

Vergleichende Untersuchungen über den Chemismus im Herz- und Körpermuskel.

Von

Dr. Heinrich Boruttau,
Assistenten am physiolog. Institut zu Göttingen.

(Der Redaction zugegangen am 30. September 1893.)

Die heutigen Anschauungen über den Chemismus des arbeitenden und ruhenden Muskels knüpfen sich in ihren wichtigsten Punkten an Untersuchungen über die Kohlehydrate und die Säuren des Muskels.

Zu den ersteren zählen, so weit sie hierbei in Betracht kommen, Glykogen, Dextrin und Zucker; unklar bleibt nach wie vor die Stellung und Rolle des Inosits, welchem nach Maquenne's Forschungen eine ringförmige, den Benzolderivaten nahestehende Constitution zukommt.

Was das Glykogen anbetrifft, so gibt schon O. Nasse¹⁾ an, dass Muskeln nach der Arbeit weniger Glykogen enthalten, als geruhte, aber auf Grund von Bestimmungsmethoden, welche er selbst später für unzuverlässig erklärte. Später gelang mittelst Brücke's Bestimmungsmethode dessen Schüler Weiss²⁾ der Nachweis, dass tetanisirte Froschmuskeln weniger Glykogen enthalten als geruhte.

¹⁾ Pflüger's Arch., Bd. II, 1869, S. 97.

²⁾ Sitzungsber. der Wiener Akad., math.-naturw. Kl., c I, Juli 1871,

Diese Thatsache ist weiterhin vielfach bestätigt worden, und zwar am Kaltblüter- wie am Warmblütermuskel, am ausgeschnittenen und überlebend gereizten, wie an dem des lebenden Thieres, so von: Molinari¹⁾, Külz und seinen Schülern²⁾, ganz neuerdings noch von Morat und Dufourt³⁾.

Von mehreren Forschern (Ranke, Nasse, Molinari) wurde gleichzeitig mit der Abnahme des Glykogens eine Zunahme des Zuckers constatirt.

Es leuchtet ein, dass bei der verschiedenen Function und Inanspruchnahme der verschiedenen Muskeln des Organismus quantitative und vielleicht auch qualitative Unterschiede im Chemismus derselben vorhanden sein müssen.

Dies gilt nicht nur für die Hauptgruppen der glatten und quergestreiften Muskeln, sondern auch für die einzelnen Muskeln und Muskelgruppen innerhalb jener. Schon Nasse⁴⁾ gab an, dass nicht nur die Muskeln verschiedener Thiere, sondern auch die verschiedenen Muskeln desselben Thieres bedeutende Unterschiede im Glykogenehalt zeigen.

Eine besondere Stellung im System nimmt nun der Herzmuskel ein, sowohl nach seiner Function, als nach seinem histologischen Aufbau. Er ermüdet nie, oder vielleicht besser: er gleicht die von der systolischen Arbeit herrührende Ermüdung in der Diastole und Pause wieder aus und setzt so seine rhythmische Thätigkeit ohne Unterbrechung fort bis ans Ende des Lebens.

Dass diesem Verhalten auch besondere Eigenthümlichkeiten in seinem Chemismus zu Grunde liegen, ist wahrscheinlich. Ich habe versucht, etwas Genaueres darüber in Erfahrung zu bringen, und theile die Versuche und Versuchsergebnisse in Folgendem mit.

Aus dem besprochenen Verhalten des Herzens folgt ohne weiteres, dass die vergleichende Analyse, wie sie von den

¹⁾ Annali di chim. e farm. IX, S. 351—66.

²⁾ Z. B. Manché, Zeitschr. für Biologie, Bd. XXV, S. 163.

³⁾ Sur la consommation du glycogène des muscles pendant l'activité de ces organes, Archives de physiol., IV, S. 457. 1891.

⁴⁾ Pflüger's Arch., Bd. XIV, S. 473.

