(Aus dem physiologischen Institut zu Breslau.)

Weitere Beobachtungen über das diastatische Ferment des Blutes.

Von

Dr. **Manfred Bial**, prakt. Arzt.

1. Die diastatische Wirkung des Menschenblutes.

Nachdem durch eine frühere Arbeit¹⁾ gegenüber manchen Angriffen und Bedenken die Anwesenheit eines diastatischen Fermentes im Blutserum von Hund und Rind sichergestellt war, erschien es wünschenswerth, ähnliche Untersuchungen auch mit Menschenblut anzustellen. Denn wenn auch nicht erwartet werden konnte, dass sich hierbei neue Thatsachen von principieller Bedeutung würden auffinden lassen, so war man doch auf der anderen Seite noch nicht berechtigt, bei den Thieren gefundene Verhältnisse ohne Weiteres auf den Menschen zu übertragen. Und wenn es auch von vornherein zwar wahrscheinlich war, dass sich im menschlichen Blute ein diastatisches Ferment von ähnlichen Eigenschaften finden würde, so konnte möglicher Weise doch ein Vergleich mit dem Thierblute Unterschiede erkennen lassen, welche geeignet waren, die Vorstellungen von der diastatischen Wirkung des Blutes zu erweitern.

Die Versuche wurden in ähnlicher Weise, wie früher, angestellt (s. a. a. O. S. 144). Nur wurde zur Untersuchung nicht nur Blutserum, sondern in einer Reihe von Fällen auch Gesamtblut verwendet. In letzterem Falle wurde mit schwefelsaurem Natron und Essigsäure enteiwisst. Kontrolversuche ergaben, dass bei Anwendung von Serum mit der Methode ein Zuckerverlust von etwa 4—5%, bei Anwendung von Gesamtblut ein solcher von 10—20% verknüpft ist.

Es standen mir Blutportionen zu Gebote, welche auf folgende, verschiedene Weise gewonnen waren:

1) M. Bial, Ueber das diastatische Ferment des Blut- u. Lymphserums. Pflüger's Archiv Bd. 52. 1892. S. 137.

- 1) Centrifugirtes Serum aus 2 Aderlässen: Das Blut war aseptisch aufgefangen worden.
- 2) Defibrinirtes Blut aus einem dritten Aderlass.
- 3) Aus 2 antiseptischen Operationen gesammeltes Blut.
- 4) Blut aus menschlichen Placenten. Dasselbe wurde durch Ausquetschen der mit Wasser sorgfältig abgespülten Placenten erhalten.

Gegen die Verwendung des letzteren könnte man geltend machen: Erstens eine Verunreinigung des Blutes mit dem Secret des Geburtskanals und mit den während der Geburt angewandten Desinficientien, zweitens die Beimischung von Gewebslymphe zum Blut.

Ich halte diese Bedenken für unbegründet: Vor der Geburt wird der Geburtskanal durch Antiseptica gesäubert, die geringen Mengen Desinficientien, welche im Kanal bleiben, werden durch den vorrückenden Kopf weggedrückt. Die austretende Placenta gelangt also fast sauber vor die Genitalien, etwaige geringe Mengen ihrer Oberfläche anhaftender Verunreinigungen lassen sich durch sofortiges Abspülen mit Wasser entfernen. Das nunmehr beim Drücken der Placenta aus dem Innern ausfliessende Blut ist als sauber zu betrachten. Die Beimischung von Gewebslymphe ist ohne Belang, da die Menge der Lymphe im Verhältniss zum Blut gering ist und das diastatische Ferment der Lymphe, wie ich früher schon nachwies, nur geringfügige quantitative Unterschiede gegenüber dem des Blutes zeigt.

Bei den mit diesen verschiedenen Blutproben angestellten Versuchen zeigte sich, dass in allen Fällen auch das menschliche Blut eine zuckerbildende Wirkung besass.

Versuch I.

Aseptisch aufgefangenes Aderlass-Blut eines kräftigen, bis auf geringe Symptome tertiärer Lues gesunden, nicht fiebernden Mannes. Das Blut gerinnt im Glase und wird nach kurzer Zeit centrifugirt. Es setzt sich ein ganz klares, helles, gelb-grünliches Serum ab.

Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkekleister enthält nach:

24stündiger Einwirkung von 5 ccm Serum 0,19% Zucker.

Versuch II.

Von einem ähnlich kräftigen, bis auf Symptome tertiärer Lues gesunden, nicht fiebernden Mann wird Blut durch Aderlass aseptisch aufgefangen und durch Centrifugiren ein klares Serum erhalten.

Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkekleysters enthält nach:

24stündiger Einwirkung von 5 ccm Serum 0,27% Zucker.

