(Aus dem physiologischen Laboratorium in Bonn.)

Ueber den Maximalwerth des Gesamttglykogengehalts von Hunden.

Von

Bernhard Schöndorff.

Für die richtige Beurtheilung gewisser Fragen des Kohlehydratstoffwechsels ist die Kenntniss von dem Gesamttglykogengehalt eines Thieres und eines möglichen Maximalwerthes desselben eine nothwendige Voraussetzung. Für die richtige Entscheidung der Frage z. B., woher beim Phloridzindiabetes der ausgeschiedene Zucker bei hungernden Hunden stammt, ist es nothwendig zu wissen, wieviel Glykogen der Hund vor der Einnahme des Phloridzins in seinen Organen enthalten haben kann.

„Hier tritt dann nun, wie Pflüger¹⁾ es in seiner zusammenfassenden Arbeit über das Glykogen ausspricht, gleich die erstaunliche Thatsache auf, dass keine Versuche vorliegen, welche eine Grundlage geben zur Beurtheilung, wieviel Glykogen in dem Körper eines reichlich ernährten Hundes vorhanden sein kann.“

Aus diesen Gründen hat v. Mering sich bei seinen Versuchen über den Phloridzindiabetes auf Versuche von Böhm und Hoffmann²⁾ bezogen, welche den Gesamttglykogengehalt im Körper der Katze bestimmten. Böhm und Hoffmann fütterten ausgewachsene Katzen mit rohem Fleisch ungefähr 8–10 Tage lang und bestimmten dann in Blut, Leber und Muskeln das Glykogen nach der Brücke'schen Methode durch Auskochen mit Wasser. In den übrigen Organen wurde das Glykogen nicht bestimmt.

„Wir überzeugten uns durch mehrere Versuche, dass in den übrigen Körperorganen, d. h. Central-

1) Pflüger's Archiv Bd. 96 S. 268. Im Original nicht gesperrt gedruckt.

2) Archiv f. exper. Pathol. u. Pharmak. Bd. 8 S. 289.

nervensystem, Milz, Magen- und Darmcanal für gewöhnlich keine wägbaren Mengen von Kohlehydraten enthalten sind.“

Sie fanden bei ihren Versuchen als Gesamtglykogengehalt der Katze in Zucker ausgedrückt pro Kilo Katze 1,5—8,5 g Glykogen. v. Mering rechnet desshalb als Maximalwerth pro Kilo Hund 8,5 g Glykogen.

Nun ist dieser Maximalwerth entschieden zu klein, denn in den übrigen Körperorganen können noch ganz beträchtliche Mengen von Glykogen enthalten sein. So fand z. B. Pflüger¹⁾ bei der Untersuchung des Glykogengehaltes eines Hundes, der 28 Tage gehungert hatte, dass in den Knochen und Knorpeln noch ca. $\frac{1}{9}$ der Gesamtmenge des ganzen Körperglykogens enthalten war oder absolut 5,898 g und im Fell noch 1,402 g Glykogen; desshalb ist es wohl als sicher anzunehmen, dass in den Organen bei Thieren, die gefüttert sind, nicht zu vernachlässigende Glykogenmengen vorkommen.

Ausserdem bestimmten die beiden Forscher das Glykogen durch blosses Auskochen mit Wasser, wobei man ja, wie R. Külz²⁾ nachgewiesen hat, nur ungefähr $\frac{3}{4}$ des vorhandenen Glykogens erhält.

Aus diesen Gründen ist ein Maximalwerth von 8,5 g Glykogen pro Kilo Hund entschieden als zu klein zu betrachten.

Bei Fröschen fand Pflüger³⁾ im Monat März nach dem Winterschlaf noch 10 g Glykogen auf 1 Kilo Thier.

Um nun einen Anhaltspunkt für den Maximalwerth des Gesamtglykogens zu haben, berechnete Pflüger aus dem Glykogengehalt des Pferdemuskel, der gewöhnlich 2 % und noch mehr Glykogen enthält, und der Annahme von 40 % Fleischgewicht, dass auf 1 kg Thier 8 g Glykogen in den Muskeln kämen. Wenn man nun annähme, dass bei gutem Ernährungszustande die Leber ebensoviel Glykogen als die Muskeln enthielte, so würden beim Pferde als Glykogengehalt für Leber und Muskeln 16 g Glykogen pro Kilogramm Thier zu rechnen sein. Ebenso rechnete er für den Hund aus den Versuchen von Pavy⁴⁾ den möglichen Maximalwerth des Glykogengehaltes des ganzen Thieres aus. Pavy bestimmte,

1) Pflüger's Archiv Bd. 71 S. 319.

2) Zeitschr. f. Biologie Bd. 22 S. 194.

3) Pflüger's Archiv Bd. 71 S. 319.

4) F. W. Pavy, The Physiology of the Carbohydrates p. 114. London 1894.

dass bei gemischter, an Kohlehydrat reicher Nahrung ein Hund bis zu 12 % Glykogen, durch Inversion in Zucker festgestellt, in der Leber enthält, und dass die Leber dann 6,6 % des Körpergewichts ausmacht. Daraus folgt, dass 1 kg Hund 7,92 g Leberglykogen enthält. Weil nun im Körper wohlgenährter Hunde mindestens ebensoviel Glykogen als in der Leber sich befindet, würde sich als Gesammtglykogen pro Kilogramm Thier 15,8 g Glykogen berechnen.

Ein weiterer Versuch, das Gesammtglykogen eines Thieres zu bestimmen, ist von Erwin Voit¹⁾ ausgeführt worden. Derselbe fütterte eine Gans von 2 kg Gewicht nach einer 4½ tägigen Hungerperiode 5 Tage lang mit Reismudeln: im Ganzen wurden 766,2 g trockener Reis verfüttert. Nach Beendigung des Versuches wurde das Thier getödtet und das Glykogen in der Leber und den Muskeln bestimmt. Die Glykogenbestimmungen wurden nach der Brücke'schen Methode, ausgeführt, und die Zahlen beziehen sich auf asche-freies Glykogen. Das Glykogen in den übrigen Organen wurde nicht bestimmt, sondern für die Eingeweide, unter welcher Bezeichnung der Darmtractus mit den zugehörigen Drüsen, das Gehirn und das Rückenmark und der Geschlechts- und Harnapparat zusammengefasst ist, aber ohne Haut, Knochen und Fettgewebe, wurde der Procentgehalt der Muskeln der Berechnung zu Grunde gelegt.

Seine Versuche ergaben folgende Zahlen:

Organ	Gewicht in g	Glykogengehalt	
		in 100 Theilen	im Ganzen
Leber.	205,5	10,51	21,60
Muskeln	1327,5	1,32	17,52
Eingeweide . . .	382,5	—	5,05
			22,57

Je nachdem er den Glykogengehalt des gesammten Körpers aus der Glykogenmenge der Muskeln und der Leber allein oder mit den Eingeweiden berechnete, erhielt er 39,19 resp. 44,17 g Glykogen, wobei aber immer noch der Glykogengehalt der Haut, der Knochen und des Fettgewebes vernachlässigt wurde.

Er fand also:

Pro Kilo Thier 19,56 resp. 22,08 g Glykogen.

Für den Hund, an dem Untersuchungen über den Kohlehydrat-

1) Zeitschr. f. Biologie Bd. 25 S. 546.

stoffwechsel in so vielen Fällen angestellt worden sind, liegt also kein Versuch vor, aus dem mit Sicherheit hervorgeht, wie hoch in maximo bei reichlicher Ernährung der Gesammtglykogengehalt aller Organe steigen kann. Da aber ja die Kenntniss dieser Thatsache für die Beurtheilung vieler Fragen unbedingt nothwendig erschien, so folgte ich gerne einer Aufforderung von Herrn Prof. Pflüger, den Maximalwerth für den Gesammtglykogengehalt gut genährter Hunde festzustellen.

Zunächst stand es als nothwendig fest, uns nicht nur mit der Glykogenbestimmung in der Leber und der Muskulatur zu begnügen, sondern, da es sich herausgestellt hatte, dass auch in den übrigen Organen nicht unbeträchtliche Mengen von Glykogen vorkommen könnten, auch in allen anderen Organen die Glykogenmenge festzustellen.

Es wurde also in allen Versuchen das Glykogen bestimmt in der Leber, den Muskeln, den Knochen, den Eingeweiden, worunter sämtliche inneren Organe mit Ausnahme von Herz und Gehirn und Leber zu verstehen sind, dem Fell, dem Herzen, dem Gehirn und dem Blut. Nur in vier Versuchen wurde der Glykogengehalt des Blutes nicht festgestellt, weil sich der Glykogengehalt des Blutes als so gering erwies, dass er bei der Berechnung der Glykogenmengen des ganzen Thieres kaum in Betracht kam.

Bezüglich der Glykogenanalyse der Muskeln und Knochen ist zu bemerken, dass wir nicht die ganze Muskulatur und die ganzen Knochen auf Glykogen untersuchten, sondern das Thier genau in der Medianebene durchsägten und nur das Glykogen der einen Hälfte bestimmten. Zu diesen Verfahren, welche uns die Vorbereitung von Muskeln und Knochen zur Analyse sehr erleichterte und es uns ermöglichte, sehr rasch diese Organe auf Glykogen zu verarbeiten, so dass eine bedeutende Verringerung des Glykogengehaltes durch Fermentwirkung nicht zu erwarten war, hielten wir uns für berechtigt, weil die Versuche von Cramer¹⁾ ergeben haben, dass wenigstens bei grösseren Thieren der Glykogengehalt der Muskeln der beiden Hälften ungefähr der gleiche ist. Die Theilung des Thieres in zwei Hälften, die wir von einem Metzger ausführen liessen, war bezüglich des Gewichtes so genau getroffen, dass die beiden Hälften ungefähr das gleiche Gewicht hatten. Man konnte

1) Zeitschr. f. Biologie Bd. 24 S. 70.

desshalb, ohne einen grösseren Fehler zu begehen, den Glykogengehalt von Muskeln und Knochen des ganzen Hundes aus dem Glykogengehalt der Muskeln und Knochen des halben Hundes durch Multiplication mit 2 berechnen.

Bei der Fütterung der Hunde gingen wir von der Erwägung aus, dass ein möglichst grosser Glykogenansatz wahrscheinlich dann stattfinden würde, wenn neben Kohlehydraten eine grössere Menge Eiweiss in der Nahrung sei, so dass vom Eiweiss der grössere Theil des Stoffwechsels bestritten und das aufgenommene Kohlehydrat als Glykogen angesetzt würde.

Es wurden desshalb die Hunde mit Fleisch und Reis gefüttert. Da sich aber bei den beiden ersten Versuchen herausstellte, dass die Reisstärke, wenigstens bei Hunden, nicht sehr geeignet sei, eine Glykogenanhäufung herbeizuführen, so wurden in den folgenden Versuchen, um die Kohlehydratmenge in der Nahrung auch noch zu erhöhen, neben Fleisch und Reis noch Kartoffeln und eine grössere Menge Rohrzucker verfüttert und zwar bei Hunden von einem Gewicht von 6—9 kg anfangs 100, dann bis 150—200 g Rohrzucker pro Tag.

Die Ausführung der Glykogenanalyse geschah nach den von Pflüger¹⁾ angegebenen Vorschriften zur Ausführung einer quantitativen Glykogenanalyse.

Es wurden 100 g Organbrei in 100 ccm 60 %ige siedende Kalilauge gebracht, zwei Stunden lang im Wasserbade erhitzt, in ein 400 ccm-Kölbchen entleert, auf 400 ccm aufgefüllt; die Lösung durch Glaswolle filtrirt. Ein aliquoter Theil dieser Flüssigkeit wird mit dem gleichen Volumen Alkohol von 96 % Tr. versetzt, das gefällte Glykogen am nächsten Tage durch ein schwedisches Filter abfiltrirt, mit einer Lösung, welche enthält

1 Vol. Kalilauge von 15 %

2 „ Alkohol „ 96 % Tr.,

zwei Mal gewaschen, dann zwei Mal mit Alkohol von 96 % Tr. Das Glykogen wird dann in Wasser gelöst, in einen geaichten Kolben gebracht und pro 100 ccm Lösung 5 ccm Salzsäure von 1,19 spec. Gew. zugefügt, so dass die Lösung ungefähr 2,2 % HCl enthält. Diese Lösung wird drei Stunden lang im siedenden Wasserbade erhitzt, nach dem Abkühlen des Kölbchens mit Wasser

1) Pflüger's Archiv Bd. 96 S. 94—104.

bis zur Marke aufgefüllt, durch ein trockenes schwedisches Filter filtrirt und in dieser Lösung der Zucker gravimetrisch bestimmt und aus der gefundenen Kupferoxydulmenge der Zucker- resp. Glykogengehalt des Organs berechnet.