Autoren beim ruhenden und arbeitenden Körpermuskel ausgeführt wurde, hier unmöglich ist. Es setzt vielmehr die Frage ein, wie weit man aus den chemischen Vorgängen in einem Organ nach dem Tode auf den Chemismus während des Lebens schliessen darf.

Eine chemische Leistungsfähigkeit überlebender Drüsenzellen ist vielfach festgestellt. So haben Pflüger und Kochs angegeben, dass nicht nur nach dem Vorgange von Bunge und Schmiedeberg künstlich mit Blut durchströmte Nieren, sondern auch ein Brei zerhackter und mit Blut angerührter Leber- oder Nierensubstanz Benzoësäure und Glycocoll zu Hippursäure, Phenol und Schwefelsäure zu Phenol-Aetherschwefelsäure zu paaren vermöge. Der raschen Umwandlung des Leberglykogens in Zucker nach dem Tode entspricht nach der Ansicht der Mehrzahl der Forscher eine beständige Bildung und Wiederverzuckerung des Glykogens im Leben. Beim Muskel handelt es sich darum, erstens ob ähnlich wie bei der Leber nach dem Tode das Glykogen schwindet, zweitens ob dieser Glykogenschwund nach dem Tode demjenigen im Leben bei der Arbeit analog ist.

Während Nasse¹⁾ angibt, dass mit dem Eintritt der Starre das Muskelglykogen sich vermindert, bis zum völligen Verschwinden, schoben andere Autoren diesen Vorgang auf beginnende Fäulniss, und Böhm²⁾ stellt das Verschwinden des Muskelglykogens nach dem Tode, selbst nach Eintritt der Starre, ganz in Abrede. Cramer³⁾, welcher die Bestimmungsmethode von R. Külz anwandte, fand eine bedeutende Herabsetzung des Glykogengehalts (z. B. von 0,2 bis 0,04%, also um $\frac{4}{5}$) dann, wenn die Muskeln mehrere Stunden lang einer Temperatur von 40° ausgesetzt worden waren.

Ich habe nun das Verhalten des Glykogens nach dem Tode im Körpermuskel und Herzmuskel vergleichend untersucht, indem ich beide Organe desselben Thieres unmittelbar

¹⁾ A. a. O.

²⁾ Pflüger's Arch., Bd. XXIII, S. 52.

³⁾ Zeitschr. für Biologie, XXIV, S. 67.

nach dem Tode, sowie nach Ablauf einiger Zeit, analysirt, unter genauer Einhaltung gleicher Versuchsbedingungen.

Man findet allgemein die Angabe, der Herzmuskel enthalte weniger Glykogen als der Körpermuskel. Sieht man die Zahlenangaben an, so findet man aber hierbei grössere Schwankungen, als bei allen sonstigen Analysen von Muskelglykogen. Weiss¹⁾ fand $\frac{2}{3}$ als Verhältniss des Herzmuskel- zum Körpermuskelglykogen. Mc. Donnel und Wittich geben Fehlen des Glykogens im Herzen von Neugeborenen an. Cramer²⁾ stellt den Procentgehalt an Glykogen, den er in Körpermuskulatur und Herz dreier menschlicher Neugeborenen fand, folgendermassen zusammen:

	K. - M.	Herz.
I . . .	1,85.	0,12.
II . . .	0,87.	0,002.
III . . .	1,22.	0,25.

Den Tabellen desselben Autors entnehme ich die Angabe des Glykogengehalts zweier Kalbsherzen: 0,16 und 0,03%. Dies vorausgeschickt, gehe ich zur genauen Schilderung meiner Versuche über.

Soeben getödteten Hunden wurde, so schnell es anging, das Herz und ungefähr das gleiche Gewicht Extremitätenmuskulatur (Mm. adductores femor.) entnommen und in je zwei Hälften getheilt. Da Cramer angibt, dass der Glykogengehalt verschiedener Theile desselben Herzens ein verschiedener sei, so wurde das Herz so zerschnitten, dass sowohl jeder Vorhof als jede Kammer, sowie auch das Septum in je zwei möglichst gleiche Hälften zerfielen, so dass jede Gesammthälfte die Hälfte des ganzen linken und die Hälfte des ganzen rechten Herzens enthielt.