4½tägiger „ „ 5 „ „ 0,31 „ „

Versuch III.

Von einem chlorotischen, sehr schwächlichen Mädchen werden durch Aderlass 60 ccm Blut gewonnen.

Nach dem Abpressen des Gerinnsels werden 40 ccm defibrinirten Blutes mit 400 ccm 1% Stärkekleysters unter Zusatz von 8 ccm 10% Thymollösung 48 Stunden im Brütöfen digerirt.

Das Reductionsvermögen der Flüssigkeit ist = 0,3% Zucker.

Versuch IV.

Von 2 Phimoseoperationen wird das Blut aufgefangen und dabei die Verunreinigung durch Antiseptica möglichst vermieden. Es werden 25 ccm 1% Stärkekleysters mit 4,5 ccm defibrinirten Blutes 24 Stunden lang unter Zusatz von ½ ccm 10% Thymollösung digerirt.

Die Flüssigkeit hat ein Reductionsvermögen = 0,2% Zucker.

Versuch V.

Verwendung von Placentargesammtblut, welches auf die beschriebene Methode erhalten war.

Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkekleysters enthält:

nach 12stündiger Einwirkung von 10 ccm Blut I: 0,22% Zucker,

„ 24 „ „ 10 „ „ II: 0,4 „ „

„ 24 „ „ 10 „ „ III: 0,36 „ „

„ 5tägiger „ „ 10 „ „ III: 0,35 „ „

„ 24 „ „ 10 „ „ IV: 0,30 „ „

„ 24 „ „ 10 „ „ V: 0,30 „ „

„ 36 „ „ 10 „ „ VI: 0,33 „ „

So war denn das erste Ergebniss, dass auch im menschlichem Blute diastatisches Ferment vorhanden ist. Vergleicht man aber die durch dasselbe erhaltenen Zuckerwerthe mit denen, welche unter den gleichen Bedingungen bei Anwendung von Thierblut gewonnen wurden, so ergibt sich die überraschende Thatsache, dass das menschliche Blut bei weitem schwächer diastatisch wirkt als das gewisser Thiere. Für Hunde- und Rinderblut hatte ich schon früher nachgewiesen, dass 5 ccm Serum genügen, um bei 24stündiger Einwirkung 50 ccm 1% Stärkekleysters fast oder ganz vollkommen in Zucker umzuwandeln, so dass Reductionswerthe von durchschnittlich 0,7—0,8% oder noch mehr bis 0,87% erschienen. Es entsprach das den Werthen,

welche man nach völliger Umwandlung der lufttrockenen Stärke durch Kochen mit Säuren erhält. Für Schweineblut gilt dasselbe Verhältniss; so erhielt ich bei Anstellung entsprechender Versuche Werthe von 0,75% und 0,70%. In den Versuchen mit Menschenblut hatte ich, wie die vorstehenden Protokolle zeigen, bei Anwendung von 5 cem Serum Zahlen erhalten von 0,19 und 0,27%. Auch bei Anwendung von Gesamtblut liessen sich trotz der Einwirkung von Mengen, welche mehr als 5 cem Serum enthielten, niemals jene hohen Werthe erzielen. Wenn auf 50 cem 1% Stärkekleister 10 cem Gesamtplacentarblut entsprechend (etwa 6,6 cem Serum desselben Blutes) wirkten, so erschienen im Mittel Reductionszahlen von 0,35%. Es ist diese kleine Zahl nicht etwa bedingt durch den grösseren Zuckerverlust beim Enteiweissen des eiweissreicheren Gesamtblutes gegenüber dem kleineren Verluste beim Enteiweissen des eiweissärmeren Serums. Denn rechnet man das grösstmögliche Deficit von Zucker, welches eine Folge des Enteiweissens ist, bei Anwesenheit von Gesamtblut in der bekannten Menge zu 20%, so würde in der Flüssigkeit doch höchstens eine Zuckermenge von etwa 0,4% gewesen sein, also durch die fermentative Kraft von 10 cem Gesamtblut des Menschen (enthaltend 6,6 Serum) höchstens halb so viel als durch die Fermentationskraft von 5 cem Thierblutserum in derselben Zeit erreicht wird. Für die oben gegebenen Versuche mit anderem Menschenblut sind ähnliche Ueberlegungen anzuwenden, wobei man ebenfalls zu dem Resultat kommt, dass menschliches Blut schwächer saccharificirend wirkt als das Blut von Hund, Rind und Schwein.

Diese nicht unbedeutenden, quantitativen Unterschiede in der saccharificirenden Wirkung bei Menschen- und Thierblut liessen die Frage berechtigt erscheinen, ob das diastatische Ferment des Menschenblutes qualitativ gleichartig mit dem des Thierblutes wäre.