Nun ergaben die Fütterungsversuche mit Rohrzucker solche riesenhafte Werthe für den Glykogengehalt der Organe, dass uns die Höhe derselben fast unglaublich erschien und wir es für möglich hielten, dass das erhaltene Kupferoxydul vielleicht durch Beimischungen, die dann als Kupferoxydul gewogen wurden, verunreinigt wäre, zumal da bei den fünf letzten Versuchen nicht das Merck'sche Kaliumhydrat Ia angewandt wurde, sondern das Kahlbaum'sche mit Alkohol gereinigte Kaliumhydrat. Damit nun unsere Ergebnisse nicht als durch „Versuchsfehler“ bedingte bezeichnet werden, hielten wir es für unerlässlich, den Kupferoxydulwerth zu controliren, und es wurde desshalb bei den fünf letzten Versuchen das Kupfer nach Volhard titrirt und daraus der Zucker berechnet.

Auf solche Weise wurde in der Leber und in den Muskeln das Glykogen bestimmt. Bei den übrigen Organen, bei welchen eine geringere Glykogenmenge zu erwarten war, wurden, um eine möglichst grosse Genauigkeit der Analyse zu erzielen, grössere Mengen Organe in Arbeit genommen. Bei den kleineren Hunden wurden Knochen, Fell und Eingeweide und Blut ganz in Kalilauge gelöst und ein aliquoter Theil zur Analyse benutzt, bei den grossen Hunden eine entsprechende grosse Organmenge.

Falls bei der Lösung des Glykogens auf dem Filter ein grösserer Rückstand übrig blieb, oder die Glykogenmenge auf dem Filter sehr gross war, so wurde das Filter so lange mit Wasser ausgekocht, bis eine kleine Menge Filtrat keine Trübung mehr mit Alkohol gab.

Eine Ausnahme von dieser gewöhnlichen Art des Verfahrens geschah beim Gehirn und bei den Knochen.

Wenn man das Gehirn in Kalilauge löst und die alkalische Lösung mit einem gleichen Volumen Alkohol fällt, so entsteht ein ganz bedeutender Niederschlag, so dass es den Anschein hat, als enthielte das Gehirn viel Glykogen. Wenn man dann versucht, diesen Niederschlag auf dem Filter zu lösen, so zeigt sich, dass der grösste Theil dieses Niederschlags im Wasser unlöslich ist. Die Filtration dauert sehr lange, und auch durch Auskochen mit Wasser gelingt es nicht, das Glykogen aus diesem Niederschlag in Lösung zu bringen. Es wurde desshalb mit Ausnahme von Versuch I in allen übrigen

Versuchen der Niederschlag direct in das zur Invertirung gebrauchte Kölbchen gebracht und das Glykogen auf diese Weise invertirt. Es ergab sich, dass auf diese Weise viel mehr Zucker erhalten wurde, als wenn man das Glykogen auf dem Filter löste.

Die Knochen wurden mit dem Hackbeil etwas zerkleinert und in einer Porzellanschale auf offener Flamme mit dem gleichen Volumen 30 % iger Kalilauge so lange gekocht, bis die Knochen so weich geworden waren, dass sie sich in einer Schale zu einem Brei zerstampfen liessen, was in verhältnissmässig kurzer Zeit eintrat. Dann wurde die Flüssigkeit abgossen, die zerstampfte Knochenmasse nochmals mit einer kleineren Menge 30 % iger KOH-Lauge gekocht, die Flüssigkeit zu der bisherigen Flüssigkeit zugegossen; der Knochenrückstand wurde dann nochmals mehrere Male mit kaltem Wasser verrieben und die abgossene Flüssigkeit durch Glaswolle filtrirt. Alle Flüssigkeiten wurden vereinigt und die Knochenlösung auf 15 % KOH verdünnt.

Enthielt die Knochenlösung sehr viel Fett, so liess man in grossen Standcylindern resp. geachteten cylindrischen Scheidetrichtern das Fett sich absetzen und zog das Volumen der oben abgeschiedenen Fettmenge vom Volumen der Knochenlösung ab. Ein aliquoter Theil dieser Knochenlösung wurde dann zur Analyse benutzt.

Die Ausführung der Versuche, um die Organe auf Glykogen zu verarbeiten, geschah so schnell wie möglich, um eine grössere Umwandlung des Glykogens in Zucker, so weit es eben ging, zu verhindern.

Bei der Tödtung des Thieres hielten wir es für zweckmässig, dass starke Zuckungen möglichst vermieden wurden, da es nach den Versuchen von E. Külz¹⁾ und Anderen feststeht, dass starke Muskelbewegungen das Glykogen bedeutend vermindern können.

Es wurden desshalb die kleinen Hunde durch den Genickstich getödtet und dann durch einen Stich in die Carotis verbluten gelassen. Der grosse Hund von 60 kg wurde mittelst eines Schiessapparates, wie er im hiesigen Schlachthause zur Tödtung der Ochsen benutzt wird, durch einen Schuss in's Grosshirn betäubt und dann durch einen Carotisstich das Blut erhalten. In beiden Fällen wurden die Krämpfe vermieden. Das Blut wurde direct in Kalilauge aufgefangen. Sofort nach dem Verbluten wurde die Bauchhöhle ge-

1) Festschrift zu K. Ludwig's Doctor-Jubiläum. Marburg 1891.

öffnet, die Leber herausgenommen, gewogen, in der Mühle gemahlen und in siedende Kalilauge gebracht. In der Zwischenzeit wurde das Fell abgezogen, der Hund in der Medianebene durchgesägt, die Muskeln schnell abpräparirt, zerkleinert und ebenfalls in siedende Kalilauge gebracht. Dann wurden Knochen, Fell, Eingeweide, nachdem sie von den noch darin befindlichen Speiseresten gereinigt und in der Mühle gemahlen waren, Herz und Gehirn ebenfalls mit der grössten Schnelligkeit verarbeitet.

Gewöhnlich waren eine halbe bis dreiviertel Stunde nach dem Tode des Thieres alle Organe in siedender Kalilauge und dem Einfluss der Fermentwirkung entzogen.

Bevor ich nun zur Besprechung der einzelnen Versuche und ihrer Ergebnisse übergehe, die ich zunächst in Form von Tabellen mittheilen will, indem ich zum Schluss die genaueren analytischen Belege gebe, möchte ich bemerken, dass in allen Fällen bei den Zuckerbestimmungen Doppelanalysen ausgeführt wurden, die gut überein stimmten. Es wurde aber nicht das Mittel aus dem erhaltenen Kupferoxydulwerth genommen und daraus der Zucker berechnet, sondern es wurde der grössere Werth als der richtigere angenommen und daraus der Zucker berechnet, weil der kleinere dadurch bedingt ist, dass Spuren von Kupferoxydul durch das Asbestfilter durchgegangen sind. Die Unterschiede betrugen aber stets nur wenige Milligramme. Ferner werden in den Tabellen sowohl die aus Kupferoxydul berechneten Zuckerwerthe als die daraus durch Multiplication mit 0,927 erhaltenen Glykogenwerthe angegeben. Denn es haben zwar die Versuche von Nerking¹⁾ ergeben, dass man bei der Inversion des Glykogens mit 2,2 % Salzsäure in 3 Stunden nie den theoretischen Werth, sondern nur 97 % der theoretischen Menge Zucker erhält, und dass man das Gewicht des durch Inversion erhaltenen Zuckers mit 0,927 multipliciren muss, um den richtigen Werth für das Glykogen zu finden. Aber diese Thatsache ist noch nicht mit hinreichender Sicherheit festgestellt, denn auch Nerking's Glykogen enthielt noch 0,026 % Stickstoff, und es wäre doch möglich, dass die beobachtete Abweichung vom theoretischen Werth bei der Inversion durch eine solche Verunreinigung bedingt sein könne und nicht durch Reversion, wie man bis jetzt annimmt.

1) Pflüger's Archiv Bd. 85 S. 324.

Versuch I.

Ein Hund von 10 kg wird 16 Tage lang mit anfangs 500 g, dann 700 g Fleisch und 100 g resp. 150 g Reis gefüttert und auf die oben angegebene Weise die Glykogenuntersuchung ausgeführt.

(Siehe Tabelle I auf S. 200.)

Das Gewicht des darmreinen Hundes beträgt 12 000 g.
 Der Zuckergehalt sämmtlicher Organe beträgt 74,78 g
 Der Glykogengehalt 69,34 g
 1 kg Thier enthält also 6,232 g Zucker, resp.
 5,778 g Glykogen.

In der Leber sind 15,02 g Zucker, in den übrigen Organen 59,75 g, also sind in allen Organen zusammen 3,98 Mal so viel Zucker resp. Glykogen als in der Leber.

Das Lebergewicht beträgt 2,67 % vom Körpergewicht.

Versuch II.

Weil eine Reihe von Versuchen über Phloridzindiabetes, z. B. die Versuche von Hartogh und Schumm¹⁾ unter Rumpf's Leitung, an sehr grossen Hunden, z. B. einer Dogge von 60 kg Gewicht, ausgeführt wurden, so versuchten wir, uns einen Hund von derartigem Gewicht zu verschaffen, um in demselben, nach Fütterung mit Fleisch und Reis, den Gesammtglykogengehalt zu bestimmen.

Es gelang uns, einen Hund von 53 kg Gewicht zu erhalten; derselbe wird, um ihn durch Fleischmast auf ein Gewicht von 60 kg zu bringen, 14 Tage lang mit 4000 g magerem Pferdefleisch pro Tag gefüttert. Sein Gewicht stieg auf 58 kg; dann erhält er 4 Tage lang 3000 g Fleisch und 300 g Reis, dann 5 Tage lang 2500 g Fleisch und 400 g Reis. Bezüglich der Glykogenanalyse ist zu bemerken, dass wir bei der Glykogenbestimmung in der Leber zunächst die Glykogenbestimmung in der gewöhnlichen Weise ausführten. Eine zweite Portion Leber wurde, weil wir an die Möglichkeit dachten, dass eine sehr schnelle Umwandlung von Glykogen in Zucker vor sich ginge und dieser Zucker dann der Analyse entging, zunächst mehrmals mit Wasser ausgekocht, der Wasserauszug auf ein bestimmtes Volumen gebracht und direct mit Salzsäure invertirt. Der Rückstand wurde in Kalilauge gelöst und auf gewöhn-

1) Archiv f. exper. Pathol. und Pharmak. Bd. 45 S. 11.

liche Weise auf Glykogen untersucht. Da auf diese Weise ein höherer Werth für den Glykogengehalt der Leber erzielt wurde, so ist in der Tabelle nur dieser Werth angegeben.

Das Gewicht des Hundes am Morgen des Versuchstages beträgt 63250 g. Der Darminhalt betrug 2592 g, also wiegt das darm-reine Thier 60658 g.

Der Hund wird durch einen Schuss in's Grosshirn getödtet und die Glykogenbestimmung ergab folgende Werthe:

(Siehe Tabelle II auf S. 200.)

Der Zuckergehalt sämmtlicher Organe beträgt 469,95 g
 „ Glykogengehalt „ „ „ 435,68 „
 1 kg Thier enthält also 7,7465 g Zucker, resp.
 7,182 „ Glykogen.

In der Leber sind 123,94 g Zucker, in den übrigen Organen 346,01 g. Also sind in allen Organen zusammen 2,79 Mal so viel Zucker resp. Glykogen als in der Leber. Das Lebergewicht beträgt 2,49 % vom Körpergewicht.

Die bisherigen Versuche hatten ergeben, dass durch die Fütterung mit Fleisch und Reis ein Maximalwerth für den Glykogengehalt der Hunde nicht erzielt wurde, vielmehr die erhaltenen Werthe noch unter den bisherigen beobachteten Werthen lagen; desshalb wurde versucht, ob es nicht möglich sei, durch eine andere Art der Fütterung und durch eine andere Vorbereitung der Hunde für den eigentlichen Versuch höhere Werthe für den Glykogengehalt zu erlangen.