Hierauf wurde³⁾ möglichst rasch gewogen und die eine Hälfte von Herz- sowohl als Adductorenmuskel sofort, die andere nach 24—36stündigem Liegen bei gewöhnlicher Temperatur, in siedendes Wasser gebracht, zerschnitten, längere

¹⁾ A. a. O.

²⁾ A. a. O.

Zeit im Sieden erhalten, colirt, und dieser Extractionsmodus dreimal wiederholt. Die vereinigten Auszüge wurden eingeeengt und mit Alkohol gefällt. Die alkoholischen Filtrate dienten zur Zuckerbestimmung. Die Niederschläge wurden wieder in heisses Wasser eingetragen und mit Brücke's Reagentien weiter behandelt. Die Rückstände von der Extraction mit siedendem Wasser wurden unter genauer Befolgung der Vorschriften von R. Külz¹⁾ mit Kalilauge behandelt, die Lösung neutralisirt und mit Brücke's Reagentien gefällt. Die so aus Extract und Rückstand erhaltenen Glykogenlösungen wurden vereinigt, mit Alkohol gefällt, das abfiltrirte Glykogen zur Reinigung nochmals gelöst, eiweissfrei gemacht, wieder gefällt, getrocknet und gewogen²⁾).

Eine ausführliche Zusammenstellung der Resultate findet sich in den beigegebenen Tabellen. Aus ihnen folgt, dass unter gleichen Versuchsbedingungen das Glykogen des Herzmuskels nach dem Tode wesentlich rascher schwindet, als dasjenige des Extremitätenmuskels.

Bei Versuch 1 und 2 gelangten die Organe erst 1½ bez. 2 Stunde p. m. zur Verarbeitung. Zu dieser Zeit ist der Procentgehalt des Herzmuskels an Glykogen bereits ein niedriger; er verschwindet bei 1 im Laufe von 36 Stunden gänzlich, während er bei 2 um ¾ abnimmt. Der Gehalt der Adductorenmuskulatur dagegen erleidet während dieser Zeit nur eine minimale Verminderung.

Bei Versuch 3 und 4 wurde das Herz dem eben getödteten Thier viel eiliger entnommen, noch pulsirend zerschnitten und die eine Hälfte in siedendes Wasser gebracht. Ferner wurden die zweiten Portionen von beiden Muskelarten mit defibrinirtem Blut versetzt stehen gelassen, um die etwaige Wirkung eines grösseren Blutgehalts des Herzmuskels auszugleichen. Bei 3 waren die Portionen einfach damit übergossen, bei 4 zerhackt und mit wenig Blut innig gemengt.

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie, XXII, S. 161.

²⁾ Vergl. Hoppe-Seyler, Handbuch der physiol.-chem. Analyse, 6. Aufl., S. 497.

Tabelle I.

Versuchs-Nr.	Organ.	Gewicht der verwend. Subst.	Glykogen aschefr. in gr.	Desgl. in %	Abnahme in %
1.	Körpermuskel 1 1/2 Std. nach dem Tod K ₁	189 gr.	2,9974	1,585	11,1
	Körpermuskel nach 38 Std. K ₂	189 gr.	2,9525	1,562	
	Herzmuskel 1 1/2 Std. nach dem Tod H ₁	168 gr.	0,2254	0,134	100,0
	Herzmuskel nach 36 Std. H ₂	140 gr.	0	0	
2.	Körpermuskel 1/2 nach dem Tode K ₁ . .	52 gr.	0,2714	0,520	0,2
	Körpermuskel nach 24 Std. K ₂	49 gr.	0,2543	0,519	
	Herzmuskel 1/2 Std. nach dem Tode H ₁	37,5 gr.	0,0605	0,188	73,9
	Herzmuskel nach 24 Std. H ₂	34 gr.	0,0165	0,049	

Tabelle II.