Zur Entscheidung diene die Untersuchung der bei der Fermentation entstehenden Endprodukte.

Bei dem Thierblut liegt die Sache ziemlich einfach. Dasselbe wandelt, wie bereits früher gezeigt wurde (s. a. a. O.) die Stärke annähernd vollkommen in Traubenzucker um. Man erhält nach maximaler Saccharification für Polarisation und Reduction Werthe, welche sich nicht anders als durch die Annahme, dass aus der Stärke Traubenzucker entstanden ist, erklären lassen.

Beim menschlichen Blute kann man nicht auf so einfache Weise ins Klare kommen. Bei Anwendung der gleichen Menge menschlichen Blutes tritt eine völlige Umwandlung der Stärke nicht ein, die enteweisste Flüssigkeit zeigt einen geringeren Reductions- und einen höheren Polarisationswerth. Das Drehungsvermögen ist so hoch, dass neben Zucker noch Dextrine in der Flüssigkeit vorhanden sein müssen. Wollte man daran denken, die vollständige Umwandlung der Stärke durch Verwendung relativ grosser Mengen Blut zu erzwingen, so trägt man zwei Fehlerquellen in die Untersuchung hinein. Der Eigenzuckergehalt des Blutes bedingt eine grössere Menge nicht durch Fermentation entstandenen Zuckers, und der Enteissungsverlust an Zucker wird grösser, weil es immer schwerer wird, den massigen Eiweissniederschlag auszuwaschen.

Da man nur zweifelhaft sein konnte, ob das Ferment des Menschenblutes ebenso wirke wie die übrigen diastatischen Fermente, also Maltose bereite, oder ob es gleichartig sei dem Fermente des Thierblutes, nämlich Dextrose bilde, so wurden aus dem durch Fermentation entstandenen Zucker die Osazone dargestellt und der Stickstoffgehalt derselben bestimmt.

Grössere Mengen Stärkekleisters wurden mit menschlichem Blut unter Thymolzusatz digerirt. Zum Zweck der Enteissung wurde zur saccharificirten Flüssigkeit verdünnte Salzsäure zugefügt, bis ein Tropfen der Flüssigkeit blaues Lacmoidpapier zu röthen begann. An diesem Punkt wurde rothes Lacmoidpapier noch gebläut als Beweis, dass keine freie Salzsäure in der Flüssigkeit vorhanden war.

Nachdem durch Aufkochen das Eiweiss vollkommen coagulirt war, wurde das Filtrat bis zur Syrupkonsistenz abgedampft und durch Zusatz von absolutem Methylalkohol das Dextrin gefällt. Dasselbe wurde abfiltrirt, hierauf nochmals in wenig Wasser gelöst, und wieder mit Methylalkohol gefällt.

Die vereinigten alkoholischen Filtrate wurden abgedampft und der Alkohol durch Wasser verdrängt. Dann wurde zur Entfernung der Fette mit Aether ausgeschüttelt und die wässrige ätherische Lösung zur Verjagung des Aethers abgedampft. In einem Theil dieser Flüssigkeit wurde das Reductionsvermögen durch Titriren bestimmt. Unter der Annahme, dass es durch Traubenzucker bedingt sei, wurde die Flüssigkeit soweit ver-

dünnt, dass sie 5% Zucker enthielt. Dann wurden auf 1 Theil Zucker 2 Theile salzsaures Phenylhydrazin und 3 Theile essigsaures Natrium hinzugefügt.

Die Flüssigkeit wurde im kochenden Wasserbade $1\frac{1}{2}$ Stunden erhitzt und darauf bis auf Zimmertemperatur abgekühlt. Der entstandene Niederschlag wurde abfiltrirt, mit Wasser gewaschen und im Vacuum über Schwefelsäure getrocknet. Der Stickstoffgehalt wurde nach der Dumas'schen Methode bestimmt.

Versuch VI.

1000 ccm 1% Stärkekleisters werden mit 150 ccm menschlichen Placentarblutes unter Zusatz von 20 ccm 10% Thymollösung 36 Stunden im Brütöfen digerirt.

Es werden erhalten 1,5 gr Osazon, dasselbe schmilzt bei 203° .

Der Stickstoffgehalt desselben beträgt, bestimmt aus 0,2200 gr Substanz,

berechnet für Glycosazon:	gefunden:
15,64% N	15,28% N.

Durch die Fällung mit Methylalkohol waren Dextrine ausgeschieden worden, welche sich in Wasser gelöst mit Jod blauröth färbten.

Versuch VII.

