© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nung und Beschaffenheit der Stirn-, Bauch- und Randwimpern ist erst vom Verf. genau untersucht worden.

Die in Rede stehende Form kann wegen der Afterwimpern nicht in der Gattung *Uroleptus*, wie Stein dieselbe charakterisirt, belassen werden; sie muss vielmehr in der von Sterki aufgestellten Gattung *Amphisia* ihren Platz finden. Dieser Gattung dürfen folgende bekannte Arten zugezählt werden: *Oxytricha gibba* Stein, *Oxytricha nuptacina* Stein, *Oxytricha micans* Englm., *Oxytricha Kessleri* Wrzesniowki, *Oxytricha multisete* Sterki, *Uroleptus piscis* Ehrenb., Stein. — In der von Wrzesniowski aufgestellten Gattung *Holosticha* bleibt somit nur *Oxitricha pernix* Wrzesn., die sich durch den Mangel der Stirnwimpern auszeichnet.

Die mitgeteilten Beobachtungen sind in dem Laboratorium des Referenten ausgeführt worden.

August Wrzesniowski (Warschau).

Der Chemismus der Muskelsubstanz [1]).

Ueberall setzt sich der Stoffwechsel aus zwei Faktoren zusammen, dem Verbrauch und dem Ersatz. Am leichtesten zu verfolgen ist der Verbrauch, weil es Mittel gibt, den Ersatz vollkommen auszuschließen. Handelt es sich um Organe höherer tierischer Organismen, so besteht das einfachste Mittel darin, denselben die Blutzufuhr abzuschneiden, wobei es bis zu einem gewissen Grade gleichgiltig ist, ob das Organ im Organismus verbleibt, oder ob es aus demselben entfernt wird. Muskeln, in dieser Weise aus dem Kreislauf gebracht, verfallen mehr oder weniger rasch in einen eigentümlichen Zustand, Starre, welcher die seit undenklichen Zeiten bekannte Leichenstarre bedingt. Die Starre ist keineswegs nur den Muskeln oder überhaupt dem kontraktilen Gewebe eigen; auch die verschiedensten andern Gewebe, tierische wie pflanzliche, verändern sich unter denselben Bedingungen in ähnlicher, übrigens bis jetzt wenig untersuchter Weise. Der Eintritt der Starre wird beschleunigt durch Erhöhung der Temperatur bis zu einem bestimmten jeder Tierart eigenen Grade (Temperaturoptimum), ferner durch Kontraktionen des Muskels sowie durch starke Spannung desselben, kurz gesagt durch alle Eingriffe, welche den Stoffverbrauch erhöhen. So verfällt u. a. auch derjenige Muskel, welcher mittels seines Nerven mit den

1) Die nachstehende zusammenfassende Uebersicht schließt sich an die Bd. II S. 313 über den chemischen Bau der Muskelsubstanz gegebene an. Das längst Feststehende ist nur kurz behandelt, eingehender die neuern Fortschritte, sowie die lange streitig gewesenen oder jetzt noch streitigen Punkte.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(natürlich intakten) nervösen Zentralorganen noch in Verbindung steht und auf diese Weise sich in einem Tonus (chemischer Tonus) befindet, rascher in Starre, als der von den nervösen Zentralorganen abgetrennte Muskel. So offenbar aus dem Mitgeteilten sich bereits die nahe Beziehung der Vorgänge bei der Erstarrung zu dem als Verbrauch bezeichneten Teil des Stoffwechsels ergibt, so darf doch nicht ohne weiteres aus jenen der Verbrauch abgeleitet werden, da die Versuchsmethode nur scheinbar eine ganz vollkommene ist. Es haften derselben vielmehr bemerkenswerte Fehler an, deren Größe übrigens oft auch überschätzt worden ist. Der eine Fehler besteht darin, dass durch die Anhäufung der gar nicht oder wenigstens nicht genügend fortgeschafften Zersetzungsprodukte der Muskelbestandteile die Zersetzungen der Menge und der Art nach verändert werden können, ähnlich wie bei vielen oder vielleicht allen Gährungsprozessen Stoffe erzeugt werden, die den Gährungsprozess selbst zu hemmen vermögen. Ein zweiter Fehler der Methode liegt in der mit der Entfernung des Muskels aus dem Körper zunehmenden Gefahr des Hinzukommens von fremden Kräften in Gestalt niederer Organismen. Die Tätigkeit der Bakterien zu hindern, ohne auch zugleich die in dem Muskel wirkenden, später noch genauer zu untersuchenden Kräfte zu schädigen, sind aber die Wege noch nicht gefunden. Mit großer Vorsicht muss also die Beurteilung der auftretenden Erscheinungen vor sich gehen, häufig wird nur eine indirekte Entscheidung möglich sein.