Versuchs-Nr.	Organ.	Gewicht der verwend. Subst.	Glykogen aschefr. in gr.	Desgl. in %	Abnahme in %
3.	Körpermuskel 10 Min. nach dem Tode K ₁	100 gr.	0,2516	0,252	11,1
	Körpermuskel nach 24 Std. K ₂	100 gr.	0,2242	0,224	
	Herzmuskel noch schlagend H ₁	70 gr.	0,1741	0,249	23,9
	Herzmuskel nach 24 Std. H ₂	65 gr.	0,1238	0,190	
4.	Körpermuskel 5 Min. nach dem Tode K ₁	50 gr.	0,2930	0,586	9,7
	Körpermuskel nach 24 Std. K ₂ ¹⁾	43 gr.	0,2272	0,529	
	Herzmuskel, noch schlagend H ₁	50 gr.	0,2658	0,532	100,0
	Herzmuskel nach 24 Std. H ₂ ¹⁾	42 gr.	0	0	

Tabelle III.

Versuchs-Nr.	2 chem. Fehling'sche Lösung erfordern zur Reduction:
1.	Von K ₁ 20, von K ₂ 16, von H ₁ 6, von H ₂ 3 chem.
2.	17,5, » » 16, » » 15, » » 12,5 »
3.	16, » » 15,5 » » 10, » » 8 »
4.	16, » » 10, » » 10, » » 3,5 »

des mit der verwandten Substanz gleichwerthigen Alkoholextractes.

¹⁾ Zerhackt und mit defibrinirtem Blut digerirt.

In beiden Fällen ist der Glykogenschwund der Adductoren-muskulatur etwas grösser als bei 1 und 2, doch viel geringer als derjenige des Herzens, welcher bei 3 zwar nur $\frac{1}{4}$, bei 4 aber ein totaler ist.

Die Alkoholextracte habe ich nach Abdestilliren des Alkohols ohne Weiteres mit Fehling'scher Lösung titirt: freilich erhält man so die Summe der darin vorhandenen reducirenden Substanzen, nicht den Zucker allein, immerhin ist die bedeutendere Zunahme des Reductionsvermögens beim Herzen nach dem Liegen, gegenüber dem Adductoren-muskel, wohl darauf zu beziehen, dass aus dem geschwundenen Glykogen wenigstens theilweise Zucker entstanden ist. Die neuerdings von Panormöff¹⁾ angewandte Methode der quantitativen Zuckerbestimmung mittelst Phenylhydrazin habe ich nicht versucht, wohl aber an Portionen der Extracte die Phenylhydrazinprobe nach E. Fischer und R. v. Jaksch angestellt: nur aus den Extracten der zweiten Herzportionen erhielt ich ziemlich regelmässig charakteristische Gruppen von mikroskopischen Phenylglukosazonkrystallen.

Ich weise noch besonders darauf hin (siehe die Tabelle), dass in Versuch 3 und 4 der Glykogengehalt des ganz frischen Herzmuskels nahezu ebenso gross ist, wie derjenige des Körpermuskels.

Ich glaube daher, dass bisher der Glykogengehalt des Herzmuskels deshalb kleiner gefunden wurde, weil die Verarbeitung nicht genügend früh begonnen wurde, und dass die bedeutenden Schwankungen in der Verschiedenheit der Zeitpunkte der Inangriffnahme ihren Grund haben. Ich hatte versucht, Bestimmungen an den Organen des Pferdes zu machen: hier ist jedoch das Unternehmen, das Herz möglichst rasch nach dem Tode zu verarbeiten, naturgemäss erschwert, ebenso die Zuckerbestimmung durch die starke Färbung der Extracte behindert, so dass ich die Versuche an diesem Thier aufgab, nachdem eine Bestimmung ergeben hatte: für das linke Herz 0,132%, für das rechte 0,251%, dagegen für den

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie, 1893.

Pektoralmuskel 2,690%. Dieser hohe Werth stimmt gut mit den Angaben Niebel's, welcher den ausserordentlich grossen Glykogengehalt des Pferdefleisches betont und für die Erkennung desselben bei Verfälschungen zu benutzen vorgeschlagen hat.

