

Glykogenabbau und Zuckerbildung in der Leber normaler und pankreasdiabetischer Hunde.

Von

Dr. Hans Hinselmann.

(Aus der medizinischen Klinik Heidelberg, Geh. Rat Krehl.)

(Der Redaktion zugegangen am 20. Juli 1909.)

Die Fragen über die Art der Entstehung der Hyperglykämie beim Pankreasdiabetes sind noch nicht endgültig geklärt. Bang¹⁾ fand beim Hunde keine nennenswerte Erhöhung des Glykogenabbaus in der Leber beim Pankreasdiabetes. Er vergleicht allerdings seine Werte mit Normalwerten von Kaninchen, weshalb neue Versuche, die nur an Hundematerial ausgeführt sind, nötig erscheinen.

Auch Zegla²⁾ hat neuerdings Untersuchungen über den Diastasegehalt der Leber unter den verschiedensten Verhältnissen angestellt und fand mit der Wohlgemutschen Methode bei drei pankreasdiabetischen Hunden am 9., 10. und 40. Tage nach der Operation einen bedeutend geringeren Diastasegehalt der Leber als bei Normaltieren.

Nach anderen Erfahrungen erscheint eine erneute Prüfung dieser Fragen unter Berücksichtigung einigermaßen funktionell gleichwertiger Verhältnisse der Leber angebracht. Es muß der Glykogenabbau auf ein Minimum reduziert werden, was man am besten mit einer möglichst guten Fütterung der Tiere zu erreichen sucht. Als Ausdruck dafür darf man eine Gewichtszunahme der Tiere oder mindestens eine Gewichtskonstanz ansehen. Auch auf die zeitlichen Verhältnisse ist zur Erhaltung von Vergleichswerten zu achten.

Methodisches.

Da die Untersuchungen einen möglichst hohen Glykogengehalt der Leber wünschenswert machten, wurden die Hunde 3 Tage lang bei einer so reichlichen Kost im Käfig gehalten, daß ihnen stets Nahrung zur Verfügung stand. Gereicht wurde Milch und Hundekuchen. Hierauf wurde nach dem Vorgehen von Bang die Leber möglichst schnell in Narkose

herausgenommen, bei den Normalhunden in Chloroform-, bei den operierten Hunden in Morphium-Äthernarkose. Da hierbei eine Anzahl von Faktoren wirksam ist, die **vielleicht** auf den Blutzuckergehalt einen Einfluß haben, wie der Chok, die Narkose, die mehr oder weniger starke Asphyxie u. a., wurde ganz besonders auf Gleichmäßigkeit der Versuchsbedingungen geachtet, die praktisch allerdings nur bis zu einem gewissen Grade zu erreichen ist.

