0,25 ‰
5,1524		0,0667	0,0660	1,28 ‰	0,20 ‰

Für das frische Organ ergibt sich als Mittelwerth: **0,225 ‰**.

Auch hier fällt wieder die wesentliche Differenz im Pentosengehalt des frisch untersuchten thierischen und des erst nach längerem Liegen untersuchten menschlichen Pancreas sehr auf.

Während wir uns also ausschliesslich genau bei Methode und Berechnung an die Tollens-Kröber'schen Angaben hielten, hat Grund eine selbständige Berechnungsart der Pentosenmengen angewandt und auch an der Tollens-Kröber'schen Methode Aenderungen angebracht: die Art der Destillation, das Sammeln des Niederschlags u. s. w. ist in den Grund'schen Bestimmungen wesentlich modificirt.¹⁾

Soweit von der allgemeinen Methode! Um die Einwirkung der Fäulniss selbst auf die Organe experimentell zu

¹⁾ Vgl. B. Tollens, Ueber die Bestimmung der Pentosen und Pentosane; diese Zeitschrift, Bd. XXXVI, S. 239—243.

studiren, erschien vorerst das Pancreas als das geeignetste Object, erstens, weil es sowohl nach den von Grund als auch nach den von Bendix und mir gemachten Untersuchungen anscheinend den höchsten Procentgehalt an Pentosen besitzt, und zweitens, weil es allgemein bekannt ist, dass das Pancreas sehr leicht der einwirkenden Fäulniss ausgesetzt ist.

I. Versuche am thierischen Pancreas.

Zwei frisch geschlachtete Rindspancreas — an Gewicht = 279,2 g — werden durch die Fleischmaschine gegeben: der so entstandene Organbrei wird in vier Portionen zu je 50 g getheilt.

a) Portion I (50 g) wird sofort, in frischem Zustande, verarbeitet: Nach Zusatz von 25 cem Alkohol-Aether ana + 1 cem Essigsäure — um die gröbsten Fettmengen zu entfernen — wird der Brei gut durchgerührt und dann abfiltrirt. Der Niederschlag wird bei etwa 55° C. im Trockenschrank getrocknet. Trockengewicht = 13,3 g. Für Portion I ergaben die Furfurolbestimmungen folgende Resultate:

Ausgangs- menge	N-Gehalt der Ausgangs- menge	Phloro- glucid	Xylose	Procent- gehalt im Ausgangs- material (auf Xylose berechnet)	Procent- gehalt im frischen Organ (auf Xylose berechnet)	N-Gehalt im unge- trockneten Organ
5,6116	} 10,9 %	0,0784	0,0767	1,4 %	0,368 %	} 2,9 %
3,6176		0,0612	0,0609	1,6 %	0,473 %	

Für das frische Organ (Portion I) ergibt sich als Mittelwerth: **0,43 %**.

b) Portion II (50 g) wurde nach etwa 12 stündigem Stehen im Brutschrank bei ca. 37° C. weiter behandelt, wie vorher. Trockengewicht = 10 g.

Ausgangs- menge	N-Gehalt der Ausgangs- menge	Phloro- glucid	Xylose	Procent- gehalt im Ausgangs- material (auf Xylose berechnet)	Procent- gehalt im ganzen Organ (auf Xylose berechnet)	N-Gehalt im ganzen Organ
3,8504	} 11,1 %	0,0290	0,0267	0,7 %	0,14 %	} 2,2 %
3,3112		0,0310	0,0333	1,01 %	0,22 %	

Für Portion II ergibt sich als Mittelwerth: **0,18 %**.

c) Portion III (50 g) wurde 55 Stunden lang im Brutschrank stehen gelassen und dann wie vorher behandelt. Trockengewicht = 13,2 g.

Ausgangsmenge	N-Gehalt der Ausgangsmenge	Phloroglucid	Xylose	Procentgehalt im Ausgangsmaterial (auf Xylose berechnet)	Procentgehalt im ganzen Organ (auf Xylose berechnet)	N-Gehalt im ganzen Organ
5,0822	} 10,25 %	0,0152	0,0140	0,275 %	0,08 %	} 2,7 %
4,9235		0,0146	0,0132	0,268 %	0,08 %	

Für Portion III ergibt sich als Mittelwerth: 0,08 %.

d) Portion IV (50 g) wurde etwa eine Woche lang in den Brutschrank gestellt und dann erst wie oben weiter behandelt. Trockengewicht = 12 g.

Ausgangsmenge	N-Gehalt der Ausgangsmenge	Phloroglucid	Xylose	Procentgehalt im Ausgangsmaterial (auf Xylose berechnet)	Procentgehalt im ganzen Organ (auf Xylose berechnet)	N-Gehalt im ganzen Organ
3,3420	} 9,9 %	0,0067	0,0062	0,185 %	0,048 %	} 2,4 %
3,6384		0,0070	0,0063	0,173 %	0,048 %	

Für Portion IV ergibt sich als Mittelwerth: 0,048 %.