Von der Erwägung ausgehend, dass vielleicht eine längere Hungerperiode vor dem eigentlichen Fütterungsversuch einen stärkeren Glykogenansatz herbeiführen könne, indem auch bei Erwin Voit in seinem Versuche an der Gans, bei welcher er den Werth von 22 g Glykogen pro Kilo erhielt, dieselbe 4 $\frac{1}{2}$ Tage hungerte, liessen wir in den folgenden Versuchen die Hunde acht Tage vor der eigentlichen Fütterung hungern. Dann wurde die Nahrung in der Art verändert, dass wir ausser Fleisch und Reis den Thieren noch Kartoffeln und Rohrzucker gaben. Es wurden zu dem Versuche sechs Hunde benutzt.

Das Gewicht der Hunde nach achttägigem Hungern betrug:

Hund III		8000 g
Hund IV		5450 „
Hund V		6800 „

Hund VI		7200 g
Hund VII		6300 „
Hund VIII		5870 „

Die Hunde wurden acht Tage gefüttert und erhielten die ersten drei Tage

200 g Fleisch
100 „ Reis
100 „ Kartoffeln.

Die beiden nächsten Tage erhielten sie eine Zulage von 100 g Schwarzbrod und 50 g Kartoffeln. Da sie das Brod aber schlecht vertrugen, indem bei einigen Diarrhöe auftrat, wurde dasselbe wieder weggelassen und dafür 150—200 g Rohrzucker pro Tag der Nahrung zugefügt. Am Abend vor der Tödtung erhielten sie noch einen Theil desselben Futters mit Rohrzucker. Die Gewichtszunahme bei den einzelnen Hunden während dieser Fütterung betrug:

Hund III	1507 g
„ IV	1782 „
„ V	2018 „
„ VI	809 „
„ VII	1152 „
„ VIII	930 „

Von Hund III—VII wurde der Gesamtglykogengehalt bestimmt. Von Hund VIII, den Herr cand. med. H. Löschke zu anderen Zwecken benutzte, wurde nur der Glykogengehalt der Leber bestimmt. Herr Löschke war so liebenswürdig mir zu gestatten, den von ihm gefundenen Glykogenwerth der Leber auch für meine Zwecke zu benutzen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche.

Bezüglich der Analyse des Glykogens ist zu bemerken, dass wegen der Kostspieligkeit des Versuches bei diesen sechs Hunden nicht das Kaliumhydrat Merck Ia benutzt wurde, sondern das Kahlbaum'sche Kaliumhydrat mit Alkohol gereinigt.

Da nun die Möglichkeit vorhanden war, dass bei der Anwendung des Kahlbaum'schen Präparates die abnorm hohen Werthe für den Glykogengehalt, die wir erhielten, durch Verunreinigung des Kupferoxyduls bedingt waren, so wurde in allen folgenden Versuchen das Kupfer, welches in dem gewogenen Kupferoxydul enthalten war, durch Titration nach Volhard bestimmt und aus der so erhaltenen Kupfermenge der Zucker- resp. Glykogengehalt berechnet.

Versuch III.

Ein kleiner brauner Pudel wurde also auf die angegebene Art, nachdem er acht Tage gehungert hatte, gefüttert und durch den Nackenstich getödtet. Der Hund nahm während der Fütterung um 1507 g an Gewicht zu.

Das Gewicht des darmreinen Thieres betrug vor der Tödtung 9507 g. Die Glykogenbestimmung ergab folgende Werthe:

(Siehe Tabelle III auf S. 204.

Der Glykogengehalt sämmtlicher Organe beträgt also:

als Zucker gerechnet 308,89 g

der Glykogengehalt 285,91 „

1 kg Thier enthält also, da das darmreine Thier 9507 g wiegt,

32,49 g Zucker, resp.

30,07 „ Glykogen.

Das Lebergewicht macht 8,6 % vom Körpergewicht aus.

In der Leber sind 165,21 g Zucker, in den übrigen Organen zusammen 143,68 g. Es kommen also auf 100 g Zucker resp. Glykogen in der Leber 86,96 g Zucker in den übrigen Organen.

Wie aus der folgenden Tabelle IV ersichtlich ist, hat die Titration des Kupfers nach Volhard ergeben, dass von einer grösseren Verunreinigung des Kupferoxyduls nicht die Rede sein kann. Die beobachteten Unterschiede sind so klein, dass sie für derartige Versuche nicht in Betracht kommen.

Tabelle IV.

Organ	Zucker, berechnet in mg		Differenz absolut	Differenz in %
	aus Cu ₂ O	aus Cu		
Leber a	208,6	205,3	— 3,3	— 1,6
Leber b	203,2	201,3	— 1,9	— 0,9
Muskel	56	55,5	— 0,5	— 0,89
Knochen	159,1	155	— 4,1	— 2,6
Eingeweide	133,4	132	— 1,4	— 1,04
Fell	100,5	94,7	— 5,8	— 5,8
Herz	119,3	118,2	— 1,1	— 0,92
Gehirn	—	—	—	—

Die Uebereinstimmung der Cu-Bestimmung mit der Cu₂O-Bestimmung lässt es ferner auch unbedenklich erscheinen, für derartige Versuche das gewöhn-

liche Kahlbaum'sche, mit Alkohol gereinigte Kaliumhydrat zu benutzen. Man muss nur, wie es auch bei unseren Versuchen geschehen ist, für die Auswaschung des Glykogens auf dem Filter das Kaliumhydrat Merck Ia anwenden. Wegen der Kostspieligkeit der Versuche ist diese beobachtete Thatsache nicht ohne Bedeutung.

Versuch IV.

Ein kleiner brauner Pudel wurde ebenfalls mit Fleisch, Reis, Kartoffeln, Rohrzucker 8 Tage lang gefüttert. Der Hund nahm während der Fütterung um 1782 g zu. Er wird durch den Nackenstich getödtet.

Das Gewicht des darmreinen Thieres betrug 7232 g.

Die Glykogenbestimmung ergab folgende Werthe:

(Siehe Tabelle V auf S. 206.)

Der Glykogengehalt sämmtlicher Organe beträgt:

als Zucker gerechnet 295,43 g

der Glykogengehalt 273,88 „

1 kg Thier enthält also, da das darmreine Thier 7232 g wiegt,

40,897 g Zucker, resp.

37,871 „ Glykogen.

Das Lebergewicht beträgt 12,43 % vom Körpergewicht.

In der Leber sind 167,64 g Zucker, in den übrigen Organen zusammen 127,79 g.

Es kommen also auf 100 g Leberglykogen 76,17 g in den übrigen Organen.

Die Unterschiede zwischen der Kupferoxydulmethode und der Kupfermethode nach Volhard sind in folgender Tabelle VI zusammengestellt.

Tabelle VI.

Organ	Zucker, berechnet im mg		Differenz absolut in mg	Differenz in %
	aus Cu ₂ O	aus Cu		
Leber	189,45	186,7	— 2,75	— 1,4
Muskel	147	146,4	— 0,6	— 0,4
"	137	136,1	— 0,9	— 0,65
Knochen	159,4	158,8	— 0,6	— 0,38
Eingeweide	208,2	20,5	— 3,2	— 1,5
Fell	149,9	148,64	— 0,26	— 0,1
Herz	100	100	—	—
Gehirn	39,5	35,7	— 3,8	— 9,6

Auch hier zeigt sich eine gute Uebereinstimmung zwischen der Cu_2O -Methode und der Cu-Methode. Nur beim Gehirn zeigt sich ein grösserer Unterschied. Dieser Unterschied ist aber leicht erklärlich. Ich habe bei den Abweichungen von der gewöhnlichen Art der Glykogenanalyse auseinandergesetzt, dass ich beim Gehirn den durch die Alkohol-fällung hervorgerufenen Glykogenniederschlag direct mit Salzsäure invertirte, weil dieser Niederschlag in Wasser sich nicht löste. Durch die Salzsäure sind dann Stoffe in Lösung gegangen, die in der stark alkalischen Allihn'schen Lauge wieder ausfielen, sich dem Kupferoxydul beimengten und dasselbe verunreinigten.

Versuch V.

Ein Fox-Terrier wird wie in Versuch III und IV gefüttert. Der Hund nahm während der Fütterung um 2018 g an Gewicht zu. Er wird durch den Nackenstich getödtet.

Die Glykogenbestimmung ergab folgende Werthe:

(Siehe Tabelle VII auf S. 208.)

Der Glykogengehalt sämmtlicher Organe beträgt,
als Zucker gerechnet **332,64 g**
der Glykogengehalt **308,56 „**

Der Hund enthält, da das darmreine Thier 8818 g wiegt:

Auf 1 kg Thier **37,64 g Zucker**, resp.
34,89 „ Glykogen.

Das Lebergewicht beträgt **8,23 %** vom Körpergewicht.

In der Leber sind 128,24 g Zucker, in den übrigen Organen 204,4 g.

Es kommen also auf **100 g Leberglykogen 159,3 g Glykogen**.

Die Unterschiede in der Kupferoxydulmethode und der Kupfermethode nach Volhard sind in Tabelle VIII zusammengestellt.

Tabelle VIII.

Organ	Zucker in mg, berechnet		Differenz absolut in mg	Differenz in %
	aus Cu_2O	aus Cu		
Leber	179,6	177,6	— 2	— 1,1
Muskel	164	162,6	— 1,4	— 0,85
Knochen	221,8	217,1	— 4,1	— 1,8
Eingeweide	240,7	235,9	— 4,8	— 1,9
Fell	207,4	204,5	— 2,9	— 1,4
Herz	190	187,3	— 2,7	— 1,4
Gehirn	35,25	31,75	— 3,5	— 9,9

Auch hier zeigt sich eine gute Uebereinstimmung zwischen den Zuckerwerthen aus Cu_2O und aus Cu berechnet. Nur beim Gehirn findet sich der schon oben begründete grössere Unterschied.

Versuch VI.

Ein Wolfsspitz wird nach achttägigem Hungern mit Fleisch, Reis, Kartoffeln und Rohrzucker gefüttert. Der Hund hatte zwei Tage lang nach der Brotfütterung Diarrhöe. Der Hund nahm während der Fütterung um 809 g an Gewicht zu.

Er wurde durch den Nackenstich getödtet. Das darmreine Thier wiegt 8009 g.

Die Glykogenbestimmung ergab folgende Werthe:

(Siehe Tabelle IX auf S. 209.)

Der Glykogengehalt sämmtlicher Organe beträgt also:

als Zucker gerechnet 157,91 g

der Glykogengehalt 146,38 „

Da das darmreine Thier 8009 g wiegt, so enthält

1 kg Thier 19,72 g Zucker, resp.

18,28 „ Glykogen.

Das Lebergewicht beträgt 4,06% vom Körpergewicht.

In der Leber sind 34,66 g Zucker, in den übrigen Organen sind 123,25 g. Es kommen also auf 100 g Leberglykogen 355,65 g Glykogen. In den übrigen Organen ist also ungefähr die $3\frac{1}{2}$ fache Menge Glykogen, wie in der Leber.

Die Unterschiede in der Kupferoxydulmethode und Kupfermethode nach Volhard sind in Tabelle X zusammengestellt.

Tabelle X.

Organ	Zucker in mg, berechnet		Differenz absolut in mg	Differenz in %
	aus Cu_2O	aus Cu		
Leber	219,75	216	— 3,75	— 1,7
Muskel	110,8	110,4	— 0,4	— 0,36
Knochen	161,0	144,5	— 17,15	— 10,9 „
Eingeweide	215,8	209,6	— 6,2	— 2,9 „
Fell }	129,1	125,1	— 4,0	— 3,1
	109,4	108,4	— 1,0	— 0,91
Herz	57,85	58,25	+ 0,4	+ 0,7
Gehirn	58,37	54,1	— 4,26	— 7,3

Die Berechnung des Zuckers aus dem Cu_2O und dem titrirten Cu zeigt ungefähr dieselben Unterschiede, wie in den früheren. Nur

bei den Knochen zeigt sich diesmal ein grösserer Unterschied. Dies ist dadurch bedingt, dass bei dieser Analyse das ganze gefällte Glykogen vom Filter genommen, in Wasser gelöst und ohne zu filtriren invertirt wurde. Durch die Salzsäure wurden gewisse Stoffe gelöst, die in der alkalischen Allihn'schen Lauge wieder ausfielen und sich dem Cu_2O beimengten.

Versuch VII.

Ein schwarzer Spitz wird nach achttägigem Hungern mit derselben Nahrung gefüttert, wie die vier letzten Hunde, also 200 g Fleisch, 100 g Reis, 150 g Kartoffeln und 150 g Rohrzucker. Sein Gewicht nahm um 1152 g zu.