Nach der Herausnahme der Leber, die mit Narkose etwa 5 bis 10 Minuten in Anspruch nahm, wurde sie gewogen und ein Teil ohne Entblutung in einer gewöhnlichen Fleischmaschine oder auf dem Wiegebrett zerkleinert. Von dem gut durchgerührten Leberbrei wurden 25 g für die Glykogenprobe und 25 g für die Zuckerextraktion abgewogen. In durchschnittlich 30 Minuten nach der Herausnahme kochten die Proben. Die andere Hälfte der Leber wurde in einer verdeckten Glasschale 7 Stunden bei 36° gehalten und die Eintrocknung durch Wasserzusatz in der Glasschale verhütet. Nach dieser Zeit wurde dieser Teil der Leber ebenfalls zerkleinert. Dabei wurden von den Schnittflächen breite Stücke weggeschnitten, um so die Zone zu entfernen, in der Bakterienwirkung zu befürchten war. Meist waren die Schnittflächen übrigens sehr klein, da die Hundeleber stark gelappt ist. Von diesem zweiten Leberbrei wurden dann in gleicher Weise wie beim ersten je 25 g zur Glykogen- und Zuckerprobe abgewogen und so zum Kochen gebracht, daß möglichst genau 7 Stunden nach dem Aufkochen der ersten Probe verflossen waren (siehe Protokolle). Diese Versuchsanordnung unterscheidet sich von der Bangschen dadurch, daß er mit entblutetem und mit Toluol versetztem Leberbrei arbeitete. Wegen des Schutzes der Capsula Glissoni und der Entfernung der Schnittfläche war unter Umgehung des Toluols eine erheblichere Bakterienwirkung in meinen Fällen unwahrscheinlich; jedoch wurde nicht untersucht, ob das Innere der Leber tatsächlich steril war. War bei der Digestion des Leberbreies wegen der innigen Vermischung der Blutdiastase und des Leberbreies eine sorgfältige Entblutung in den Bangschen Versuchen unbedingt nötig, so erscheint sie hier überflüssig, weil post-mortale Veränderungen der Gefäßwände der Blutdiastase wohl nicht ungehinderten Zutritt zum Lebergewebe gestatten. Über dies ist darauf hinzuweisen, daß bei nicht intensiver Entblutung verschieden große Blutmengen zurückbleiben können, und wenn man vollständig entblutet, ist damit zu rechnen, daß womöglich verschieden große Mengen Lymph- und Leberdiastase mit fortgespült werden. Aus diesen Gründen wurde die Leber nicht entblutet. Die Glykogenanalyse wurde im wesentlichen nach der Vorschrift Pflügers ausgeführt, jedoch auf Empfehlung Bangs unter Verwendung der Zentrifuge. Ob nicht die hierbei vorgeschriebene Dekantierung eine Fehlerquelle sein kann, wäre immerhin in Erwägung zu ziehen. Einige Male, im Vergleich zu den recht zahlreichen Analysen allerdings selten, war oberhalb des Bodens, von ihm durch klare Flüssig-

keit getrennt, eine Wolke von Alkalialbuminat (?), die beim Dekantieren mit ausgegossen wurde, und es wäre nicht ausgeschlossen, daß damit geringe Mengen von Glykogen mit entfernt wurden. Diese Schichtung fand sich allerdings fast nur bei Proben, die wenig Glykogen enthielten. Es scheint so, als ob bei irgendwie erheblicherem Glykogengehalt das ausfallende Glykogen das Albuminat mit sich reißt.

Das invertierte Glykogen wurde anfangs mit Polarisation und mit einer 1906 von Bertrand³⁾ angegebenen Methode, später nur mit letzterer, bestimmt. Beim Einüben dieser Methode wurde ich in liebenswürdigster Weise von Herrn Dr. Warburg unterstützt. In 20 ccm einer Lösung von 0,998 g nach Soxhlet gereinigter und mehrere Stunden bei 62° getrockneter Dextrose in 250 ccm wurden mit der Bertrandschen Methode 81,4 und 82,9 mg Dextrose nachgewiesen. Nach der Wägung mußten 79,9 mg in 20 ccm sein, also ein prozentischer Fehler von 3,7. Hiermit stehen die folgenden Bertrandschen Doppelbestimmungen in Einklang, die bei der Glykogen- und Zuckerbestimmung gemacht wurden:

6,591	0,2%	6,612
2,032	1,6%	1,998
1,347	3,7%	1,298
0,632	4,4%	0,661
0,367	—	0,367
0,490	4,5%	0,468
2,837	5,7%	2,678
4,301	3%	4,172
3,92	22,4%	3,128.

Ein durchschnittlicher prozentischer Fehler von 3,0, wenn man die letzte Bestimmung nicht berücksichtigt, bei der ganz eigenartige Verhältnisse vorlagen (siehe Protokoll 6). Aus dem Zuckerwert wurde durch Multiplikation mit 0,927 (Pflüger⁴⁾) der Glykogenwert erhalten. Einige Glykogendoppelbestimmungen nach Pflüger-Bang-Bertrand ergaben folgende Werte:

5,3	9%	5,8
4,263	9,8%	4,705
0,531	29,5%	0,394.

Einige andere Doppelbestimmungen ergaben mit Polarisation

0,83	—	0,83
0	—	0,17
12,72	13,6%	11,1
5,09	20,6%	6,26.

Hiernach schien die Polarisation ohne nachträgliche Vergärung weniger geeignet zu sein.