750 ccm 1% Stärkekleisters werden mit 70 ccm menschlichen Placentarblutes unter Zusatz von 15 ccm 10% Thymollösung 48 Stunden im Brütöfen digerirt.

Das erhaltene Osazon schmilzt bei $202-203^{\circ}$, zur Stickstoff-Bestimmung werden 0,2157 gr verwandt.

Stickstoffgehalt	
berechnet für Dextrosazon:	gefunden:
15,64%	15,38%

Durch Methylalkohol war Achroodextrin gefällt worden.

Dass nicht etwa durch das in den Versuchen zur Anwendung gekommene Verfahren d. h. durch die Art der Enteiweissung, das Eindampfen u. s. w. eine Umwandlung von etwaiger durch Fermentation entstandener Maltose in Dextrose geschieht, bewies folgender Controllversuch:

Versuch VIII.

5 gr Maltose werden, gelöst in 500 ccm Wasser, mit 50 ccm defibrinirten Hundebldutes versetzt und darauf sofort enteiweisst.

Von dem erhaltenen Osazon werden 0,2190 gr zur Stickstoff-Bestimmung verwendet.

Stickstoffgehalt	
berechnet für Maltosazon:	gefunden:
10,77% N	10,73% N.

Damit ist also bewiesen, dass das diastatische Ferment des menschlichen Blutes, ebenso wie das der Thiere, die Stärke in Traubenzucker umwandelt, sich also ebenfalls in seiner Wirksamkeit von den saccharificirenden Fermenten der keimenden Gerste, des Speichels und des Pancreas unterscheidet.

Bei den Thierblutarten hatte ich ferner schon früher nachgewiesen, dass durch das diastatische Ferment des Blutes Maltose in Dextrose übergeführt wird und zwar konnte dieser Nachweis ebenfalls in Versuchen erbracht werden, in welchen geringe Mengen Blutserum zur Verwendung kamen. Es war dann wegen der relativ grossen fermentativen Kraft des Thierblutes möglich, grössere Mengen Maltose umzuwandeln und auf diese Weise starke Zunahme des Reductions- und starke Abnahme des Polarisationsvermögens nachzuweisen. Zur Beobachtung dieser Thatsache genügte, ähnlich wie bei der Stärkefermentation, die Digestion von 50 ccm 1% Maltoselösung mit 5 ccm Serum. Es zeigte sich eine Zunahme des Reductionsvermögens von etwa 0,6% auf 0,8% und darüber, eine Abnahme des Polarisationswerthes von 2,2–2,0 auf 1,0 und ein wenig darunter.

Beim menschlichen Blute ist es auch hier nicht so einfach, sich über diese Frage Klarheit zu verschaffen. Um die Verhältnisse nicht zu kompliziren, müssen auch hier die zur Verwendung gelangenden Mengen Blutes klein sein im Verhältniss zu der Menge umzuwandelnder Substanz. Bei Anwendung geringer Mengen Blutes darf man aber für das schwach wirkende Menschenblut nur eine geringfügige Umwandlung von Maltose und daher nur eine geringe Zunahme des Reductionsvermögens erwarten. Diese kann jedoch durch den mit dem Enteiweissen verbundenen Zuckerverlust verdeckt werden.

Es ergab sich denn auch in den entsprechenden Versuchen, dass eine Aenderung des Reductionsvermögens der Maltoselösung nach Einwirkung von Blut nicht nachweisbar wurde:

Versuch IX.

Die Lösung von 50 ccm 1% Maltose hat vor der Einwirkung von Blut:
eine Reduction = 0,50%, eine Polarisation = 2,0% Traubenzucker.

- a. Nach der 24stündigen Einwirkung von 5 ccm Blutserum von Versuch I:
eine Reduction = 0,50%, eine Polarisation = 1,9% Traubenzucker.

- b. Nach der 5tägigen Einwirkung von 5 ccm Blutserum von Versuch I:
eine Reduction = 0,52%, eine Polarisation = 2,0%.
- c. Nach der 24stündigen Einwirkung von 10 ccm Placentarblut I:
eine Reduction = 0,50%, eine Polarisation = 2,0%.
- d. Nach der 24stündigen Einwirkung von 10 ccm Placentarblut II:
eine Reduction = 0,49%.
- e. Nach der 5tägigen Einwirkung von 10 ccm Placentarblut III:
eine Reduction = 0,53%, eine Polarisation = 2,1%.

Dagegen gab auch hier die Untersuchung der Osazone ein eindeutiges Resultat.

Versuch X.