Er wurde durch den Nackenstich getödtet. Das darmreine Thier wiegt 7452 g.

Die Glykogenbestimmung ergab folgende Werthe:

(Siehe Tabelle XI auf S. 212.)

Der Glykogengehalt sämmtlicher Organe beträgt also:

als Zucker gerechnet 61,04 g

der Glykogengehalt 57,13 g

Da das darmreine Thier 7452 g wiegt, so enthält

1 kg Thier 8,191 g Zucker resp.,

7,593 g Glykogen.

Das Lebergewicht beträgt 5,1% vom Körpergewicht.

In der Leber sind 29,76 g Zucker, in den übrigen Organen 31,28 g Zucker. Es kommen also auf 100 g Glykogen in der Leber 105,1 g Glykogen in den übrigen Organen, also fast dieselbe Menge.

Die Unterschiede zwischen den Zuckerwerthen nach der Cu_2O -Analyse und der Cu-Analyse nach Volhard sind in Tab. XII zusammengestellt.

Tabelle XII.

Organ	Zucker in mg, berechnet		Differenz absolut in mg	Differenz in %
	aus Cu_2O	aus Cu		
Leber	163,8	159,4	— 4,4	— 2,7
Muskel	66,3	66,4	+ 0,1	+ 0,15
Knochen	42,65	42,1	— 0,55	— 1,3
Eingeweide	35,5	35,05	— 0,45	— 1,3
Fell	13,35	11,75	— 1,6	— 12,0
Herz	34,6	34,7	+ 0,1	+ 0,3
Gehirn	28,15	27,35	— 0,8	— 2,8

Es ergeben also auch hier beide Analysen ungefähr dieselben Unterschiede wie in den früheren Versuchen.

Versuch VIII.

Ein Fox-Terrier wiegt nach achttägigem Hungern 5870 g. Er erhält acht Tage lang dieselbe Nahrung wie die letzten Hunde. Sein Gewicht nahm um 930 g zu. Der Hund wurde von Herrn Löscke zu anderen Zwecken benutzt.

Die Leber wog 485 g, und ihr Gewicht beträgt 7,15 % vom Körpergewicht.

Der Glykogengehalt der Leber betrug, als Zucker berechnet, 16,17 %.

Fassen wir die Ergebnisse der Versuche bezüglich des Gesammtglykogengehaltes pro Kilo Thier zusammen, so ergeben sich, für das Kilo Thier gerechnet, folgende Zahlen. Es werden beide Werthe angegeben, sowohl die aus dem Cu-Werth berechnete Zuckermenge, als auch die durch Multiplication mit dem Factor 0,927 gefundene Glykogenmenge. 1 kg Thier enthält:

Versuch	Zucker g	Glykogen g
I	6,23	5,78
II	7,75	7,18
III	32,49	30,07
IV	40,897	37,87
V	37,64	34,89
VI	19,72	18,28
VII	8,19	7,59

Es geht daraus hervor, dass der Maximalwerth von 40,897 g Zucker, resp. 37,87 g Glykogen pro Kilo Thier weit über den von E. Voit beobachteten höchsten Werth von 22 g pro Kilo Thier bei der Gans geht.

Es geht ferner aus den Versuchen hervor, welche kolossalen Schwankungen bei Hunden, die auf dieselbe Art gefüttert worden sind, vorkommen.

Der niedrigste beobachtete Werth bei den sechs Hunden, die mit Fleisch, Reis, Kartoffeln und Rohrzucker gefüttert worden sind, beträgt:

8,19 g, bezw. 7,59 g pro kg Thier,

der höchste

40,897 g, bzw. 37,87 g pro kg Thier.

Der Maximalwerth ist also ungefähr fünf Mal so gross wie der Minimalwerth.

Wenn man nun bedenkt, dass unsere Versuche im Sommer ausgeführt worden sind und die Versuche von Gürber¹⁾ an Kaninchen gezeigt haben, dass dieselben im Sommer viel weniger Glykogen enthalten als im Winter, so ist nicht mit Sicherheit zu sagen, dass der von uns beobachtete Maximalwerth von 40 g pro kg Thier wirklich der höchste Werth ist, der vorkommen kann. Es wäre immerhin möglich, dass bei Fütterungsversuchen im Winter sich noch höhere Werthe ergeben. Ich behalte mir desshalb vor, den Mästungsversuch auf Glykogen im Winter nochmals zu wiederholen.

Es zeigen ferner die Versuche, dass man gar nicht nöthig hat, maximale Glykogenmengen in einem Hunde anzunehmen, um bei den Phloridzindiabetes-Versuchen den ausgeschiedenen Zucker aus dem vorhandenen Glykogen zu erklären. Z. B. bei der grossen Dogge von 60 kg in dem Versuche von Schumm und Hartogh würde ein mittlerer Glykogengehalt von 20 g pro kg Thier genügen, um allen ausgeschiedenen Zucker zu erklären.

Es ist zuweilen der Gesamtglykogengehalt eines Thieres bestimmt worden, dass man die Glykogenmenge der Leber bestimmt und die Glykogenmenge des übrigen Körpers berechnet, indem man die Annahme macht, dass in dem Körper der Thiere mindestens ebensoviel Glykogen sei wie in der Leber. Wenn wir nun unsere Versuche daraufhin betrachten, so ergibt sich, dass diese Art, den Glykogengehalt eines ganzen Thieres zu berechnen, zu sehr grossen Fehlern Veranlassung geben kann.

Setzen wir das Gewicht des Leberglykogens gleich 100, so ergeben unsere Versuche Folgendes:

Auf 100 g Leberglykogen kommen im übrigen Körper, das Glykogen als Zucker berechnet:

Hund I		398,00 g
Hund II		279,00 „
Hund III		86,96 „
Hund IV		76,17 „
Hund V		159,3 „

1) Sitzungsber. d. phys.-med. Gesellsch. S. 17. Würzburg 1895.

Hund VI 355,65 g

Hund VII 105,1 „

Es ist also nur in einem einzigen Falle die Glykogenmenge der Leber ungefähr gleich der Glykogenmenge des übrigen Körpers, zuweilen ist die Glykogenmenge des übrigen Körpers kleiner als die der Leber, sie kann aber bis zur vierfachen Menge der Leber steigen.

Auch bezüglich des Glykogengehaltes der einzelnen Organe ergeben die Versuche Werthe, wie sie nie beobachtet sind. Ziehen wir zunächst die Leber in Betracht, so ergeben unsere Versuche:

Versuch	Zucker %	Glykogen %
I	4,697	4,354
II	8,197	7,602
III	20,17	18,69
IV	18,44	17,1
V	17,66	16,88
VI	10,67	9,89
VII	7,87	7,3
VIII	16,17	14,99

Es zeigen die Versuche also, wie gross bei gleicher Fütterung die Schwankungen im Glykogengehalt der einzelnen Organe sind.

Der niedrigste Werth beträgt 7,87 % bzw. 7,3 %,

der höchste 20,17 % „ 18,69 %.

Die höchsten bis jetzt beobachteten Werthe über den Glykogengehalt der Leber waren

für Hunde . .	12,6 %	[Pavy ¹⁾]
„ Hühner . .	14,7 %	[Tscherinoff ²⁾]
„ Gans . . .	10,51 %	[E. Voit ³⁾]
„ Huhn . . .	11,8 %	[Hergenhahn ⁴⁾]
„ Huhn . . .	7,8 %	[Prausnitz ⁵⁾]
„ Huhn . . .	10,0 %	[E. Külz ⁶⁾]
„ Huhn . . .	15,3 %	[Otto ⁷⁾]
„ Kaninchen .	16,85 %	[„]

1) F. W. Pavy, The Physiology of the Carbohydrates p. 127.

2) Virchow's Archiv Bd. 47 S. 113.

3) Zeitschr. f. Biol. Bd. 25 S. 546.

4) Zeitschr. f. Biol. Bd. 27 S. 115.

5) Zeitschr. f. Biol. Bd. 26 S. 389.

6) E. Külz, Beiträge zur Kenntniss des Glykogens S. 104.

7) Zeitschr. f. Biol. Bd. 28 S. 253.

Der von uns beobachtete Maximalwerth ist also fast doppelt so gross wie der von Pavy beobachtete, der desshalb sicher gestellt ist, weil er das Glykogen invertirte und den Zucker bestimmte, während bei den andern Angaben das Glykogen gewogen worden ist.

Die von Pavy und Pflüger beobachtete Erscheinung, dass eine sehr glykogenreiche Leber sehr weich ist, so dass sie bei geringem Druck zerreisst, konnte ich ebenfalls bestätigen.

Ich habe ferner eine Beobachtung gemacht bezüglich der Frage, ob das Glykogen gleichmässig in den einzelnen Leberstücken vertheilt ist. Nach den bisher vorliegenden Versuchen von R. Külz¹⁾ und Cramer²⁾ und Seegen und Kratschmer³⁾ nahm man an, dass das Glykogen in der Leber wenigstens annähernd gleich vertheilt ist, wenn auch die beobachteten Unterschiede besonders bei kleineren Thieren nicht so ganz gering sind und in einem Versuch von R. Külz bis zu 11,9 % betrug.

Nachdem wir in Versuch III vermeintlich die ganze Leber herausgenommen hatten, die 605 g wog, entdeckten wir ein paar Minuten nachher, als wir die Eingeweide herausnahmen, dass wir noch einen Lappen von 214 g, der ganz nach hinten lag, übersehen hatten. Die beiden Lappen wurden getrennt analysirt. Der zunächst herausgenommene Theil von 605 g enthielt 20,28 % Zucker, der zweite Theil von 214 g enthielt 19,88 % Zucker, also ein Unterschied von ungefähr 2 %.

Es geht daraus hervor, dass das Glykogen in unserem Versuche gleichmässig ungefähr auf beide Leberstücke vertheilt war.

Was die Beziehung des Lebergewichts zum Körpergewicht betrifft, so ergaben unsere Versuche folgende Ergebnisse:

Hund I	. . .	2,67 %	des Körpergewichts
Hund II	. . .	2,49 %	" "
Hund III	. . .	8,6 %	" "
Hund IV	. . .	12,43 %	" "
Hund V	. . .	8,23 %	" "
Hund VI	. . .	4,06 %	" "
Hund VII	. . .	5,1 %	" "
Hund VIII	. . .	7,15 %	" "

1) Zeitschr. f. Biol. Bd. 22 S. 183.

2) Zeitschr. f. Biol. Bd. 24 S. 85.

3) Pflüger's Archiv Bd. 22 S. 223.

Der Minimalwerth beträgt 2,49 ‰, der Maximalwerth 12,43 ‰. Im Mittel aus allen Versuchen macht die Leber 6,34 ‰ des Körpergewichts aus.

Nimmt man aber nur die Lebern der Hunde, die auf dieselbe Art gefüttert waren, so beträgt das Minimum 4,06 ‰, das Maximum 12,43 ‰, der mittlere Werth 7,59 ‰. Pavy¹⁾ hatte als mittleren Werth aus 5 Versuchen bei kohlehydratreicher Nahrung 6,4 ‰, als Minimalwerth 4,8 ‰, als Maximalwerth 9,5 ‰, während er bei animalischer Nahrung als mittleren Werth 3,3 ‰, als Minimalwerth 3 ‰, als Maximalwerth 4,7 ‰ fand. Meine Versuche stimmen also mit den Versuchen Pavy's überein.

Auch bei der Betrachtung des Glykogengehalts der Muskeln finden sich abnorm hohe Werthe, wie sie bisher nie beobachtet sind.

Er ergibt sich als Glykogengehalt der Muskeln:

	Zuckergehalt	Glykogengehalt
Hund I	0,78	0,72
Hund II	0,95	0,88
Hund III	2,74	2,54
Hund IV	3,49	3,23
Hund V	4,01	3,72
Hund VI	2,73	2,53
Hund VII	0,82	0,76

Es zeigt sich auch hier, dass bei derselben Fütterung ganz bedeutende Schwankungen im Glykogengehalt der Muskeln vorkommen.

Der Minimalwerth beträgt:

0,78 ‰ Zucker, bezw. 0,72 ‰ Glykogen.

Der Maximalwerth:

4,01 ‰ Zucker, bezw. 3,72 ‰ Glykogen.

Die höchsten bisher beobachteten Werthe sind:

Pferd 2,44 ‰ [Aldehoff²⁾]

Neugeborenes Kind 1,85 ‰ [Cramer³⁾].

