

Sitzungsberichte

der

mathematisch - physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.



Band VI. Jahrgang 1876.

München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1876.

~
In Commission bei G. Franz.

Sitzung vom 6. Mai 1876.

Herr Voit legt der Classe eine in seinem Laboratorium ausgeführte Untersuchung vor:

„Ueber die Abstammung des Glykogens im Thierkörper“. Von Privatdozent Dr. J. Forster.

Bekanntlich haben Pettenkofer und Voit¹⁾ in einer grösseren Reihe von Versuchen gezeigt, dass der in den Thierkörper aufgenommene Traubenzucker in diesem nicht in bemerkenswerther Menge aufgespeichert, sondern alsbald unter Sauerstoffaufnahme in Kohlensäure und Wasser zersetzt und so aus dem Körper ausgeschieden wird. In neuester Zeit nun schreibt man, in anscheinendem Widerspruche mit obigen Versuchen, dem thierischen Organismus, und zwar insbesondere der Leber, die Eigenschaft zu, den ihr zugeführten Zucker in Glykogen, eine zwar in Wasser lösliche allein nur sehr schwer durch thierische Membranen diffundirende Substanz, umzuwandeln, welche eben letzterer Eigenschaft halber im Körper sich in grösserer Menge anhäufen könne. Da man aber allgemein das Molekulargewicht der glykogenen Substanz mindestens doppelt so

1) Sitz.-Ber. der Münch. Akad. 1873, Heft 3; und Zeitschr. für Biol. Bd. IX, S. 435 ff.

gross annimmt, als das des Zuckers, so besässe der Thierkörper hiemit in hohem Maasse die Fähigkeit, complicirtere Moleküle aus einfacheren aufzubauen oder auch lebendige Kraft in Spannkraft überzuführen.

Man hat dies aus der Beobachtung geschlossen, dass bei Fütterung mit Kohlehydraten in der Leber der gefütterten Thiere häufig Glykogen in reichlicher Menge enthalten ist oder dass dabei Glykogen selbst bei solchen Körperzuständen in den Organen auftritt, bei welchen für gewöhnlich ohne Zufuhr von Kohlehydraten dasselbe nicht oder kaum nachzuweisen ist.

Diejenigen nun, welche das Vorkommen von Synthesen im Thierkörper, soferne man darunter den Aufbau höherer Moleküle aus einfacheren versteht, nur nach zwingender Beweisführung in jedem einzelnen Falle annehmen wollen, erklären das Auftreten von Glykogen nach Zufuhr von Kohlehydraten durch die Annahme, dass normaler Weise aus dem beständig sich zersetzenden Eiweisse im Körper unter anderen Produkten auch Glykogen abgespaltet werde, eine Annahme, für welche genügend Beweise beigebracht werden können. Während jedoch für gewöhnlich dasselbe weiter zersetzt und oxydirt werde, finde es bei genügender Resorption von Zucker aus dem Darne, da alsdann dieser zerfällt, nicht mehr die Bedingungen seiner Zersetzung und könne nun an seiner Bildungsstätte abgelagert werden. Es würde nach dieser Vorstellung für die glykogene Substanz dasselbe gelten, was für die Bildung des Fettes aus Eiweiss und dessen Aufspeicherung im Thierkörper bei reichlicher Fütterung mit Kohlehydraten von Pettenkofer und Voit²⁾ dargethan wurde.

Nachdem nun letztere Ansicht durch Versuche, die unter Prof. Voit's Leitung von Dr. Wolffberg ausgeführt

2) a. a. O.

worden waren, sehr an Wahrscheinlichkeit gewonnen, habe ich versucht, zu einer Entscheidung der vorliegenden Differenzen durch an grösseren Thieren angestellte Untersuchungen, welche deutlichere Resultate als die Experimente an kleinen Thieren versprochen, zu gelangen.