5 gr Maltose, gelöst in 500 ccm Wasser, werden mit 70 ccm menschlichen Placentarblutes unter Zusatz von 10 ccm 10% Thymollösung 36 Stunden im Brütöfen digerirt. Nach dem Enteiweissen wird die zuckerhaltige Flüssigkeit bis auf 80 ccm eingedampft, mit 8 gr salzsaurem Phenylhydrazin und 12 gr essigsäurem Natrium versetzt und $1\frac{1}{2}$ Stunde im kochenden Wasserbade erhitzt. Der gesammte, in dieser Zeit sich abscheidende Niederschlag (Fraction I) wird durch Abfiltriren der Flüssigkeit gesammelt, die Menge desselben beträgt nach dem Trocknen etwa 0,75 gr. Im Filtrate scheidet sich noch ein geringfügiger Niederschlag (Fraction II) ab, der nicht untersucht wurde (sein Gewicht war = 0,1 gr).

Der Schmelzpunkt des Osazons von Fraction I ist 203°, der Stickstoffgehalt, bestimmt aus 0,360 gr, ist

für Glycosazon berechnet:	gefunden:
15,64% N	15,50% N.

Versuch XI.

5 gr Maltose, gelöst in 500 ccm Wasser, werden mit 75 ccm menschlichen Placentarblutes unter Zusatz von 10 ccm 10% Thymollösung 36 Stunden im Brütöfen digerirt. Nach dem Enteiweissen wird die zuckerhaltige Flüssigkeit auf 80 ccm eingedampft und mit derselben Menge salzsauren Phenylhydrazins und essigsäuren Natriums wie im vorigen Versuch versetzt. Erhitzt wird wiederum $1\frac{1}{2}$ Stunden; nach $\frac{1}{4}$ Stunde scheidet sich Fraction I aus, nach weiteren $\frac{3}{4}$ Stunden Fraction II. Darauf wird noch $\frac{1}{2}$ Stunde erhitzt und schliesslich die Flüssigkeit bis auf Zimmertemperatur abgekühlt. Währenddessen hat sich Fraction III abgeschieden, die ebenfalls durch Abfiltriren gewonnen wird.

Fraction I wird nicht untersucht, Fraction II beträgt nach dem Trocknen 0,5 gr, Fraction III getrocknet 0,3 gr.

Es ist der Stickstoffgehalt des Osazons in Fraction II, bestimmt aus 0,2080 gr:

Berechnet für Glycosazon:	Gefunden:
15,64% N	15,42% N.
Es ist der Stickstoffgehalt von Fraction III, bestimmt aus 0,2252 gr:	
12,04 % N.	

Diese Zahl deutet auf ein Gemenge von Maltosazon und Glycosazon, und zwar berechnet sich dasselbe als bestehend aus etwa 2 Theilen Maltosazon und 1 Theil Glycosazon.

Aus diesen Versuchen geht hervor, dass das menschliche Blut, ebenso wie das einiger Thiere, die Fähigkeit besitzt, Maltose in Dextrose umzuwandeln.

Es liegt in diesen Experimenten zugleich ein Hinweis auf die grossen Vorzüge der Osazondarstellung sowohl für den Nachweis des Zuckers als auch besonders für die Trennung einzelner Zuckerarten von einander.

Da das Maltosazon in heissem Wasser löslich ist, das Glycosazon fast gar nicht, so fiel in meinen Versuchen aus der vorhandenen Mischung von Maltose und Dextrose in den ersten Fractionen immer nur Glycosazon aus, in der Schlussfraction nach dem Erkalten fällt dann auch das Maltosazon nieder, wie sich dies in Versuch XI für Fraction III aus der Stickstoffbestimmung ergibt.

II. Ueber das diastatische Ferment des Blutes beim Foetus und Neugeborenen.

Durch eine Reihe von Arbeiten ist gezeigt worden, dass einige Verdauungsfermente des Thierkörpers in bestimmten Stadien des Embryonallebens sich bilden, mit zunehmendem Alter der Foeten allmählich stärker werden, an Wirksamkeit jedoch hinter den Fermenten erwachsener Thiere zurückbleiben. Andere Enzyme wiederum sind während des Foetallebens gar nicht nachweisbar, sind auch noch nicht beim Neugeborenen zu treffen und scheinen sich erst später zu bilden. So fand Zweifel¹⁾, dass dem neugeborenen Menschen das diastatische Ferment der Submaxillaris und des Pancreas fehle, dass sich dagegen in der Parotis solches finde. Korowin, Langendorff²⁾, Dahl³⁾ bestimm-

1) Zweifel, Untersuchungen über den Verdauungsapparat der Neugeborenen. Berlin 1874.

2) Langendorff, Archiv für Anatomie und Physiologie 1879. S. 95.