Was die übrigen Organe betrifft, so ergaben alle Versuche, dass ausser in der Leber und den Muskeln auch in den übrigen Organen ganz beträchtliche Glykogenmengen vorkommen können. Ich gebe

1) Pavy, The Physiology of the Carbohydrates p. 114.

2) Zeitschr. f. Biologie Bd. 25 S. 147.

3) Zeitschr. f. Biologie Bd. 24 S. 75.

im Folgenden die Werthe für den Glykogengehalt der Organe als Zucker gerechnet:

	Knochen
Hund I	0,197 ‰
Hund II	0,4234 ‰
Hund III	1,0958 ‰
Hund IV	1,4163 ‰
Hund V	1,9024 ‰
Hund VI	1,0485 ‰
Hund VII	0,2952 ‰.

Der niedrigste Werth beträgt:

0,197 ‰,

der höchste:

1,9024 ‰.

	Eingeweide
Hund I	0,0264 ‰
Hund II	0,0812 ‰
Hund III	1,5829 ‰
Hund IV	1,6328 ‰
Hund V	1,8428 ‰
Hund VI	1,0895 ‰
Hund VII	0,2183 ‰.

Der niedrigste Werth beträgt:

0,0264 ‰,

der höchste:

1,8428 ‰.

	Fell
Hund I	0,4051 ‰
Hund II	0,2157 ‰
Hund III	0,7833 ‰
Hund IV	0,9051 ‰
Hund V	1,6801 ‰
Hund VI	0,9871 ‰
Hund VII	0,0927 ‰.

Der niedrigste Werth beträgt:

0,0927 ‰,

der höchste:

1,6801 ‰.

Herz	
Hund I	0,127 ‰
Hund II	0,1047 ‰
Hund III	0,6274 ‰
Hund IV	0,7716 ‰
Hund V	1,3204 ‰
Hund VI	0,252 ‰
Hund VII	0,5328 ‰

Der niedrigste Werth beträgt:

0,1074 ‰,

der höchste:

1,3204 ‰.

Gehirn	
Hund I	0,0469 ‰
Hund II	0,2463 ‰
Hund III	0,287 ‰
Hund IV	0,2449 ‰
Hund V	0,2119 ‰
Hund VI	0,2143 ‰
Hund VII	0,274 ‰.

Der niedrigste Werth beträgt:

0,0469 ‰,

der höchste:

0,287 ‰.

Blut	
Hund I	0,0049 ‰
Hund II	0,0016 ‰
Hund V	0,0066 ‰.

Bei den übrigen Hunden wurde das Glykogen im Blut nicht bestimmt. Der Glykogengehalt des Blutes schwankt also von 0,0016 bis 0,0066 ‰.

In seinen Vorschriften für die Ausführung einer Glykogenanalyse gibt Pflüger an, dass man das gefällte Glykogen schon nach einer Viertelstunde abfiltriren könne, dass man aber sicherer einige Stunden, am besten über Nacht wartet, ehe man filtrirt. Wenn man aber nun sehr viele Glykogenbestimmungen zu machen hat, wie bei unseren Versuchen, so ist es natürlich nicht immer möglich, alle Analysen am nächsten Tage weiter fortzusetzen, sondern man

ist zuweilen gezwungen, das gefällte Glykogen mehrere Tage stehen zu lassen, ehe man es abfiltrirt. Es fragt sich nun, ob man diess thun kann, ohne befürchten zu müssen, dass das Glykogen sich zersetzt und man niedrigere Werthe für den Glykogengehalt des untersuchten Organs erhält.

Als wir die abnorm hohen Werthe für den Glykogengehalt der Organe fanden, entschlossen wir uns, um unsere Versuche sicher zu stellen, die Titration des Cu nach Volhard in dem gewogenen Cu_2O auszuführen. Nun waren von Versuch III die meisten Zuckerbestimmungen und von den anderen Versuchen einzelne Zuckerbestimmungen schon ausgeführt und die Zuckerlösungen weggegossen. Es mussten also, um die Titration des Kupfers nach Volhard ausführen zu können, die Controlglykogenanalysen, die aufbewahrt worden waren, in Arbeit genommen werden.

Das Glykogen wurde **nach drei Wochen** abfiltrirt und mit demselben die Zuckerbestimmungen ausgeführt. Es stellte sich dabei heraus, dass man dieselben Werthe erhielt, ob man das Glykogen sofort abfiltrirte oder erst nach drei Wochen. Es wird aber der Sicherheit wegen doch zweckmässig sein, die Glykogenfällung mit einem Uhrglas gut zuzudecken und dafür zu sorgen, dass der Alkohol nicht zu stark verdunstet, also die Gläser an einem kühlen Ort aufzubewahren und eventuell den verdunsteten Alkohol ersetzen, was auch bei unseren Versuchen geschehen ist.

Ich gebe in der folgenden Tabelle 12 die Kupferoxydulwerthe, die mit dem sofort filtrirten Glykogen erhalten wurden und die mit dem nach drei Wochen filtrirten. Die Zahlen beziehen sich natürlich immer auf dieselbe Menge Organ.

Fasse ich die Hauptergebnisse der Versuche noch einmal kurz zusammen, so haben dieselben also ergeben:

1. 1 kg Hund kann bei reichlicher Ernährung mit Fleisch und Kohlehydraten in maximo 40,897 g Zucker, resp. 37,87 g Glykogen enthalten.
2. Es kommen bei der Fütterung von Hunden mit derselben Nahrung riesige Schwankungen im Gesamtglykogengehalt vor.

Der niedrigste Werth beträgt pro Kilogramm Thier:

8,19 g Zucker, bezw. 7,59 g Glykogen,

der höchste:

40,897 g Zucker bezw. 37,87 g Glykogen.

Tabelle XII.

Organ	Glykogen sofort abfiltrirt	Glykogen nach drei Wochen abfiltrirt
Versuch III.		
Leber	457,5 mg Cu ₂ O	459,5 mg Cu ₂ O
	456 " "	457,5 " "
Muskel	136,5 " "	136,8 " "
	132 " "	138,5 " "
Fell	233 " "	240,5 " "
		238 " "
Versuch IV.		
Leber	428,5 mg Cu ₂ O	424,5 mg Cu ₂ O
	425,3 " "	424,5 " "
Versuch V.		
Leber	409,5 mg Cu ₂ O	406 mg Cu ₂ O
	403,8 " "	405,5 " "

3. Bei dem Vergleich des Glykogengehaltes der Leber mit dem des übrigen Körpers kommen ebenfalls solche grosse Schwankungen vor.

Auf 100 g Leberglykogen können kommen im übrigen Körper 76,17 bis 398 g.

4. Der beobachtete Maximalglykogengehalt der Leber beträgt 20,17 % Zucker, bzw. 18,69 % Glykogen.
5. In einem Versuche war in verschiedenen Leberlappen ungefähr die gleiche Menge Glykogen, 20,28 % und 19,88 %.
6. Die Beziehung des Lebergewichts zum Körpergewicht ergab bei reichlicher Kohlehydratnahrung als Minimalwerth 2,49 %, als Maximalwerth 12,43 %, im Mittel 6,34 %.
7. Der Glykogengehalt der Muskeln schwankt zwischen 0,78 % Zucker, bzw. 0,72 % Glykogen als niedrigsten und 4,01 % Zucker, bzw. 3,72 % Glykogen als höchsten Werth.
8. Ausser Leber und Muskeln enthalten auch alle übrigen Organe ganz beträchtliche Mengen von Glykogen.

9. Auch bei Anwendung des gewöhnlichen, mit Alkohol gereinigten Kaliumhydrats ergibt die Bestimmung des Zuckers durch Wägung des Kupferoxyduls richtige Werthe, falls die Waschung des Glykogens mit Kaliumhydrat Merck Ia geschieht, wie die Titration des Kupfers im Kupferoxydul nach der Volhard'schen Methode erwiesen hat.
10. Es ist nicht nothwendig, das gefällte Glykogen am nächsten Tage schon abzufiltriren, sondern man kann damit längere Zeit warten, bis zu drei Wochen. Man muss nur dafür sorgen, dass die Bechergläser gut zugedeckt an einem kühlen Orte aufbewahrt werden und der verdunstete Alkohol eventuell erneuert wird.

Herrn Geheimrath Pflüger spreche ich für die Anregung und die vielfache Hülfe, die er mir bei dieser Arbeit hat zu Theil werden lassen, meinen herzlichsten Dank aus.

Analytische Belege.

Versuch I.

Gewicht des Hundes	12000 g
„ „ Blutes	530 „
„ der Leber	320 „
„ „ Muskulatur des halben Hundes	3014 „
„ „ Knochen des halben Hundes .	1016 „
„ „ Eingeweide ohne Inhalt . .	1058 „
„ des Fells	2103 „
„ „ Herzens	101 „
„ „ Gehirns	61 „
„ „ darmreinen Hundes	12000 „

1. Glykogenbestimmung im Blute.

530 g Blut werden mit dem fünffachen Volumen Alkohol versetzt. Nach zwei Tagen wird der Alkohol abfiltrirt, der Niederschlag in 30% KOH gelöst und auf 2000 ccm verdünnt. Das Glykogen von 1000 ccm = 265 g Blut wird in 200 ccm invertirt.

In 81 ccm Zuckerlösung = 107,33 g Blut gefunden:

1. 16,0 mg Cu_2O ,

2. 13,8 „ „ .

16 mg Cu_2O = 5,3 mg Zucker = 4,9 mg Glykogen.

Im Blute sind 0,0049 % Zucker = 0,0046 % Glykogen.

In 530 g Blut sind 0,026 g Zucker = 0,024 g Glykogen.

2. Glykogenbestimmung in der Leber.

Das Glykogen von 25 g Leber in 500 ccm invertirt.

In 81 ccm Zuckerlösung = 4,05 g Leber gefunden

1. 426 mg Cu_2O ,

2. 423 mg Cu_2O ,

3. 424,7 mg Cu_2O ,

4. 425 mg Cu_2O .

426 mg Cu_2O = 190,25 mg Zucker = 176,4 mg Glykogen.

In der Leber sind 4,697 % Zucker = 4,354 % Glykogen.

In 320 g Leber sind 15,02 g Zucker = 13,93 g Glykogen.

Das Lebergewicht beträgt 2,67 % vom Körpergewicht.

3. Glykogenbestimmung im Muskel.

Das Glykogen von 25 g Muskel invertirt in 400 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 5,063 g Muskel gefunden:

1. 99,0 mg Cu_2O ,

2. 98,5 mg Cu_2O ,

99 mg Cu_2O = 38,9 mg Zucker = 36,06 mg Glykogen.

In den Muskeln sind 0,7762 % Zucker = 0,7195 % Glykogen.

In der ganzen Muskulatur = 6028 g Muskeln sind 46,79 g Zucker = 43,37 g Glykogen.

4. Glykogenbestimmung in den Knochen.

1016 g Knochen gelöst in 3020 ccm 15 % KOH. Das Glykogen von 855 g Knochen invertirt in 250 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 93,18 g Knochen gefunden:

1. 413,5 mg Cu_2O ,

2. 412,0 mg Cu_2O .

413,5 mg Cu_2O = 183,0 mg Zucker = 170,2 mg Glykogen.

In den Knochen sind 0,197 % Zucker = 0,183 % Glykogen.

In 2032 g Knochen sind 4,0038 g Zucker = 3,7115 g Glykogen.

5. Glykogenbestimmung in den Eingeweiden.

100 g Eingeweide gelöst in 400 ccm 15% KOH. Das Glykogen von 335 ccm Lösung = 83,6 g Organ invertiert in 150 ccm.

In 70 ccm Zuckerlösung = 39 g Eingeweide gefunden:

1. 31,0 mg Cu_2O ,

2. 28,5 mg Cu_2O .

31 mg Cu_2O = 10,3 mg Zucker = 9,55 mg Glykogen.

In den Eingeweiden sind 0,0264% Zucker = 0,0254% Glykogen.

1058 g Eingeweide enthalten 0,2794 g Zucker = 0,259 g Glykogen.

6. Glykogenbestimmung im Fell.

Das Glykogen von 25 g Fell invertiert in 400 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 5,06 g Fell gefunden:

1. 57,0 mg Cu_2O ,

2. 56,5 mg Cu_2O .

57 mg Cu_2O = 20,5 mg Zucker = 19 mg Glykogen.

Im Fell sind 0,4051% Zucker = 0,3755% Glykogen.

2103 g Fell enthalten 8,5193 g Zucker = 7,8974 g Glykogen.