Aus diesen Versuchen über die fortdauernde Einwirkung der Fäulnis auf die Pentosenmengen des thierischen Pancreas dürfte sich ergeben, dass der Pentosengehalt dieses Organs — schnell und bedeutend — progressiv abnimmt, während der Stickstoffgehalt desselben sich nur unmerklich verändert.

Nach diesem Ergebniss interessirte es mich, nachzusehen, ob auch bei den anderen thierischen Organen eine derartige schnelle progressive Abnahme im Pentosengehalt statt hätte; ich benutzte dieses Mal als Object die Kalbsleber, die nach Grund's und den von Bendix und mir angestellten Versuchen einen sehr beträchtlichen Gehalt an Pentosen zu haben scheint.

II. Versuche an der Kalbsleber.

Von einer ganz frisch geschlachteten Kalbsleber wurden drei Portionen à 60 g gemacht.

a) Portion I (60 g) wurde in ganz frischem Zustande mit 30 ccm Alkohol-Aether *à la* + 1 ccm Essigsäure übergossen; dann wurde filtrirt und der Niederschlag getrocknet. Trockengewicht = 15,8 g.

Ausgangs- menge	N-Gehalt der Ausgangs- menge	Phloro- glucid	Pentose	Procent- gehalt im Ausgangs- material auf Pentose berechnet	Procent- gehalt im frischen Organ auf Pentose berechnet	N-Gehalt im unge- trockneten Organ
3.1135	11,2%	0,0136	0,0138	0,44%	0,11%	3,0%
3.8392		0,0117	0,0119	0,31%	0,08%	
3.1934		0,0138	0,0140	0,43%	0,11%	

Für das frische Organ (Portion I) ergibt sich als Mittelwerth: **0,095%**.

b) Portion II (60 g) wurde nach 48 stündigem Stehen im Brutschrank wie sonst weiter verarbeitet. Trockengewicht = 15,5 g.

Die beiden mit 3,6386 g und 3,5874 g Substanz ange-
stellten Versuche ergaben nach 24 stündigem Stehen keinen
Phloroglucidniederschlag; der N-Gehalt der Ausgangsmenge be-
trug 11,1%; der N-Gehalt im frischen Organ betrug 3,6%.

Von Portion III (60 g) wurde nach 90 stündigem Stehen
im Brutschrank, trotz des negativen Ausfalles der Portion II,
eine Furfurolbestimmung gemacht, indes mit dem gleichen Re-
sultat; es entstand kein Phloroglucidniederschlag, ebenso war
die Anilinacetatpapierprobe von Anfang an negativ. Der Stick-
stoffgehalt der Ausgangsmenge betrug 7,1%; der Stickstoff-
gehalt im frischen Organ betrug 2,1%.

Aus diesen sehr gut übereinstimmenden Versuchen geht
also klar hervor, dass ebenso wie bei dem thierischen Pancreas
auch in der Leber ein schnell verlaufender und bedeutender
Schwund des Pentosengehalts statt hat. Des Weiteren ergibt
sich die interessante Thatsache, dass diese Abnahme eine
keineswegs gleichartige ist in den thierischen Organen, sondern

dass vielmehr dieser Process in der Leber viel intensiver und rascher verläuft als im Pancreas; denn schon nach 48 Stunden liessen sich weder qualitativ noch quantitativ irgendwelche Pentosenmengen nachweisen.

Dass dieser die Pentosen zerstörende Process, analog den oben citirten Bendix-Salkowski'schen Versuchen, auf einer durch Bacterien hervorgerufenen Gährung der Pentosen beruht, dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen. Dass dieser fäulnissartige Process in der Leber so rapide verläuft, findet wohl ohne Weiteres darin seine Erklärung, dass die Leber einen besonders guten Nährboden für die Fäulniserreger abgibt. Neben vielen anderen Autoren betont schon Hoppe-Seyler,¹⁾ dass die Leber von gesunden Menschen und Thieren ausserordentlich leicht innerhalb weniger Stunden bei Bluttemperatur in Fäulniss übergeht, und er bemerkt, dass Lebern aus menschlichen Leichen nur in sehr seltenen Ausnahmefällen bei der Section noch keine putride Veränderung zeigen.

Jedenfalls lehren die hier mitgetheilten Versuche, zu welchen Trugschlüssen man kommen muss, wenn man bei der quantitativen Bestimmung des Pentosengehalts der Organe nicht mit völlig im frischen Zustande befindlichen Materiale arbeitet.²⁾

Zum Schlusse sage ich Herrn Dr. Bendix meinen besten Dank für die Anregung zu dieser Arbeit sowie für die freundliche Unterstützung bei deren Ausführung.

1) Physiologische Chemie, Berlin 1881, S. 718.

2) Wenn man nicht die Gelegenheit hat, die Organe — wie es bei den menschlichen meistens der Fall zu sein pflegt — völlig frisch zu verarbeiten, so wird man wohl stets unter den aus der Phloroglucidmenge erhaltenen Pentosenwerten, den grösseren vor den kleineren, den Vorzug geben müssen.