Stand für die Glykogenbestimmung eine durch Pflügers Arbeiten so überaus sorgfältig fundierte Methode zur Verfügung, so bot die quantitative Zuckerextraktion in methodischer Beziehung Schwierigkeiten. Nach

dem Vorgehen der meisten Autoren wurde der Leberbrei durch mehrstündiges Kochen wiederholt so lange extrahiert, bis die Einzelextrakte nicht mehr reduzierten. Dabei reduzierte der dritte Extrakt nur noch selten, trotzdem wurde zur Sicherheit stets viermal, zweimal fünfmal extrahiert bei einer Gesamtkochdauer von 2—4 Stunden. Die Koagulation des Leberbreis bot kein Hindernis, da er sich leicht wieder zerteilen ließ. Die vereinigten Extrakte bildeten eine gelbliche bis gelbgrünliche, je nach dem Glykogengehalt mehr oder weniger opaleszierende, auf Lackmus sauer reagierende Flüssigkeit. Der Gesamtextrakt wurde mit gleichem Volumen einer 5%igen HgCl_2 -Lösung versetzt, umgerührt und mindestens eine Stunde stehen gelassen, zuweilen bedeutend länger. Dann wurde ein beliebiger Teil der Flüssigkeit zur Fällung des HgCl_2 mit H_2S entnommen. Die auf diese Weise nach der Schenckschen Methode erhaltene wasserklare Lösung wurde nach Verjagen des H_2S auf ein kleineres Volumen eingengt, möglichst bei neutraler Reaktion. Eine alkalische Reaktion wurde abgesehen von Momenten wohl immer vermieden. Der Zucker wurde anfangs mit Polarisation und nach Bertrand, später nur nach Bertrand bestimmt. Zuckerdoppelbestimmung nach Bertrand:

0,367	26 %	0,479
2,223	3,1 %	2,156

mit Polarisation:

1,39	28,8 %	1,86
0,05	—	0,05.

Versuche.

Angesichts der nicht unerheblichen Fehlerquellen bei jeder Phase des Versuchs waren nur durch mehrere gleichartige Versuche einigermaßen brauchbare Ergebnisse zu gewinnen. Es wurde deshalb zunächst bei drei Normalhunden der Glykogenabbau und die Zuckerbildung bestimmt. Die Ergebnisse der drei Normaltiere sind in der folgenden Tabelle angegeben.

Hund	Glykogenabbau in 7 Stunden		Zuckerbildung in 7 Stunden	
	in 100 g Leber	pro Kilogramm Körpergewicht	in 100 g Leber	pro Kilogramm Körpergewicht
I	—	—	in 8 Stund. 0,614 » 7 » 0,537	in 8 Stund. 0,253 » 7 » 0,221
II	1,057	0,334	0,605	0,191
III	0,531	0,236	0,447	0,199

Dabei wurden die Berechnungen für 100 g Leber gewählt, da es auf die absoluten Werte des Glykogenabbaues und der Zuckerproduktion ankam und so der beste Vergleichswert garantiert erschien.

Der Vergleich unserer Normalwerte mit Bangs pankreasdiabetischen Hunden ergibt einen erhöhten Glykogenabbau. Die Bangschen Hunde zersetzten in 4 Stunden 1,45, 1,0 und 0,69 g Glykogen, also mehr als unsere Normalhunde in 7 Stunden. Dabei ist zu bedenken, daß die Leber der pankreasdiabetischen Hunde Bangs nur noch Spuren von Glykogen enthielt, und nach Erfahrungen an unseren Pankreashunden wahrscheinlich schon seit Tagen fast glykogenfrei war. Aus diesem Grunde mußte der Glykogenabbau an zugesetztem Glykogen bestimmt werden, wobei mit der Möglichkeit eines geringeren Abbaues wegen des nicht so innigen Kontaktes gerechnet werden mußte. Nimmt man hiernach einen erhöhten Glykogenabbau an, so ist immerhin fraglich, ob er der Pankreasexstirpation zur Last zu legen ist. Es wäre möglich, daß infolge der von Bang vorgenommenen Durchspülung der Zuckergehalt der Leber sich verringert und dies für die Leberzellen ein Reiz ist, durch erhöhten Glykogenabbau den ursprünglichen Zuckergehalt wieder herzustellen.