Während die Autoren die zweiten Muskelportionen nach Ablauf der beabsichtigten Zeit überhaupt erst der Thierleiche entnahmen, habe ich auch die Adductorenmuskulatur, welche liegen bleiben sollte, sofort entnommen, da ich, schon um es zu halbiren, das ganze Herz selbstverständlich sofort entnehmen musste. Auch habe ich so die Starre ausser Acht gelassen. Ich hielt mich hierzu für berechtigt, da die Ansichten über ihr Wesen und ihr Verhältniss zur lebendigen Contraction noch streitig sind und eine Beziehung des Glykogenschwundes nach dem Tode zur Starre nicht bewiesen ist.

Der rasche Glykogenschwund im Herzmuskel zeigt eine Analogie mit dem Verhalten der Leber. Aus letzterem Organ hat man ein Enzym darzustellen versucht, welches Glykogen in Zucker zu verwandeln im Stande ist. Jedenfalls vermag Lebersubstanz auch zugesetzte Glykogenlösung zu saccharificiren.

Solche Versuche sind zuerst von v. Wittich¹⁾ auch mit Muskelsubstanz angestellt worden. Er setzte einprocentige Glykogenlösungen mit frischen Stücken verschiedener Organe: Haut, Niere, Darmwand, Muskel, in Reagensgläsern an. Es wurde bald Aufhellung der zuvor opalisirenden Lösung und Auftreten von Zucker durch die Reductionsprobe constatirt. «Auffällig war es dabei, dass frische Muskeln in Glykogenlösung eingebettet am allerlangsamsten wirkten, erst nach mehrstündigem Stehen begann eine Aufklärung und Reductionsfähigkeit der Lösung, während andererseits der Muskel auffallend lange seine Contractionsfähigkeit behielt, und, wenn häufig tetanisirt, den Umsatz des Glykogens förderte.» Hier fällt also Licht auf den zweiten oben erwähnten Punkt; es zeigt sich eine Beziehung des Chemismus des überlebenden Muskels zur Arbeitsfunction.

¹⁾ Hermann's Handbuch, V, S. 382.

Auch Seegen¹⁾ brachte Muskelsubstanz mit Glykogenlösung zusammen und fügte Blut hinzu, welches er durch Hindurchleiten von Luft arteriell erhielt. Dabei fand eine theilweise Umwandlung von Glykogen in Zucker statt, und zwar in viel höherem Grade durch Muskel, als durch Blut allein. Wie schon oben betont, zeigt sich auch in meinen Analysen die geringe Einwirkung des Blutgehalts auf den Glykogenschwund.

Auch die erwähnte Methode habe ich nun zur Vergleichung von Herzmuskel und Körpermuskel angewandt.

Gleiche Gewichtsportionen von beiden wurden gehackt und mit gleichen Mengen einprocentiger Glykogenlösung bei 40° digerirt. Nach $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde klärten sich die Flüssigkeiten, und in der That verschwand die Jodreaction des Glykogens unter der Wirkung des Herzmuskels eher als beim Körpermuskel. Täuschung durch Jodbindung habe ich durch besondere Vorsichtsmassregeln möglichst auszuschliessen gesucht; auch habe ich durch die Reductionsprobe nachgewiesen, dass das Auftreten von Zucker unter der Wirkung des Herzfleisches schneller stattfindet. Die Methode wurde ausgedehnt auf die Organe von Katze, Hund und Rind mit dem angeführten positiven Ergebniss; Versuche mit Herz- und Körpermuskel vom Kaninchen führten zu keinem Resultat.

Dass Eiweisslösungen in ausgedehnterem Masse die Fähigkeit zukommt, Glykogen in Zucker zu verwandeln, ist mehrfach festgestellt. Der Unterschied in der Wirkung von Herz- und Körpermuskel auf zugesetztes Glykogen, welcher sich in meinen Versuchen zeigte, kann indessen nur durch eine den Organen eigenthümliche Action erklärt werden. Es lag nahe, zu untersuchen, ob diese sich an Bestandtheile der Muskeln knüpft, welche durch Wasser extrahirbar sind, oder ob an die darin unlöslichen Bestandtheile der Muskelfasern.