Zu diesem Zwecke liess ich grosse, ausgewachsene und vorher in annähernd gleichem wohlgenährten Zustande befindliche Hunde, die einige Tage hindurch nur mit fettarmem Fleische gefüttert worden waren, längere Zeit hungern. In dem ersten Versuche wurden am 9. Hungertage einem Thiere von 22 Kilogramm Körpergewicht etwa 400 cc. einer 50procentigen Traubenzuckerlösung langsam und vorsichtig in eine ven. *messaraica* eingeführt, wodurch der Leber und dem Körper im Verlaufe von $1\frac{1}{2}$ Stunden etwa 200 grm. Zucker zur Verarbeitung geboten wurden. Eine halbe Stunde nach Beendigung der Injection, also zwei Stunden nach Beginn derselben, wurde das Thier durch Verbluten rasch getödtet, sofort die Leber herausgenommen und in kochendes Wasser eingetragen. Die Menge des nach Brücke's Angaben bestimmten Glykogens in der ganzen Leber betrug 9.3 grm. oder 1.78 % der frischen Leber.

In einem zweiten Versuche liess ich einem 28 Kilogramm schweren Hunde am 10. Hungertage wieder 400 cc. einer 50procentigen Traubenzuckerlösung vorsichtig im Laufe einer Stunde in eine ven. *femoralis* einfliessen. Auf gleiche Weise wie vorher wurde sodann das Thier getödtet und die Menge des Glykogens in der Leber bestimmt. Es fanden sich hier 9.7 grm. Glykogen oder 1.53 % des frischen Organes.

Bei einem Hahne von 2.24 Kilogramm Körpergewicht, dem am 2. Hungertage 60 cc. derselben Zuckerlösung in die Jugularvene injicirt wurden, fanden sich in der 39.8 grm.

schweren Leber 0.12 grm. Glykogen oder 0.29 % derselben.

Glykogene Substanz ist nun wie bekannt auch nach längerem Hunger immer noch in gewisser Menge in der Leber zu finden. Bei einem 24 Kilogramm schweren Hunde, der wie die oben erwähnten Thiere 10 Tage gehungert hatte, fand ich am 10. Hungertage nach der Verblutung noch 4.2 grm. Glykogen oder 0.92 % der frischen Leber.

Offenbar ist aber unter dem Einflusse der Zuckereinjection in die Venen die Menge von Glykogen in der Leber vermehrt. Es fragt sich nun, woher dasselbe stammt?

Die beobachtete Vermehrung beträgt etwas über 5 grm. in beiden Fällen und sinkt, wenn man für alle 3 Hunde eine gleiche Lebergrösse für das Körpergewicht derselben, nämlich 2.35 % des lebenden Thieres, so wie es bei dem ersten Versuchsthier gefunden wurde, berechnet, unter 5 grm. herab. Die Menge des in der Leber des Hahnes gefundenen Glykogens übersteigt sogar trotz der Injektion von 30 grm. Zucker, einer relativ bedeutenden Masse, kaum die auch sonst in derselben zu erwartende Quantität.

Trotz der colossalen Menge von 200 resp. 60 grm. Zucker, die in den Körper eingeführt wurde, ist sonach nur eine äusserst geringe Vermehrung der glykogenen Substanz erfolgt. Schon dieser Umstand spricht deutlich gegen die Anschauung, dass der in den Körper eingeführte Zucker in Glykogen übergehe. Noch unwahrscheinlicher wird dieselbe, wenn man sieht, dass dann, wenn gerade dem angeblich die Synthese bewerkstellenden Organe, der Leber, die Zuckermenge direkt zugeleitet wird, wie in dem ersten Versuche, die Glykogenmenge in demselben nicht grösser gefunden wird, wie bei der Injektion von Zucker in eine Femoralvene.

Die Bildung von Glykogen aus Zucker dürfte man nur dann aus den vorliegenden Versuchen schliessen, wenn für dasselbe durchaus keine andere Quelle vorhanden wäre. So aber müssen wir denselben entnehmen, dass die Zufuhr des Zuckers bei der geringen Aufspeicherung von Glykogen nur eine sekundäre Rolle spiele und dass die glykogene Substanz im Körper hiebei aus einer andern in Quantität minder ergiebigen aber sicher gestellten Quelle d. h. dem zersetzten Eiweisse stammen müsse und bei der reichlichen Zuckerzufuhr abgelagert werde.