Einige weitere Versuche an pankreasdiabetischen Hunden erschienen hiernach nicht überflüssig. Sie wurden wie die Normalhunde drei Tage mit Vollmilch und Hundekuchen im Käfig auf Ansatz ernährt. Alsdann wurde die Exstirpation des Pankreas vorgenommen, die durchschnittlich $2\frac{1}{2}$ Stunden dauerte. Da in Bangs Versuchen die Pankreasleber nach 3 Tagen fast glykogenfrei war, bei unserer Versuchsanordnung aber ein beträchtlicher Glykogengehalt der Leber Voraussetzung sein mußte, so wurde die Leber des ersten pankreasdiabetischen Hundes 40 Stunden 20 Minuten nach vollendeter Operation analysiert. 100 g enthielten 0,069 g Glykogen, 20 Minuten später 0,051 g, 7 Stunden später 0,014 g. Der gleichzeitig bestimmte Zuckergehalt von 100 g Leber war 0,647 g, nach 7 Stunden 5 Minuten 0,423 g, hatte also um 0,224 g abgenommen. (Protokoll 4.) Nach dieser Erfahrung wurde die Leber eines anderen Hundes

16 Stunden nach vollendeter Pankreasexstirpation untersucht. 100 g Leber enthielten 0,097 g Glykogen, 7 Stunden später 0,021 g, an Zucker 15 Stunden 55 Minuten nach der Operation 0,457 g, 7 Stunden später 0,284. Zuckerverlust 0,173 g. (Protokoll 5.) Also in jeder Beziehung eine Bestätigung des ersten Versuches. Abgesehen von der Glykogenarmut der Leber ist bei beiden Versuchen der geringe Zuckergehalt auffällig. Während die Normalhunde einen Anfangszuckergehalt von 1,522, 1,41 und 1,323 % hatten, zeigten die Pankreashunde entsprechende Werte von 0,647 und 0,457 %. Eine Erklärung dieses Verhaltens ist vielleicht so möglich, daß nach weitgehendem Schwund des Glykogens die Zuckerbildung in der Leber so geringfügig ist, daß sie ihren eigenen Zuckergehalt quasi verliert und sich infolgedessen mehr oder weniger dem Blutzuckergehalte nähert. Nach diesen Ergebnissen wurde beim dritten Hunde die Leber 3 Stunden 15 Minuten nach der Operation analysiert. Sie enthielt 0,463 % Glykogen, 7 Stunden später kein Glykogen mehr, der Zuckergehalt war 3 Stunden 20 Minuten nach der Operation 3,524 %, 7 Stunden später 3,016 %; Abnahme 0,508 g. (Protokoll 6.) Die Zuckerwerte sind in diesem Falle aus den im Protokoll angegebenen Gründen nicht zuverlässig.

War auch in diesem Versuche ein Messen des Glykogenabbaues wieder unmöglich, so war doch der geringe Glykogengehalt so kurz nach der Exstirpation höchst bedeutsam. Bierry und Gatin-Gruzevska haben 1905 gezeigt, daß der Harn von Pankreashunden schon 1 Stunde und 35 Minuten, 2 Stunden und 2 Stunden und 30 Minuten nach der Operation reduzieren kann (Pflüger). Der Organismus hatte also in dieser kurzen Zeit den normalen Blutzuckergehalt über das Maximum der Zuckerdichtigkeit zu erhöhen. Nach dem letzten Versuch lag die Annahme nahe, daß hierbei schon ganz beträchtliche Mengen Glykogen verschwinden. Wollte man also die Wirkung der Pankreasexstirpation auf die Lebertätigkeit bei einem noch irgendwie erheblichen Glykogengehalt messen, so war die Leber mitten in der ersten Reaktion des Organismus zu untersuchen. Es wurde daher die Leber des nächsten Hundes 1 Stunde und 10 Minuten nach der Operation analysiert. Eine gleichzeitig

nach Zeglas Vorgehen unternommene Untersuchung mißlang. 100 g Leber enthielten 1 Stunde und 10 Minuten nach der Operation 10,637 g Glykogen, 7 Stunden und 20 Minuten später 4,237 g, also ein Abbau von 6,4 g gegenüber den Normalwerten von 1,057 und 0,531 in 7 Stunden. Die Leber wurde nicht gewogen, ist aber mit 200 g sicher zu gering geschätzt. Damit ist immerhin der Glykogenabbau mindestens 1,08 g pro Kilogramm Körpergewicht in 7 Stunden gegenüber 0,334 und 0,236 bei den Normalhunden. Darnach erscheint eine Veränderung der Lebertätigkeit unzweifelhaft.