Zu diesem Zwecke habe ich die Muskelsubstanz mit Wasser von 40° mehrmals extrahirt und möglichst stark ausgepresst. Die glykogenumwandelnde Wirkung war am Extracte aufs Deutlichste vorhanden, während der trockene

¹⁾ Centralbl. f. d. med. Wissensch., 1887. S. 356, 386.

Muskelrückstand sie fast ganz verloren hatte. Herzmuskel-extracte von gleicher Concentration wirkten rascher als Körpermuskel-extracte. Siedehitze hob die Wirksamkeit der Extracte fast ganz auf. Endlich wurde, um der Natur des enzymartigen Körpers noch näher zu kommen, das Extract mit Alkohol gefällt und schleunig mittelst der Luftpumpe filtrirt. Der Rückstand, in Wasser aufgeschwemmt, zeigte auch noch eine saccharificirende Wirkung, doch viel schwächer, so dass ich auf diesen letzten Versuch nicht zu viel Nachdruck legen möchte, obschon er zweimal mit dem gleichen Ergebniss angestellt wurde. Es ist jedenfalls wahrscheinlich, dass ein wasserlöslicher, eiweissartiger Körper im Muskel vorhanden ist, welcher Glykogen in Zucker verwandelt, und dass dieser im Herzmuskel in grösserer Menge oder stärker wirkend vorhanden ist, als in den andern Muskeln.

Es ist neuerdings von S. Fränkel¹⁾ die Vermuthung ausgesprochen worden, dass das Glykogen in den Zellen des lebenden Organismus nicht frei, sondern an Eiweiss gebunden vorhanden sei. Diese Annahme entspricht den neueren Theorien über die chemischen Processe im Thierkörper. L. Hermann hat zuerst²⁾ auf Grund der Thatsache, dass ein Muskel, welcher keinen auspumpbaren Sauerstoff mehr besitzt, noch arbeiten kann, betont, dass der chemische Process, welcher dabei stattfindet, keine gewöhnliche Oxydation sein könne, vielmehr eine Spaltung sein müsse. Die von ihm so bezeichnete, hypothetische «inogene Substanz» muss verbrennbaren Kohlenstoff, aber auch Sauerstoff enthalten, und enthält vielleicht auch einen eiweissartigen Atomcomplex.

Dieser Gedanke ist weiterhin vielfach ausgeführt worden, so von Pflüger³⁾ und Ehrlich⁴⁾, welcher letztere ein Schema des leistungsfähigen und regenerirbaren Protoplasmamolecüls aufgestellt hat: dasselbe besteht aus dem «Leistungskern», den «oxydirbaren Seitenketten» und dem «intramoleculären

1) Pflüger's Arch., Bd. LII, S. 125.

2) Untersuchungen über den Stoffwechsel der Muskel, Berl. 1867.

3) Pflüger's Arch., Bd. X, S. 251.

4) Das Sauerstoffbedürfniss des Organismus, Berlin 1888.

Sauerstoff». Die Verbrennung, welche Energie freiwerden lässt, ist eine Abspaltung der oxydirten Seitenketten, welcher die «Regeneration» durch Aufnahme neuer oxydirbarer, sowie von Sauerstoff in das Molecül nachfolgt.

Auf einem ähnlichen Vorgange abwechselnder intramolecularer Oxydation beruhen wahrscheinlich, wie Hoppe-Seyler schon sehr lange angegeben hat, viele Wirkungen, welche durch Enzyme hervorgebracht werden. Da man die Wirkungen der (protoplasmatischen, «organisirten» Fermente) mit Hoppe-Seyler ebenso erklärt, so redet man jetzt wohl kurzweg von der «Fermenttheorie».