3) Dahl, Centralblatt für Physiologie Bd. V. 1891. S. 309.

ten das Auftreten und die Stärke einzelner Fermente für bestimmte Zeitabschnitte des Embryonalstadiums.

Für das diastatische Ferment des Blutes ist in dieser Hinsicht bis jetzt nichts bekannt geworden. Und doch erscheint eine Untersuchung hierüber nicht ohne Wichtigkeit zu sein. Denn das Vorhandensein oder das Fehlen der Verdauungsfermente beim Embryo ist für den Stoffwechsel als unerheblich anzusehen, da dem Thiere keine durch dieselbe zu verdauende Nahrung zugeführt wird. Dagegen könnte das diastatische Ferment des Blutes schon für den Stoffwechsel des Foetus und des Neugeborenen von Einfluss sein, da ja durch Untersuchungen von Cl. Bernard, Ehrlich u. A. nachgewiesen ist, dass die foetalen und jugendlichen Gewebe reich an Glycogen sind, dem Stoff, auf welchen dieses Ferment zu wirken berufen sein könnte.

Ich begann die Versuche über diese Frage mit der Untersuchung des Blutes menschlicher Neugeborenen. Dasselbe wurde auf folgendem Wege gewonnen: Nach der Geburt des Kindes wurde sofort die Nabelschnur einfach unterbunden und nach der mütterlichen Seite hin durchschnitten. Es entleerte sich nun aus dem mütterlichem Ende eine nicht unbeträchtliche Menge Blut, welche ohne das Eintreten der Geburt und der Unterbindung der Nabelschnur dem Foetus zugeflossen wäre. Das ausfliessende Blut wurde sofort in Kölbchen mit sterilisirtem Stärkekleister aufgefangen oder es floss in reinliche Gefässe, um später zum Versuch verwendet zu werden. Die Versuche wurden stets mit Thymolzusatz angestellt. Die Enteiweissung und Zuckerbestimmung geschah, wie früher beschrieben.

Es zeigte sich nun, dass das Blut des neugeborenen Menschen gar keine oder nur äusserst geringfügige, diastatische Wirksamkeit besitzt.

Versuch XII.

- a. Es wird Blut des Neugeborenen in einem reinlichen Gefässe aufgefangen. Nach einer Stunde hat sich ein durch rothe Blutkörperchen mässig verunreinigtes Serum abgesetzt. Davon werden 5 cem mit 50 cem 1% Stärkekleisters und 1 cem 10% Thymollösung 24 Stunden digerirt. Nach dieser Zeit enthält die Stärkelösung nur Spuren von Zucker, welche von dem Eigenzuckergehalt des zugefügten Blutes herrühren können. Jedenfalls sind weniger als 0,05% Zucker in der Flüssigkeit.

- b Das aufgefangene Blut wird einen Tag im Eisschrank belassen, worauf sich ein schönes, klares Serum abgesetzt hat.

Die Lösung von 25 ccm 1% Stärkekleysters enthält nach 24stündiger Einwirkung von 2,5 ccm Serum weniger als 0,05% Zucker.

- c. Es werden 20 ccm Blut direkt in einem Kölbchen mit 50 ccm sterilisirten 1% Stärkekleysters aufgefangen.

Die Flüssigkeit enthält nach 36stündiger Digestion 0,08% Zucker.

- d. Es werden 21 ccm Blut im Kölbchen mit 50 ccm sterilisirten 1% Stärkekleysters aufgefangen.

Die Flüssigkeit enthält nach 3tägiger Digestion 0,12% Zucker.

- e. Es werden 30 ccm Blut im Kölbchen mit 50 ccm 1% sterilisirten Stärkekleysters aufgefangen.

Die Flüssigkeit enthält nach 30stündiger Digestion weniger als 0,05% Zucker.

- f. Es werden 30 ccm Blut im Kölbchen mit 50 ccm 1% sterilisirten Stärkekleysters aufgefangen.

Die Flüssigkeit enthält nach 30stündiger Digestion 0,09% Zucker.

- g. Es werden 12 ccm Blut im Kölbchen mit 50 ccm 1% sterilisirten Stärkekleysters aufgefangen.

Die Flüssigkeit enthält nach 12stündiger Digestion weniger als 0,05% Zucker.

- h. Es werden 15 ccm Blut im Kölbchen mit 50 ccm 1% sterilisirten Stärkekleysters aufgefangen.

Die Flüssigkeit enthält nach 5stündiger Digestion weniger als 0,05% Zucker.