Wie ist aber der stärkere Glykogenschwund zu erklären? Durch eine erhöhte Tätigkeit der glykogenabbauenden Kraft? Oder durch verminderte Glykogenassimilation? Wollte man den stärkeren Glykogenschwund einer mangelhaften Glykogenbildung entsprechend der Naunynschen Dyszoamylie zur Last legen, so müßte man annehmen, daß auch bei den Normalhunden ebensoviel Glykogen abgebaut, aber bis auf einen geringen Teil wieder in Glykogen zurückverwandelt werde — ein höchst unzweckmäßiges Verhalten, für das nicht eine einzige zwingende Tatsache vorliegt. Der stärkere Glykogenschwund ist kaum anders zu erklären, als durch eine erhöhte Tätigkeit der glykogenabbauenden Kraft der Leber. Ist aber der Organismus bestrebt, durch Glykogenabbau einen erhöhten Blutzuckergehalt zu erreichen, oder wie bei den Normalhunden vielleicht nur den Verbrauch zu decken, so wird man allerdings zu solchen Zeiten keine Glykogenbildung vermuten. Da bei dem letzten Versuch die Leber durchgespült wurde wegen des Vergleichs mit Zeglas Resultaten, so wäre es möglich, daß der erhöhte Glykogenabbau nicht eine Folge der Pankreasextirpation, sondern der Entblutung ist. Diese Möglichkeit ist schon durch den analog rapiden Schwund des Glykogens in Versuch VI sehr in Frage gestellt und wird noch unwahrscheinlicher durch den nächsten Versuch ohne Entblutung der Leber. Hierbei enthielten 100 g Leber 1 Stunde und 5 Minuten nach der Operation 4,484 g Glykogen, 7 Stunden später 2,757 g, Abbau 1,726 g, also wurden 0,48 g Glykogen pro Kilogramm Körpergewicht zersetzt. Dieser erhöhte Glykogenabbau ent-

spricht den Bangschen Werten und wird bestätigt durch die Zuckerwerte. 100 g Leber enthielten 1 Stunde und 15 Minuten nach der Operation 1,236 g Zucker, 7 Stunden später 2,19 g, eine Zunahme von 0,954 g. Danach ist die Zuckerbildung 0,268 g pro Kilogramm gegenüber dem durchschnittlichen Normalwert von 0,204.

Hiernach ist mit großer Wahrscheinlichkeit an dem ersten Ansteigen des Blutzuckergehaltes nach der Pankreasexstirpation eine vermehrte Zuckerbildung in der Leber, ein erhöhter Glykogenabbau beteiligt. Wenn man das Charakteristische der Pankreasglykosurie in ihrer Konstanz, Intensität und Dauer sieht, und selbst, trotz Pflügers gegenteiliger Erfahrung, die Möglichkeit zugibt, daß die Operation an sich einen erhöhten Glykogenabbau bedingen könne, so wird man doch als die Hauptursache die spezifische Wirkung der Pankreasexstirpation annehmen müssen. Nur für den ersten Anstieg wird man vielleicht die Narkose usw. mitverantwortlich machen können, aber auch ohne Mitwirkung dieser Faktoren würde die Pankreashyperglykämie zustande kommen, nur vielleicht nicht so schnell und nicht in dieser Intensität.

Herrn Privatdozent Dr. Fischler bin ich für die Ausführung sämtlicher Pankreasexstirpationen zu großem Danke verpflichtet. Desgleichen Herrn Med.-Prakt. Dr. Schröder für seine liebenswürdige Assistenz.

Hund I.