Dass der Körper, welcher die Umwandlung des Glykogens in Zucker (und vielleicht dessen weitere Oxydation) bewirkt, eiweissartiger Natur ist, wurde oben als wahrscheinlich bezeichnet. Ob eine Verbindung des Glykogens mit demselben erst hierbei eintritt, oder das Glykogen schon durch eine solche entsteht und dieselbe im lebenden Organismus dauernd statt hat und nur durch unsere Darstellungsmethoden gelöst wird, ist wohl nicht leicht zu entscheiden.

Ich fasse schliesslich die thatsächlichen Ergebnisse meiner Versuche zusammen:

1. Der Glykogengehalt des Herzmuskels vermindert sich nach dem Tode unter den gleichen Bedingungen rascher, bez. in höherem Maasse, als derjenige des Körpermuskels.
2. Der Herzmuskel, bez. sein wässeriges Extract, verwandelt zugesetztes Glykogen unter den gleichen Bedingungen schneller in Zucker, als der Körpermuskel, bez. dessen Extract.
3. Der Glykogengehalt des lebendfrischen Herzmuskels dürfte demjenigen des Adductormuskels ungefähr gleichkommen.

Nimmt man an, dass der lebende, thätige Herzmuskel ein gleiches Verhalten zeigt, wie der «überlebende», und sucht man nach einer Beziehung zu der Eingangs erwähnten functionellen Eigenschaft dieses Organs, so könnte man die gefundene Thatsache so erklären, dass mit der beständigen rhythmischen Thätigkeit ein besonders rascher Glykogenverbrauch, und

vielleicht mit der diastolischen Erholung eine entsprechende Neuaufnahme verbunden ist.

Der Inosit ist in rein chemischer Hinsicht von Maquenne sehr genau studirt worden: ziemlich gleichzeitig hat R. Fick zahlreiche Pflanzen auf sein Vorkommen geprüft und das Verhalten des Inosits gegenüber verdünnten Säuren und Enzymen untersucht, ohne dass sich irgend welche Einwirkung gezeigt hätte. Diese, schon seit seiner Entdeckung bekannte Unveränderlichkeit lässt Versuche über den Inosit in der Art, wie die beschriebenen über das Glykogen als aussichtslos erscheinen. Dazu kommt, dass sich die Darstellungsmethode von Boedeker für quantitative Bestimmungen nicht wohl eignet, vor allem aber der geringe Gehalt im Muskel. Derselbe ist nur im Herzfleisch etwas beträchtlicher, während die Angaben der Autoren über das Vorkommen des Inosits im Körpermuskel verschieden lauten. Ich habe aus 0,5 kg. Pferdeherz wägbare Mengen erhalten, während das Körpermuskelfleisch Spuren ergab, an denen eben noch eine deutliche positive Scherer'sche Reaction sich anstellen liess.

Beim Digeriren von Inositolösung mit Muskelsubstanz trat nicht die geringste Veränderung ein, ebensowenig wie bei einer Wiederholung der Versuche von R. Fick: längeres Sieden mit verdünnter Schwefelsäure, sowie Versetzen mit Speichel oder Diastase. Die physiologische Bedeutung des Inosits bleibt nach wie vor ein Räthsel.

Was die Säurebildung im Muskel — abgesehen von der gasförmigen Kohlensäure — anbelangt, so gilt als grundlegend die Beobachtung von du Bois-Reymond, dass der frische Froschmuskel neutral, der tetanisirte, wie der todtenstarre sauer — auf Lakmus — reagirt. Neuerdings gibt Heffter¹⁾ an, dass im Milchsäuregehalt kein Unterschied zwischen ruhendem und arbeitendem Muskel bestehe. Ueber den Herzmuskel existiren Angaben, dass er auch in ganz frischem Zustand sauer reagire. Jedenfalls bedarf auch dies Gebiet, insbesondere der Vergleich der Säurebildung in Herz- und Körpermuskel einer weiteren Bearbeitung.

¹⁾ Arch. f. exper. Pathol. und Pharmakol., 1893. S. 225.