7. Glykogenbestimmung im Herzen.

Das Glykogen von 50,5 g Herz invertiert in 500 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 8,101 g Herz gefunden:

1. 31,0 mg Cu_2O ,

2. 28,8 mg Cu_2O .

31 mg Cu_2O entsprechen 10,3 mg Zucker = 9,55 mg Glykogen.

Im Herzen sind 0,1272% Zucker = 0,1179% Glykogen.

101 g Herz enthalten 0,1284 g Zucker = 0,119 g Glykogen.

8. Glykogenbestimmung im Gehirn.

Das Glykogen von 61 g Gehirn invertiert in 150 ccm. Es wurde das Glykogen auf dem Filter gelöst und die Lösung invertiert.

In 70 ccm Zuckerlösung = 28,47 g Gehirn gefunden:

1. 40 mg Cu_2O .

2. 30 mg Cu_2O .

40 mg Cu_2O entsprechen 13,35 mg Zucker = 12,38 mg Glykogen.

Im Gehirn sind 0,0469% Zucker = 0,0435% Glykogen.

61 g Gehirn enthalten 0,0286 g Zucker = 0,0265 g Glykogen.

Versuch II.

Gewicht des Hundes	63 250 g
„ „ Blutes	3 940 „
„ der Leber	1 512 „
„ des Fells	8 200 „
„ der Eingeweide mit Inhalt . . .	8 822 „
„ „ Eingeweide ohne Inhalt. . .	6 230 „
„ des Darminhalts.	2 592 „
„ „ halben Hundes.	19 549 „
„ der anderen Hälfte.	19 549 „
„ „ Muskulatur des halben Hundes	14 470 „
„ „ Knochen des halben Hundes .	5 184 „
„ „ vier Pfoten	1 086 „
„ des Gehirns	112 „
„ „ Herzens	384 „
„ „ darmreinen Thieres	60 658 „

1. Glykogenbestimmung im Blut.

1800 g Blut in 2000 ccm 60 % KOH aufgefangen und gelöst.

Das Glykogen von 900 g Blut invertirt in 400 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 182,25 g Blut gefunden:

1. 9,5 mg Cu_2O ,
2. 9,0 mg Cu_2O .

9,5 mg Cu_2O entsprechen 3 mg Zucker = 2,78 mg Glykogen.

Im Blut sind 0,0016 % Zucker = 0,0015 % Glykogen.

3940 g Blut enthalten 0,0640 g Zucker = 0,0601 g Glykogen.

2. Glykogenbestimmung in der Leber.

A. Das Glykogen von 25 g Leber in 1000 ccm invertirt.

In 81 ccm Zuckerlösung = 2,025 g Leber gefunden:

1. 259,7 mg Cu_2O ,
2. 255,5 mg Cu_2O .

259,7 mg Cu_2O entsprechen 109,3 mg Zucker = 101,3 mg Glykogen.

In der Leber sind 5,3975 % Zucker = 5,0035 % Glykogen.

B. 100 g Leber wurden in siedendes Wasser gebracht und vier Stunden lang mit 1000 ccm Wasser im Wasserbade gekocht, die Flüssigkeit abfiltrirt und der Rückstand nochmals mit 500 ccm Wasser zwei Stunden lang gekocht und filtrirt. Die Filtrate wurden ver-

einigt, mit 100 ccm Salzsäure von 1,19 versetzt, auf 2000 ccm verdünnt und direct invertirt. Der Rückstand wird in 100 ccm 30 % KOH gelöst und darin auf gewöhnliche Art das Glykogen bestimmt. Volumen der Zuckerlösung 2000 ccm.

I. Analyse vom Wasserauszug.

In 81 ccm Zuckerlösung = 4,05 g Leber gefunden:

1. 461,0 mg Cu_2O ,
2. 457,5 mg Cu_2O .

461 mg Cu_2O entsprechen 243,7 mg Zucker = 225,9 mg Glykogen.

In der Leber sind 6,0174 % Zucker = 5,5781 % Glykogen im Wasserauszug.

II. Analyse des Rückstandes.

In 81 ccm Zuckerlösung = 4,05 g Leber gefunden:

1. 212,5 mg Cu_2O ,
2. 211,5 mg Cu_2O .

212,5 mg Cu_2O entsprechen 88,4 mg Zucker = 81,9 mg Glykogen.

Im Rückstand sind 2,183 % Zucker = 2,024 % Glykogen.

In der Leber sind also im Ganzen 8,1974 % Zucker = 7,6021 % Glykogen.

1512 g Leber enthalten also 123,94 g Zucker = 114,9 g Glykogen.

3. Glykogenbestimmung im Muskel.

Das Glykogen von 100 g Muskel invertirt in 1000 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 8,1 g Muskel gefunden:

1. 186 mg Cu_2O ,
2. 183 mg Cu_2O .

186 mg Cu_2O entsprechen 76,7 mg Zucker = 71,1 mg Glykogen.

In den Muskeln sind 0,9469 % Zucker = 0,8778 % Glykogen.

28940 g Muskeln enthalten 274,03 g Zucker = 254,03 g Glykogen.

4. Glykogenbestimmung in den Knochen.

6270 g Knochen gelöst in 8400 ccm 15 % KOH.

Das Glykogen von 1000 ccm Knochenlösung = 746,43 g Knochen invertirt in 1000 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 60,46 g Knochen gefunden:

1. 542 mg Cu_2O ,
2. 541 mg Cu_2O .

542 mg Cu_2O entsprechen 256 mg Zucker = 237,3 mg Glykogen.

In den Knochen sind 0,4234 % Zucker = 0,3925 % Glykogen.

11454 g Knochen enthalten 48,49 g Zucker = 44,96 g Glykogen.

5. Glykogenbestimmung der Eingeweide.

500 g Eingeweide in 2000 ccm 15 % KOH gelöst.

Das Glykogen von 250 g Eingeweide invertirt in 400 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 50,625 g Eingeweide gefunden:

1. 104,5 mg Cu_2O ,

2. 96 mg Cu_2O .

104,5 mg Cu_2O entsprechen 41,1 mg Zucker = 37,9 mg Glykogen.

In den Eingeweiden sind 0,0812 % Zucker = 0,0753 % Glykogen.

6230 g Eingeweide enthalten 5,0578 g Zucker = 4,6886 g Glykogen.

6. Glykogenbestimmung im Fell.

2 $\times$ 500 g Fell in 500 ccm 60 % KOH gelöst.

A. Das Glykogen von 166,67 g Fell invertirt in 750 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 18 g Fell gefunden:

108 mg Cu_2O .

108 mg Cu_2O entsprechen 42,65 mg Zucker = 39,54 mg Glykogen.

Im Fell sind also 0,237 % Zucker = 0,2197 % Glykogen.

B. Das Glykogen von 166,67 g Fell invertirt in 800 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 16,875 g Fell gefunden:

85,5 mg Cu_2O .

85,5 mg Cu_2O entsprechen 32,8 mg Zucker = 30,4 mg Glykogen.

Im Fell sind 0,19437 % Zucker = 0,1802 % Glykogen.

Im Fell sind also im Mittel 0,2157 % Zucker = 0,1999 % Glykogen.

8200 g Fell enthalten also 17,67 g Zucker = 16,4 g Glykogen.

7. Glykogenbestimmung im Herzen.

Das Glykogen von 384 g Herz invertirt in 400 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 77,76 g Herz gefunden:

1. 201,5 mg Cu_2O ,

2. 197 mg Cu_2O .

201,5 mg Cu_2O entsprechen 83,5 mg Zucker = 77,3 mg Glykogen.

Im Herzen sind 0,1074 % Zucker = 0,09954 % Glykogen.

384 g Herz enthalten also 0,4124 g Zucker = 0,3823 g Glykogen.

8. Glykogenbestimmung im Gehirn.

Das Glykogen von 112 g Gehirn in 400 ccm invertirt.

In 81 ccm Zuckerlösung = 22,68 g Gehirn gefunden:

1. 138,3 mg Cu_2O ,

2. 136 mg Cu_2O .

138,3 mg Cu_2O entsprechen 55,85 mg Zucker = 51,77 mg Glykogen.

Im Gehirn sind also 0,24625 % Zucker = 0,2283 % Glykogen.

112 g Gehirn enthalten 0,2758 g Zucker = 0,2557 g Glykogen.

Versuch III.

Gewicht des Hundes	9700 g
„ des darmreinen Hundes	9507 „
„ des Blutes	617 „
„ der Leber I	605 „
„ der Leber II	214 „
„ des Fells	1180 „
„ der Eingeweide mit Inhalt . . .	1201 „
„ der Eingeweide ohne Inhalt . .	1008 „
„ des Darminhalts	193 „
„ des halben Hundes	2662 „
„ der anderen Hälfte	2762 „
„ des Gehirns	80 „
„ des Herzens	70 „
„ der Muskulatur des halben Hundes	1757 „
„ der Knochen des halben Hundes .	978 „

1. Glykogenbestimmung in der Leber.

A. Analyse von Leberstück I. Das Glykogen von 25 g Leber invertirt in 2000 ccm.

I. Glykogenfällung sofort abfiltrirt.

In 81 ccm Zuckerlösung = 1,0125 g Leber gefunden:

1. 457,5 mg Cu_2O ,

2. 456 mg Cu_2O .

II. Glykogenfällung nach dreiwöchentlichem Stehen abfiltrirt.

In 81 ccm Zuckerlösung = 1,0125 g Leber gefunden:

1. 459,5 mg Cu_2O ,

2. 457,5 mg Cu_2O .

459,5 mg Cu_2O entsprechen 208,6 mg Zucker. Die Titration des Kupfers nach Volhard im gefundenen Cu_2O ergibt: $459,5 \text{ mg } \text{Cu}_2\text{O} = 402,9 \text{ mg Cu} = 205,3 \text{ mg Zucker} = 190,3 \text{ mg Glykogen}$.

In Leberstück I sind also $20,276\%$ Zucker $= 18,815\%$ Glykogen.

In 605 g Leber I sind also $122,67 \text{ g Zucker} = 113,84 \text{ g Glykogen}$.

B. Analyse von Leberstück II. Das Glykogen von 25 g Leber invertirt in 2000 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung $= 1,0125 \text{ g Leber gefunden}$:

1. 450 mg Cu_2O ,

2. 449,5 mg Cu_2O .

450 mg Cu_2O entsprechen 203,2 mg Zucker. Die Titration des Cu nach Volhard ergibt:

$450 \text{ mg } \text{Cu}_2\text{O} = 397,98 \text{ mg Cu}$,

$449,5 \text{ mg } \text{Cu}_2\text{O} = 395,21 \text{ mg Cu}$.

Im Mittel sind in 81 ccm gefunden: $396,6 \text{ mg Cu} = 201,3 \text{ mg Zucker} = 186,6 \text{ mg Glykogen}$.

In Leberstück II sind also $19,88\%$ Zucker $= 18,33\%$ Glykogen.

214 g Leber II enthalten $42,54 \text{ g Zucker} = 39,22 \text{ g Glykogen}$.

In der ganzen Leber sind also enthalten: $20,17\%$ Zucker $= 18,69\%$ Glykogen. 819 g Leber enthalten $165,21 \text{ g Zucker} = 153,07 \text{ g Glykogen}$.

2. Glykogenbestimmung im Muskel.

Das Glykogen von 25 g Muskel invertirt in 1000 ccm.

A. Glykogenfällung sofort abfiltrirt.

In 81 ccm Zuckerlösung $= 2,025 \text{ g Muskel gefunden}$:

1. 136,5 mg Cu_2O

2. 132 mg Cu_2O .

B. Glykogenfällung nach drei Wochen abfiltrirt. Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung:

$138,5 \text{ mg } \text{Cu}_2\text{O} = 56 \text{ mg Zucker}$,

$136,8 \text{ mg } \text{Cu}_2\text{O}$.

$138,5 \text{ mg } \text{Cu}_2\text{O} = 121,98 \text{ mg Cu} = 55,5 \text{ mg Zucker} = 51,4 \text{ mg Glykogen}$.

Im Muskel sind 2,7407 % Zucker = 2,546 % Glykogen.

In 3514 g Muskel sind 96,32 g Zucker = 89,27 g Glykogen.

3. Glykogenbestimmung in den Knochen.

978 g Knochen gelöst in 2800 ccm 15 % KOH. Das Glykogen von 1000 ccm Knochenlösung = 349,28 g Knochen invertiert in 2000 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 14,15 g Knochen gefunden:

1. 366 mg Cu_2O = 159,1 mg Zucker,

2. 365 mg Cu_2O .