22. II. 11370 g Gewicht (täglich 2 l Vollmilch und im ganzen 770 g Hundekuchen).
28. II. 11600 g Gewicht (Zunahme 230 g). Leber 470 g = 4,1% des Körpergewichts.
- 10⁵⁰ morgens enthalten 100 g Leber (25' nach der Herausnahme)
 Dextrose: 1,522 g (Bertrand), 1,393 g (Polarisation)
- 6⁵⁰ p. m. > 2,136 > > 2,32 > >
- 10⁵⁰ a. m. Glykogen: mißlungen.
- 6⁵⁰ p. m. > 2,781 g (Bertrand), 2,75 g (Polarisation)

Hund II.

4. III. Körpergewicht 21200 g. Täglich 2 l Vollmilch, 1620 g Hundekuchen.
 8. III. > 22200 g. Zunahme 1000 g. Leber 670 g = 3,2%
 des Körpergewichts.
 11¹⁵ a. m. enthalten 100 g der Leber (30' nach der Herausnahme)
 Glykogen: 6,591, 6,612 g (Bertrand), 7,14 g (Polaris.)
 6¹⁵ p. m. > A. 5,289 > > 5,09 > >
 > B. Co 5,8 > > 6,26 > >
 11⁰⁵ a. m. Dextrose: 1,41 g (Bertrand).
 6⁰⁵ p. m. > 2,032, 1,998 g (Bertrand).

Hund III.

8. III. Körpergewicht 9020 g. Täglich 2 l Vollmilch. 1050 g Hundekuchen.
 12. III. > 9600 g. Zunahme 580 g. Leber 400 g = 4,2% des
 Körpergewichts.
 11⁰⁵ a. m. enthalten 100 g Leber (30' nach der Herausnahme)
 Dextrose: 1,347, 1,298 g (Bertrand), 1,65 g (Polaris.)
 6⁰⁵ p. m. > 1,77 g (Bertrand), 1,68 g (Polarisation)
 11⁰⁵ a. m. Glykogen: 6,049 > > 5,89 > >
 6⁰⁵ p. m. > 5,518 > > 5,72 > >

Hund IV.

23. III. Körpergewicht 12500 g. Täglich 2 l Vollmilch, 1050 g Hundekuchen.
 26. III. > 13250 g. Zunahme 750 g. Chloroform-Äthernarkose.
 4—6³⁰ p. m. Pankreasexstirpation.
 28. III. Leber 350 g, stark verfettet, 2,6% des Körpergewichts. In der
 Blase 100 ccm Urin mit 3,3% D. (polarimetrisch). Fehling +,
 Nylander +, Gerhardt —, Legal —.
 10⁴⁵ a. m. enthalten 100 g Leber (35' nach der Herausnahme)
 Dextrose: 0,632, 0,661 g (Bertrand).
 5⁵⁰ p. m. > A. 0,367, 0,367 > >
 > B. 0,490 g Co, 0,468 g > >
 10⁵⁰ a. m. Glykogen: 0,069 g (Bertrand).
 11¹⁰ > > 0,051 > >
 5⁵⁵ p. m. > 0,014 > >

Hund V.

27. III. Körpergewicht 7600 g. Täglich 2 l Vollmilch, 525 g Hundekuchen.
 30. III. > 7700 g. Zunahme 100 g.
 4—5³⁰ p. m. Pankreasexstirpation. Narkose anfangs mit Chloro-
 form, dann mit Äther.
 31. III. Leber 200 g, mäßig verfettet, 2,6% des Körpergewichts. Blasen-
 urin: Fehling und Nylander +. 100 g Leber enthalten

9 ³⁰ a. m. (30' p. Herausnahme)	Glykogen:	0,097 g (Bertrand)
4 ³⁰ p. m.		> 0,021 >
9 ²⁵ a. m. (25' p. Herausnahme)	Dextrose:	0,457 >
4 ²⁵ p. m.		> 0,284 >

Hund VI.

3. IV. Körpergewicht 12770 g. Täglich 2 l Vollmilch, 600 g Hundekuchen.

6. IV. Gewicht 12760 g. Keine Zunahme.

3⁵⁰—6⁴⁰ p. m. Exstirpation. Chloroform-Äthernarkose.

6. IV. 9¹⁵ p. m. Herausnahme der Leber. 350 g = 2,7% des Körpergewichts. In der Blase ca. 1,0 ccm mit Fehling reduzierenden Urins (ante operat. keine Reduktion). 100 g Leber enthalten

10⁰⁰ p. m. (45' p. Herausnahme) Dextrose: 3,92, 3,128 g (Bertrand).