Wenn also überhaupt eine Zuckerbildung nachweisbar war, so war dieselbe äusserst geringfügig. Von den erhaltenen geringen Werthen ist, als nicht durch Fermentation entstanden, noch der Eigenzuckergehalt des verwendeten Blutes abzuziehen. Derselbe wurde in zwei Versuchen nach der Methode von Abeles zu 0,05 und 0,1% bestimmt. Dadurch erniedrigen sich die gewonnenen Zahlen noch um etwa 0,02—0,06%. Es sind daher die durch Fermentation erhaltenen Zuckerwerthe äusserst niedrig.

Für die Sicherstellung einer so wichtigen Thatsache erschien es mir nothwendig, auch Einwänden zu begegnen, die wenig Wahrscheinlichkeit für sich haben. Es konnte vielleicht der Zucker in dem Maasse, als er durch diastatische Wirkung entsteht, durch ein besonders stark ausgeprägtes Zuckerzerstörungsvermögen des Blutes wieder verschwinden. Dass dies nicht der Fall ist, bewies

Versuch XIII.

Es werden 12 ccm Blut aus der Nabelschnur direkt aufgefangen, in einem Kölbchen mit 50 ccm 0,5% Traubenzuckerlösung und 1 ccm 10% Thymollösung zugesetzt.

Nach 3tägiger Digestion wurden in der Flüssigkeit 0,48% Zucker gefunden.

Aehnliche Verhältnisse, wie beim Blute des neugeborenen Menschen, finden sich bei Thierfoeten. Auch bei diesen ist die diastatische Wirksamkeit des Blutes stets geringer als beim erwachsenen Thier.

Das Blut der Embryonen wurde auf folgende Weise, auch bei kleineren Individuen reinlich gewonnen. Nach Unterbindung der Nabelschnur wurden die Foeten durch Abspülen mit Wasser vollkommen gesäubert und darauf abgetrocknet. Dann wurden sie so befestigt, dass die Nabelschnur senkrecht herunterhing, dieselbe nun durchschnitten und das ausfliessende Blut in Schälchen aufgefangen. Durch zweckmässiges Streichen auf den Leib konnten zuweilen auch grössere Mengen Blut aus der Nabelschnur ausgepresst werden.

Das Blut wurde nun entweder gleich durch Schlagen mit Stäbchen defibrinirt oder es wurde das Gerinnsel nach dem Gerinnen abgepresst. Die Prüfung der diastatischen Kraft geschah in der üblichen Weise. Die Länge der Embryonen wurde bestimmt von Nacken- bis Steisshöcker.

Versuch XIV.

Schweineembryonen.

- a. Es wird das Blut von 5 Embryonen (8 ccm Länge) vereinigt.
Die Lösung von 25 ccm 1% Stärkekleysters enthält nach:
24stündiger Einwirkung von 3,6 ccm Blut = 0,33% Zucker,
11tägiger " " 4,0 " " = 0,5 " "
- b. Embryo von 15 ccm Länge.
Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkekleysters enthält nach:
24stündiger Einwirkung von 7,5 ccm Blut = 0,35% Zucker.
- c. Embryo von 15 ccm Länge aus derselben Tracht wie der vorige.
Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkekleysters enthält nach:
24stündiger Einwirkung von 7,5 ccm Blut = 0,38% Zucker.

Versuch XV.

Rindsembryonen.

a. Embryo von 30 ccm Länge.

Die Lösung von 25 ccm 1% Stärkekleysters enthält nach:

24stündiger Einwirkung von 4,0 ccm Blut = 0,1 % Zucker.

5tägiger „ „ 4,0 „ „ = 0,27 „ „

b. Embryo von 40 ccm Länge.

Die Lösung von 25 ccm 1% Stärkekleysters enthält nach:

24stündiger Einwirkung von 3,7 ccm Blut = 0,38 % Zucker.

c. Embryo von 32 ccm Länge.

Die Lösung von 25 ccm 1% Stärkekleysters enthält nach:

24stündiger Einwirkung von 4,0 ccm Blut = 0,14 % Zucker.

d. Embryo von 45 ccm Länge.

Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkekleysters enthält nach:

24stündiger Einwirkung von 7,5 ccm Blut = 0,12 % Zucker.

Zur Verwendung waren in diesen Versuchen gekommen auf 50 ccm Stärke 7,5 ccm Blut, welche einem Gehalt von etwa 5 ccm Serum entsprechen, auf 25 ccm Stärke 3,7—4,0 ccm Blut, welche etwa 2,5 Serum enthalten. Diese Mengen haben bei erwachsenen Thieren die Fähigkeit, die ihnen ausgesetzte Stärke in 24 Stunden annähernd vollkommen umzuwandeln. Es bleibt also die Fermentationskraft des foetalen Blutes erheblich hinter der des Blutes von erwachsenen Thieren zurück.