366 mg Cu_2O = 317,7 mg Cu = 155 mg Zucker = 143,7 mg Glykogen.

In den Knochen sind also 1,0958 % Zucker = 0,9963 % Glykogen.

1956 g Knochen enthalten also: 21,44 g Zucker = 19,48 g Glykogen.

4. Glykogenbestimmung in den Eingeweiden:

Das Glykogen von 475 g Eingeweide invertiert in 2000 ccm.

In 40,5 ccm Zuckerlösung = 9,619 g Eingeweide gefunden:

1. 313 mg Cu_2O = 133,4 mg Zucker,

2. 312,5 mg Cu_2O .

313 mg Cu_2O = 275,1 mg Cu = 132 mg Zucker = 121,4 mg Glykogen.

Die Eingeweide enthalten also:

1,5829 % Zucker = 1,4674 g Glykogen.

1008 g Eingeweide enthalten:

15,98 g Zucker = 14,89 g Glykogen.

5. Glykogenbestimmung im Fell.

597 g Fell + 600 ccm 60 % KOH verdünnt auf 2400 ccm.

2 $\times$ 600 ccm Felllösung = 149,25 g Fell gefällt.

A. Glykogenfällung sofort in Arbeit genommen. Gefunden in 81 ccm = 12,09 g Fell: 233 mg Cu_2O .

B. Glykogenfällung nach drei Wochen in Arbeit genommen. Gefunden in 81 ccm = 12,09 g Fell:

1. 240,5 mg Cu_2O = 100,5 mg Zucker,

2. 238 mg Cu_2O .

240,5 mg Cu_2O sind = 201,9 mg Cu = 94,7 mg Zucker = 87,8 mg Glykogen.

Im Fell sind also 0,7833 % Zucker = 0,726 % Glykogen.

1180 g Fell enthalten demnach:

$$9,29 \text{ g Zucker} = 8,57 \text{ g Glykogen.}$$

6. Glykogenbestimmung im Herzen.

Das Glykogen von 70 g Herz invertirt in 300 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 18,9 g Herz gefunden:

1. 282 mg Cu_2O = 119,3 mg Zucker,
2. 281 mg Cu_2O ,
3. 280,5 mg Cu_2O .

282 mg Cu_2O sind = 248,4 mg Cu = 118,2 mg Zucker = 104,5 mg Glykogen.

Im Herzen sind also 0,6247 % Zucker = 0,5791 % Glykogen.

In 70 g Herz sind demnach 0,4373 g Zucker = 0,4054 g Glykogen.

7. Bestimmung des Glykogens im Gehirn.

Das Glykogen von 80 g Gehirn invertirt in 500 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 12,96 g Gehirn gefunden:

1. 95,5 mg Cu_2O ,
2. 93 mg Cu_2O .

95,5 mg Cu_2O = 0,0372 mg Zucker = 0,0344 mg Glykogen.

Im Gehirn sind 0,2828 % Zucker = 0,2621 % Glykogen.

In 80 g Gehirn sind demnach 0,2262 g Zucker = 0,2097 g Glykogen.

Versuch IV.

Gewicht des Hundes	7350 g
„ „ darmreinen Hundes	7232 „
„ „ Blutes	369 „
„ der Leber	909 „
„ „ Eingeweide mit Inhalt	897 „
„ „ „ ohne „	779 „
„ des Darminhalts	118 „
„ „ Gehirns	72 „
„ „ Herzens	48 „
„ „ Fells	813 „
„ „ halben Hundes	2029 „
„ der anderen Hälfte	1972 „
„ „ Muskulatur des halben Hundes	1228 „
„ „ Knochen des halben Hundes	760 „

1. Glykogenbestimmung der Leber.

Das Glykogen von 12,5 g Leber invertirt in 1000 ccm.

A. Glykogenfällung sofort in Arbeit genommen.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 1,0125 g Leber:

1. 428,5 mg Cu_2O ,
2. 425,3 mg Cu_2O .

B. Glykogenfällung nach drei Wochen verarbeitet.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 1,0125 g Leber:

1. 424,5 mg Cu_2O = 189,45 mg Zucker,
2. 424,5 mg Cu_2O .

424,5 mg Cu_2O = 372,4 mg Cu = 186,7 mg Zucker = 173,1 mg Glykogen.

In der Leber sind also 18,44 % Zucker = 17,096 % Glykogen.

909 g Leber enthalten 167,64 g Zucker = 155,4 g Glykogen.

2. Glykogenbestimmung in den Muskeln.

2 $\times$ 100 g Muskel in 60 % KOH aufgelöst. Das Glykogen von 25 g Muskel in 500 ccm invertirt.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 4,05 g Muskel:

- A. 1. 341,5 mg Cu_2O = 147 mg Zucker,
2. 341 mg Cu_2O .

- B. 1. 320 mg Cu_2O = 137 mg Zucker,
2. 320 mg Cu_2O .

A. 341,5 mg Cu_2O = 302,1 mg Cu = 146,4 mg Zucker = 135,9 mg Glykogen.

In den Muskeln sind 3,6148 % Zucker = 3,3509 % Glykogen.

B. 320 mg Cu_2O = 282,7 mg Cu = 136,1 mg Zucker = 126,9 mg Glykogen.

In den Muskeln sind also 3,3605 % Zucker = 3,1152 % Glykogen.

Im Mittel sind also in der Muskulatur 3,4876 % Zucker = 3,233 % Glykogen.

2456 g Muskel enthalten demnach 85,66 g Zucker = 79,42 g Glykogen.

3. Glykogenbestimmung in den Knochen.

760 g Knochen gelöst in 2400 ccm 15 % KOH. Das Glykogen von 200 ccm Knochenlösung = 63,33 g Knochen invertirt in 500 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 10,26 Knochen:

1. 366,5 mg Cu_2O = 159,4 mg Zucker,

2. 365,5 mg Cu_2O .

366,5 mg Cu_2O = 324,4 mg Cu = 158,8 mg Zucker = 147,2 mg Glykogen.

In den Knochen sind 1,4163 % Zucker = 1,3129 % Glykogen.

1520 g Knochen enthalten 21,52 g Zucker = 19,96 g Glykogen.

4. Glykogenbestimmung in den Eingeweiden.

725 g Eingeweide gelöst in 2900 ccm 15 % KOH. Das Glykogen von 300 ccm Eingeweidelösung invertirt in 500 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 12,15 g Eingeweide:

1. 458,8 mg Cu_2O = 208,2 mg Zucker,

2. 457,5 mg Cu_2O .

458,8 mg Cu_2O = 402,3 mg Cu = 205 mg Zucker = 190 mg Glykogen.

In den Eingeweiden sind 1,6328 % Zucker = 1,5141 % Glykogen.

779 g Eingeweide enthalten demnach:

12,72 g Zucker = 11,795 g Glykogen.

5. Glykogenbestimmung im Fell.

811 g Fell gelöst in 3200 ccm 15 % KOH. Das Glykogen aus 400 ccm Felllösung invertirt in 500 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 16,42 g Fell:

1. 347,5 mg Cu_2O = 149,9 mg Zucker,

2. 346,4 mg Cu_2O .

347,5 mg Cu_2O = 306,3 mg Cu = 148,64 mg Zucker = 137,8 mg Glykogen.

Im Fell sind also 0,9051 % Zucker = 0,839 % Glykogen.

811 g Fell enthalten demnach:

7,34 g Zucker = 6,804 g Glykogen.

6. Glykogenbestimmung im Herzen.

Das Glykogen von 48 g Herz invertirt in 300 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 12,96 g Herz:

1. 239,1 mg Cu_2O = 100 mg Zucker,

2. 235,5 mg Cu_2O .

239,1 mg Cu_2O = 212,4 mg Cu = 100 mg Zucker = 92,7 mg Glykogen.

Im Herzen sind also 0,7716 % Zucker = 0,7153 % Glykogen.
48 g Herz enthalten:

0,3704 g Zucker = 0,3433 g Glykogen.

7. Glykogenbestimmung im Gehirn.

Das Glykogen von 72 g Gehirn invertirt in 400 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 14,58 g Gehirn:

1. 100,8 mg Cu_2O = 39,5 mg Zucker,

2. 98,2 mg Cu_2O .

100,8 mg Cu_2O = 81,8 mg Cu = 35,7 mg Zucker = 33,1 mg Glykogen.

Im Gehirn sind also 0,2449 % Zucker = 0,227 % Glykogen.

72 g Gehirn enthalten demnach 0,1763 g Zucker = 0,1634 g Glykogen.

Versuch V.

Gewicht des Hundes	9200 g
„ „ darmreinen Hundes	8818 „
„ „ Blutes	487 „
„ der Leber	726 „
„ „ Eingeweide mit Inhalt	1342 „
„ „ „ ohne „	960 „
„ des Darminhalts	382 „
„ „ Gehirns	74 „
„ „ Herzens	71 „
„ „ Felles	816 „
„ „ halben Hundes	2568 „
„ der anderen Hälfte	2732 „
„ „ Muskulatur des halben Hundes	1615 „
„ „ Knochen „ „ „	1127 „

1. Glykogenbestimmung im Blute.

Das Glykogen von 337 g Blut invertirt in 400 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 68,24 g Blut.

1. 13,5 mg Cu_2O ,

2. 10,8 mg Cu_2O .

13,5 mg Cu_2O = 4,5 mg Zucker = 4,2 mg Glykogen.

Im Blute sind 0,0066 % Zucker = 0,0061 % Glykogen.

In 487 g Blut sind demnach 0,032 g Zucker = 0,0297 Glykogen.

2. Glykogenbestimmung in der Leber.

Das Glykogen von 12,5 g Leber in 1000 ccm invertirt.

A. Glykogenfällung sofort verarbeitet.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 1,0125 g Leber.

1. 409,5 mg Cu_2O ,

403,8 mg Cu_2O .

Im Mittel 406,85 mg Cu_2O .

B. Glykogenfällung nach drei Wochen verarbeitet.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 1,0125 g Leber:

1. 406 mg Cu_2O = 179,6 mg Zucker,

2. 405,5 mg Cu_2O .

406 mg Cu_2O = 357,1 mg Cu = 177,6 mg Zucker = 164,6 mg Glykogen.

In der Leber sind also 17,664 % Zucker = 16,375 % Glykogen.

726 g Leber enthalten demnach 128,24 g Zucker = 118,88 g Glykogen.

3. Glykogenbestimmung im Muskel.

Das Glykogen von 25 g Muskel in 500 ccm invertirt.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 4,05 g Muskel:

1. 375,5 mg Cu_2O = 164 mg Zucker,

2. 375,0 mg Cu_2O .

375,5 mg Cu_2O = 331 mg Cu = 162,6 mg Zucker = 150,7 mg Glykogen.

In den Muskeln sind also 4,0148 % Zucker = 3,7217 % Glykogen.

3230 g Muskeln enthalten demnach 129,28 Zucker = 120,13 g Glykogen.

4. Glykogenbestimmung in den Knochen.

1127 g Knochen = 3200 ccm 15 % KOH. Das Glykogen von 200 ccm Knochenlösung = 70,44 g Knochen invertirt in 500 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 11,41 g Knochen:

1. 483 mg Cu_2O = 221 mg Zucker,

2. 482 mg Cu_2O .

483 mg Cu_2O = 421,4 mg Cu = 217,1 mg Zucker = 201,3 mg Glykogen.

In den Knochen sind also 1,9024 % Zucker = 1,7635 % Glykogen.
 2254 g Knochen enthalten demnach 42,88 g Zucker = 39,76 g Glykogen.

5. Glykogenbestimmung in den Eingeweiden.

835 g Eingeweide gelöst in 3200 ccm KOH. Das Glykogen von 300 ccm Eingeweidelösung = 78,28 g Eingeweide invertirt in 500 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 10,68 g Eingeweide:

1. 514,5 mg Cu_2O = 240,7 mg Zucker,

2. 514,5 mg Cu_2O .

514,5 mg Cu_2O = 449,7 mg Cu = 235,9 m Zucker = 218,7 mg Glykogen.

In den Eingeweiden sind also 1,8428 % Zucker = 1,7162 % Glykogen.

In 960 g Eingeweide sind demnach 17,69 g Zucker = 16,4 g Glykogen.

6. Glykogenbestimmung im Fell.

803 g Fell gelöst in 3200 ccm 15 % KOH. Das Glykogen von 300 ccm Felllösung invertirt in 500 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 12,19 g Fell:

1. 457,5 mg Cu_2O = 207,4 mg Zucker,

2. 457,5 mg Cu_2O .