7. IV. 5⁰⁰ a. m. Dextrose: 3,016 g (Bertrand).

6. IV. 9⁵⁵ p. m. Glykogen: A. 0,531 g, B. Co 0,394 g (Bertrand).

7. IV. 4⁵⁵ a. m. > nach 3 Tropfen MnO₄K schon übertitriert.

Sämtliche fertigen Zuckerextrakte geben mit Phenolphthalein und NaOH dunkelgrüne, wolkige Gebilde. Die mit 5%iger HgCl₂ versetzten Extrakte geben vor der Behandlung mit H₂S die gewohnte Rotfärbung.

HgCl₂-Lösung gibt nach H₂S-Behandlung mit NaOH Rotfärbung. Dabei ist nicht auf sorgfältige Fällung des HgCl₂ gesehen und ebenfalls nicht auf Entfernung des H₂S. Die eigentümliche grünliche Wolkenbildung trat stets vor dem Erwärmen ein.

Außerdem zeigten sämtliche Zuckerextrakte bei der Bertrand'schen Zuckerbestimmung ein sonst nicht beobachtetes Verhalten.

Nach Zusatz der Bertrandlösung II tritt nicht wie gewöhnlich eine klare dunkelblaue Färbung ein, sondern eine undurchsichtige, gelbgrünliche Verfärbung. Auch der Cu₂O-Niederschlag ist nach 3 Minuten Kochen noch überdeckt von einem ockergelben Niederschlag. Auf dem Asbestfilter wird scheinbar nur der hellrote Cu₂O-Niederschlag zurückhalten.

HgCl₂ gibt mit KOH einen gelben Niederschlag

> > > NaOH > roten >

Bertrand II ist NaOH + Seignettesalz.

Hund VII.

12. IV. Körpergewicht 11300 g. Täglich 2 l Vollmilch, 1050 g Hundekuchen.

15. IV. > 12450 g. Zunahme 1150 g.

11—1^h p. m. Exstirpation. Morphinum. Chloroform-Äther.

1⁴⁵ p. m. Herausnahme der Leber, mit 0,8%iger NaCl durchspült von der vena portae aus. 100 g Leber enthalten

2¹⁰ p. m. Glykogen: 10,637 g (Bertrand).

9³⁰ p. m. > 4,301, 4,172 g (Bertrand).

Der Zeglasche Versuch mißlang. Neben Eiweiß ließ sich noch Amylum chemisch und mikroskopisch im Bodensatz nachweisen.

Hund VIII.

19. IV. Körpergewicht 36000 g. Täglich 3l Vollmilch, 2100 g Hundekuchen.
 22. IV. > 39000 g. Zunahme 3000 g.
 2¹⁵—5h p. m. Exstirpation. Morphium. Chloroform-Äther.
 Unterbindung der art. und vena pancreaticoduodenalis sup.
 Dabei enormer Blutverlust.
 5⁵⁰ p. m. Herausnahme der Leber. Leber 1000 g = 2,6% des
 Körpergewichts. 100 g Leber enthalten
 6⁰⁵ p. m. Glykogen: A. 4,263 g, B. Co 4,705 g (Bertrand).
 23. IV. 1⁰⁵ a. m. > 2,837, 2,678 g (Bertrand).
 22. IV. 6¹⁵ p. m. Dextrose: 1,236 g (Bertrand).
 23. IV. 1¹⁵ a. m. > A. 2,223 g, B. Co 2,156 g (Bertrand).

Literatur.

1. Bang, Ljungdahl und Bohm, Untersuchungen über den Glykogenabbau in der Kaninchenleber u. a., Beiträge zur chemischen Physiologie und Pathologie, Bd. IX und X, 1907.
2. Zegla, Über das diastatische Ferment der Leber, Biochem. Zeitschrift, XVI, 2, 1909.
3. Bertrand, Le dosage des sucres réducteurs, Bulletin chimique, III^e série, XXXV, 1906.
4. Pflüger, Das Glykogen und seine Beziehungen zur Zuckerkrankheit, II. Aufl., 1905.