Wenn nun solche Unterschiede in der Fermentationsstärke des Blutes vom Erwachsenen und Foetus bezüglich Neugeborenen bestehen, so war zu erwarten, dass man die allmähliche Zunahme der diastatischen Kraft des Blutes vom foetalen bis zum erwachsenen Zustande zahlenmässig würde verfolgen können. Es wurde dies bei jungen Hunden, die aus einem Wurf stammten, versucht. Hierbei liess sich in der That zeigen, dass mit zunehmendem Alter das Blut der Thiere ein immer höheres Saccharificationsvermögen erlangte.

Versuch XVI.

a. Hunde vom ersten Wurf.

1. Hund von 2 Tagen. Das Blut wird durch Kopfabscneiden gewonnen.

Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkekleysters enthält nach:

21stündiger Einwirkung von 7,5 ccm Blut = 0,2 % Zucker.

2. Hund von 8 Tagen (wird noch gesäugt). Das Blut wird durch Einlegen einer Kanüle in die Carotis gewonnen.

Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkeklisters enthält nach:

21stündiger Einwirkung von 7,5 ccm Blut = 0,4% Zucker.

3. Zum Vergleich wird einem 4 Wochen alten Hunde aus einem anderen Wurf das Blut durch Einlegen einer Kanüle entzogen.

Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkeklisters enthält nach:

21stündiger Einwirkung von 7,5 ccm Blut = 0,62% Zucker.

b. Hunde vom zweiten Wurf.

Bei diesen allen wurde das Blut durch Einlegen einer Kanüle gewonnen.

Sie wurden alle noch von der Mutter ernährt.

1. Hund von 2 Tagen.

Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkeklisters enthält nach:

24stündiger Einwirkung von 7,5 ccm Blut = 0,27% Zucker.

2. Hund von 10 Tagen (schlecht genährt).

Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkeklisters enthält nach:

24stündiger Einwirkung von 7,5 ccm Blut = 0,38% Zucker.

3. Hund von 11 Tagen (gut genährt).

Die Lösung von 50 ccm 1% Stärkeklisters enthält nach:

24stündiger Einwirkung von 7,5 ccm Blut = 0,38% Zucker.

Bei den Thieren des Versuches XVI b wurde beiläufig der Glycogengehalt der Muskeln in der Weise bestimmt, dass möglichst aus allen Muskelgruppen des Körpers Stücke herausgeschnitten wurden. Die Bestimmung selber wurde aus je 25 gr Substanz nach der von S. Fränkel ¹⁾ neuerdings angegebenen Methode gemacht.

Der Glycogengehalt betrug

bei Hund I : 1,17%

„ „ II : 0,44%

„ „ III : 0,40%.

Wenn auch auf den Glycogengehalt der Gewebe eine Menge von Umständen einwirken, die Bewegung, welche allerdings bei diesen jungen, sich nur wenig und träge bewegenden Thieren nicht sonderlich ins Gewicht fallen mag, die Nahrung, hier möglicherweise sogar die Nahrung der säugenden Mutter, das Wachstum und vielleicht noch Anderes, so ist doch das Sinken des Glycogengehaltes nach der Geburt bei gleichzeitigem Ansteigen der Fermentationskraft des Blutes bemerkenswerth. In demselben Sinne

1) Pflüger's Archiv 52. S. 125.

lässt sich der hohe Glykogengehalt embryonaler Gewebe gegenüberstellen der geringen, diastatischen Wirksamkeit des Blutes bei den Foeten.

Weitere, systematische Untersuchungen müssen an diese gelegentliche Beobachtung anknüpfen.

Resultate der vorliegenden Untersuchungen.

- I. Das menschliche Blut besitzt ein erheblich schwächeres Saccharificationsvermögen als das einiger Thiere.
 - II. Die Producte des diastatischen Fermentes des Menschenblutes sind Traubenzucker und Dextrine, wie bei den Thierblutarten. Es unterscheidet sich also auch das diastatische Ferment des Menschenblutes von den diastatischen Fermenten der gekeimten Gerste, des Speichels und des Pancreas.
 - III. Das Menschenblut hat ebenfalls die Fähigkeit Maltose in Traubenzucker umzuwandeln.
 - IV. Die diastatische Wirkung des Blutes beim neugeborenen Menschen ist äusserst schwach oder fehlt ganz.
 - V. Die diastatische Wirkung des Blutes ist bei Thierfoeten viel geringer als bei erwachsenen Thieren.
 - VI. Man kann mit zunehmendem Alter von Thieren aus einem Wurf die zunehmende, diastatische Kraft des Blutes derselben beobachten.
-

Herrn Privatdocent Dr. F. R ö h m a n n sage ich für seine freundliche Unterstützung bei dieser Arbeit meinen ergebensten Dank.