457,5 mg Cu_2O = 401,6 mg Cu = 204,5 mg Zucker = 189,6 mg Glykogen.

Im Fell sind 1,6801 % Zucker = 1,5974 % Glykogen.

803 g Fell enthalten demnach 13,41 g Zucker = 12,38 g Glykogen.

7. Glykogenbestimmung im Herzen.

Das Glykogen von 71 g Herz invertirt in 400 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 14,38 g Herz gefunden:

1. 425,5 mg Cu_2O = 190 mg Zucker,

2. 424 mg Cu_2O .

425,5 mg Cu_2O = 373,3 mg Cu = 187,25 mg Zucker = 173,6 mg Glykogen.

Im Herzen sind also 1,3204 % g Zucker = 1,2073 % Glykogen.

71 g Herz enthalten demnach 0,9247 Zucker = 0,8572 g Glykogen.

8. Glykogenbestimmung im Gehirn.

Das Glykogen von 74 g Gehirn invertirt in 400 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 14,985 g Gehirn gefunden:

1. 91 mg Cu_2O = 35,25 mg Zucker,

2. 89,5 mg Cu_2O .

91 mg Cu_2O titirt nach Volhard = 73,8 mg Cu = 31,75 mg Zucker = 29,4 mg Glykogen.

Im Gehirn sind also 0,2119 % Zucker = 0,1964 % Glykogen.

74 g Gehirn enthalten 0,1568 g Zucker = 0,1454 g Glykogen.

Versuch VI.

Gewicht des Hundes	8600 g
„ „ darmreinen Hundes	8009 „
„ „ Blutes	407 „
„ der Leber	325 „
„ des Fells	1162 „
„ der Eingeweide mit Inhalt.	1648 „
„ „ „ ohne „	1057 „
„ des Darminhalts	591 „
„ „ Herzens	54 „
„ „ Gehirns	73 „
„ „ halben Hundes	2289 „
„ der anderen Hälfte	2434 „
„ „ Muskulatur des halben Hundes	1556 „
„ „ Knochen des halben Hundes	850 „

1. Glykogenbestimmung der Leber.

Das Glykogen von 25 g Leber invertirt in 1000 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 2,025 g Leber:

1. 479,5 mg Cu_2O = 219,75 mg Zucker,

2. 478 mg Cu_2O .

479,5 mg Cu_2O enthalten titirt nach Volhard 419,8 mg Cu = 216 mg Zucker = 200,23 mg Glykogen.

In der Leber sind also 10,607 % Zucker = 9,887 % Glykogen.

325 g Leber enthalten 34,664 g Zucker = 32,134 g Glykogen.

2. Glykogenbestimmung der Muskeln.

Das Glykogen von 25 g Muskeln invertirt in 500 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 4,05 g Muskel gefunden:

1. 263 mg Cu_2O = 110,8 mg Zucker,

2. 262,5 mg Cu_2O .

263 mg Cu_2O = 232,8 mg Cu (Volhard) = 110,4 mg Zucker
= 102,34 mg Glykogen.

Im Muskel sind also 2,726 % Zucker = 2,529 % Glykogen.

In 3112 g Muskeln sind also 84,89 g Zucker = 78,698 g Glykogen.

3. Glykogenbestimmung der Knochen.

850 g Knochen in 2500 ccm 15 % KOH gelöst.

Das Glykogen von 1000 ccm Knochenlösung in 2000 ccm invertirt. Das Glykogen wurde in diesem Falle nicht auf dem Filter gelöst, so dass die Glykogenlösung filtrirte, sondern das Glykogen wurde vom Filter in eine Glasschale gebracht, das Filter abgespritzt und ausgekocht und der ganze Glykogenniederschlag in der Schale auf dem Wasserbade gelöst. Diese Lösung wurde, ohne vorher filtrirt zu werden, in einen 2-Literkolben gebracht und nach Zusatz von 100 ccm Salzsäure vom spec. Gew. 1,19 invertirt.

In 81 ccm Zuckerlösung = 13,77 g Knochen gefunden:

1. 369,5 mg Cu_2O = 161 mg Zucker,

2. 369,3 mg Cu_2O .

Die Titration des Kupfers nach Volhard ergab:

369,5 mg Cu_2O = 298,6 mg Cu = 144,55 mg Zucker = 134,1 mg Glykogen.

In den Knochen sind also 1,0485 % Zucker = 0,9729 %.

In 1700 g Knochen sind demnach 17,85 g Zucker = 16,54 g Glykogen.

4. Glykogenbestimmung der Eingeweide.

Das Glykogen von 475 g Eingeweide invertirt in 2000 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 19,24 g Eingeweide:

1. 472,5 mg Cu_2O = 215,8 mg Zucker,

2. 472,5 mg Cu_2O .

472,5 mg Cu_2O = 409,5 mg Cu = 209,6 mg Zucker = 194,3 mg Glykogen.

In den Eingeweiden sind also 1,0895 % Zucker = 1,01 % Glykogen.

1057 g Eingeweide enthalten demnach 11,517 g Zucker = 10,676 g Glykogen.

5. Glykogenbestimmung des Felles.

a) 615 g Fell gelöst in 2000 ccm 15 % KOH.

Das Glykogen von 500 ccm Felllösung = 153,75 g Fell invertirt in 1000 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 12,45 g Fell gefunden:

303,5 mg Cu_2O = 129,1 mg Zucker.

303,5 mg Cu_2O = 262 mg Cu = 125,1 mg Zucker = 115,97 mg Glykogen.

Im Fell sind also 1,0045 % Zucker = 0,9312 % Glykogen.

b) 547 g Fell gelöst in 2000 ccm 15 % KOH.

Das Glykogen von 500 ccm Felllösung = 136,75 g Fell invertirt in 1000 ccm.

Gefunden in 81 ccm Felllösung = 11,68 g Fell:

260 mg Cu_2O = 109,45 mg Zucker.

260 mg Cu_2O = 228,8 mg Cu = 108,4 mg Zucker = 100,49 mg Glykogen.

Im Fell sind 0,9697 % Zucker = 0,8989 % Glykogen.

Im Mittel aus beiden Analysen sind also im Fell 0,9871 % Zucker = 0,9151 % Glykogen.

In 1162 g Fell sind also 8,4949 g Zucker = 7,8747 g Glykogen.

6. Glykogenbestimmung des Herzens.

Das Glykogen von 54 g Herz invertirt in 400 ccm.

In 81 ccm Zuckerlösung = 10,94 g Herz gefunden:

1. 142,7 mg Cu_2O = 57,85 mg Zucker,

2. 141,3 mg Cu_2O .

142,7 mg Cu_2O = 127,5 mg Cu = 58,25 mg Zucker = 53,998 mg Glykogen.

Im Herzen sind also 0,5328 % Zucker = 0,4939 % Glykogen.

54 g Herz enthalten 0,2877 g Zucker = 0,2667 g Glykogen.

7. Glykogenbestimmung des Gehirns.

Das Glykogen von 73 g Gehirn invertirt in 300 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 19,7 g Gehirn:

1. 144 mg Cu_2O = 58,37 mg Zucker,

2. 143,7 mg Cu_2O .

144 mg Cu_2O = 119,2 mg Cu = 54,1 mg Zucker = 50,2 mg Glykogen.

Im Gehirn sind also 0,274 % Zucker = 0,254 % Glykogen.

73 g Gehirn enthalten demnach 0,2004 g Zucker = 0,1858 g Glykogen.

Versuch VII.

Gewicht des Hundes	7500 g
„ „ darmreinen Hundes	7452 „
„ „ Blutes	393 „
„ der Leber	380 „
„ des Fells	939 „
„ der Eingeweide mit Inhalt	904 „
„ „ „ ohne „	856 „
„ des halben Hundes	2508 „
„ der anderen Hälfte	2400 „
„ des Gehirns	63 „
„ „ Herzens	48 „
„ der Muskulatur des halben Hundes	1347 „
„ Knochen des halben Hundes	1124 „

1. Glykogenbestimmung der Leber.

Das Glykogen von 25 g Leber invertirt in 1000 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 2,025 g Leber:

$$375,2 \text{ mg Cu}_2\text{O} = 163,8 \text{ mg Zucker,}$$

$$375,0 \text{ mg Cu}_2\text{O.}$$

375,2 mg Cu₂O = 325,4 mg Cu = 159,4 mg Zucker = 147,1 mg Glykogen.

In der Leber sind also 7,8716 % Zucker = 7,297 % Glykogen.

386 g Leber enthalten demnach 29,76 g Zucker = 27,73 g Glykogen.

2. Glykogenbestimmung der Muskeln.

Das Glykogen von 50 g Muskel invertirt in 500 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 8,1 g Muskel:

$$1. \quad 162,2 \text{ mg Cu}_2\text{O} = 66,3 \text{ mg Zucker,}$$

$$2. \quad 158,0 \text{ mg Cu}_2\text{O.}$$

162,2 mg Cu₂O = 144,3 mg Cu = 66,4 mg Zucker = 61,6 mg Glykogen.

Im Muskel sind also 0,8198 % Zucker = 0,7599 % Glykogen.

2694 g Muskeln enthalten demnach 21,63 g Zucker = 20,47 g Glykogen.

3. Glykogenbestimmung der Knochen.

1124 g Knochen gelöst in 3200 ccm 15 % KOH. Das Glykogen von 500 ccm Knochenlösung = 175,62 g Knochen invertirt in 1000 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 14,23 g Knochen:

1. 108,0 mg Cu_2O = 42,65 mg Zucker,

2. 107,8 mg Cu_2O .

108 mg Cu_2O = 94,8 mg Cu = 42,1 mg Zucker = 39 mg Glykogen.

In den Knochen sind also 0,2952 % Zucker = 0,2736 % Glykogen

2248 g Knochen enthalten demnach 6,63 g Zucker = 6,15 g Glykogen.

4. Glykogenbestimmung der Eingeweide.

Gesammtgewicht 856 g. 761 g Eingeweide gelöst in 3200 ccm 15 % KOH. Das Glykogen aus 500 ccm Eingeweidelösung invertirt in 600 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 16,05 g Eingeweide:

1. 91,5 mg Cu_2O = 35,5 mg Zucker,

2. 91,0 mg Cu_2O .

91,5 mg Cu_2O = 80,5 mg Cu (Volhard) = 35,05 mg Zucker = 32,49 mg Glykogen.

In den Eingeweiden sind also 0,2183 % Zucker = 0,2024 % Glykogen.

856 g Eingeweide enthalten demnach 1,8868 g Zucker = 1,7324 g Glykogen.

5. Glykogenbestimmung des Fells.

939 g Fell gelöst in 4000 ccm 15 % KOH. Das Glykogen von 500 ccm = 117,38 g Fell invertirt in 750 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 12,68 g Fell:

1. 40 mg Cu_2O = 13,35 mg Zucker,

2. 40 mg Cu_2O .

40 mg Cu_2O = 36,3 mg Cu = 11,75 mg Zucker = 10,91 mg Glykogen.

Im Fell sind also 0,0927 % Zucker = 0,0854 % Glykogen.

939 g Fell enthalten demnach 0,8704 g Zucker = 0,8069 g Glykogen.

6. Glykogenbestimmung des Herzens.

Das Glykogen von 48 g Herz invertirt in 300 ccm.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 12,96 g Herz:

1. 89,5 mg Cu_2O = 34,6 mg Zucker,

2. 89,4 mg Cu_2O .

89,5 mg Cu_2O = 79,8 mg Cu (Volhard) = 34,7 mg Zucker = 32,2 mg Glykogen.

Im Herzen sind also 0,252 % Zucker = 0,231 % Glykogen.

48 g Herz enthalten demnach 0,121 g Zucker = 0,111 g Glykogen.

7. Glykogenbestimmung des Gehirns.

Das Glykogen von 63 g Gehirn in 400 ccm invertirt.

Gefunden in 81 ccm Zuckerlösung = 12,76 g Gehirn:

1. 74,8 mg Cu_2O = 28,15 mg Zucker,

2. 74,3 mg Cu_2O .

74,8 mg Cu_2O = 64,9 mg Cu = 27,35 mg Zucker = 25,35 mg Glykogen.

Im Gehirn sind also 0,2143 % Zucker = 0,1984 % Glykogen.

63 g Gehirn enthalten demnach 0,135 g Zucker = 0,125 g Glykogen.