Am 10. Hungertage ist aber die Eiweisszersetzung im Körper bekanntlich sehr gering; bei hungernden Hunden von der oben erwähnten Grösse überschreitet die Menge des in 24 Stunden zersetzten Eiweisses kaum 30–50 grm. oder etwa 2–4 grm. in den zwei Stunden, die hier in Betracht kommen. Diese Grösse könnte also kaum zur Erklärung des Mehrbefundes von 4–5 grm. Glykogen in den obigen Versuchen ausreichen.

Nun habe ich aber vor einiger Zeit gezeigt ³⁾, dass durch Injektion von Zucker- und Kochsalzlösungen in die Blutbahn die Eiweisszersetzung im Thierkörper in ganz erheblichem Maasse erhöht wird. Dasselbe geschah nun auch in diesen Versuchen, was ich direkt durch die Menge des während der Dauer der Operation gebildeten Harns und dessen Stickstoffgehalt darthun konnte. Die Quantität des in den 2 resp. 1½ Operationsstunden zur Blase gelangenden Harnstoffes oder Stickstoffes entspricht zudem nicht vollständig der in derselben Zeit stattgefundenen Eiweisszersetzung, da bei der Tödtung des Thieres Zersetzungs-

3) Sitz.-Ber. d. Münch. Akad. Juli, 1875 u. Zeitschr. f. Biol. Bd. XI, S. 515.

produkte des Eiweisses noch in grösserer Menge innerhalb der Organe sich befinden mussten, die erst später in den Harn übergegangen wären. Dessenungeachtet aber betrug die Menge des nach Liebig's Methode bestimmten Harnstoffes in dem während der Operation gewonnenen Harn in dem ersten Versuche 4.74 grm., in dem zweiten 2.43 grm., was also im Mindesten eine Eiweisszersetzung von 14, resp. über 7 grm. anzeigt.

Dass in der That die Stoffzersetzung im Körper durch die Injektion selbst in lebhafterem Maasse, als dies durch die Harnstoffausscheidung zu erkennen war, angeregt wurde, kann ich noch einer weitem merkwürdigen Beobachtung entnehmen. Während der ersten Injektion der Zuckerlösung in eine Mesenterialvene füllten sich Magen und Dünndarm allmählig mit einer Flüssigkeit, die sorgfältig gesammelt und deren Menge im Magen 170 cc., im Dünndarme 210 cc. betrug. Bei der Analyse erwies sich dieselbe durch ihren Gehalt an Gallensäuren und Farbstoffen unzweifelhaft als zuckerhaltige, wenn auch etwas verdünnte Galle.

Nach diesen Beobachtungen erklärt sich also die Möglichkeit einer geringen Glykogenvermehrung in der Leber leicht durch den bei der Zuckerinjektion stattfindenden Mehrzerfall von Eiweiss und die Ersparniss des hiebei abgespaltenen Glykogens unter dem Einflusse des reichlich zugeführten leicht zersetzlichen Zuckers. Damit lässt sich auch leicht die Thatsache vereinen, dass bei einem kleinen Organismus, dem Hahne in meinem vierten Versuche, bei dem entsprechend der Körpergrösse die Eiweisszersetzung eine sehr geringe ist, auch nur sehr wenig Glykogen in der Leber enthalten ist.

Zum Schlusse bemerke ich noch als einen erwähnenswerthen Umstand, dass bei den drei vorgenommenen Zucker-

injektionen ziemliche Mengen von Zucker im Blute der Versuchsthiere nachgewiesen werden konnten, sowie dass der Harn der Hunde sowohl wie auch Harn, der von dem Hahne in reichlicher Menge während der Operation entleert wurde, grössere Zuckerquantitäten enthielt.

Ausführlichere Mittheilung dieser und ähnlicher Versuche behalte ich mir zur Veröffentlichung an einem andern Orte vor.