Es lassen sich die Haupterscheinungen bei der Erstarrung etwa folgendermaßen zusammenfassen:

Unter Abnahme der Erregbarkeit bis zum Verschwinden derselben verliert der Muskel an Durchsichtigkeit, wird fester, dabei weniger vollkommen elastisch; die unter den nötigen Vorsichtsmaßregeln durch Pressen gewonnene Flüssigkeit ist frei von Myosin, ist also kein Muskelplasma mehr, sondern Muskelserum; das Glykogen nimmt an Menge ab, an seiner Stelle tritt eine dem frischen Muskel fehlende, in die Gruppe des Traubenzuckers gehörende Zuckerart auf (Fleischzucker), so dass schließlich von dem Inosit abgesehen nur dieses einzige Kohlehydrat mehr vorhanden ist, jedoch nicht in der ganzen aus dem Glykogen zu berechnenden Menge. Es findet also ein Verbrauch von Kohlehydraten statt, der bis zu 80 % der ursprünglichen Menge betragen kann, und bei einem bestimmten Tier alle Muskeln (die im Glykogengehalt nicht unbeträchtlich von einander abweichen) in demselben Verhältniss trifft. Ferner geht die neutrale Reaktion des Muskels in saure über. Bei diesem Punkt ist einen Augenblick länger zu verweilen. Bis vor kurzem hat man mit du Bois-Reymond angenommen, die saure Reaktion sei neben saurem Alkaliphosphat durch eine freie, nicht flüchtige Säure bedingt. Diese letztere sollte eine dem frischen Muskel nicht zukommende

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Säure sein und zwar außer wechselnden, aber immer nur sehr geringen Mengen der optisch inaktiven Aethylidenmilchsäure (der gewöhnlichen Gärungsmilchsäure) sowie der Aethylenmilchsäure die als Para- oder Fleischmilchsäure bezeichnete optisch aktive Aethylidenmilchsäure. Nun geht aber aus den Arbeiten von Astaschewsky[1]) und Böhm[2]) wie aus einer bis dahin allein stehenden ältern Untersuchung von Borszow[3]) hervor, dass milchsaure Salze stets auch im frischen Muskel vorkommen, ja sogar gelegentlich freie Milchsäure, ohne dass, was freilich nicht recht verständlich ist, der Muskel sauer reagire. Bei der Erstarrung nimmt nun nach Böhm die Gesamtmilchsäure zu. Astaschewsky, der sich über die Veränderung der Milchsäuremenge nicht äußerte, lässt die saure Reaktion nicht durch Milchsäure, sondern einzig durch saure Phosphate bedingt sein und begründet seine Behauptung damit, dass durch Alkohol die saure Substanz sich nicht ausziehen lasse, wol aber durch Wasser.

Die Teilerscheinungen der Starre, wie man die angeführten Vorgänge, zu welchen noch eine fortwährende durch die Zersetzung von Kohlehydraten genügend erklärte Kohlensäurebildung kommt, wol zu nennen pflegt, sind bis zu einem gewissen Grade unabhängig von einander. Insbesondere kann der Muskel sauer werden, ohne dass das Glykogen an Menge abnimmt; das letztere darf daher nicht als die Muttersubstanz der Milchsäure angesehen werden. Böhm, dem wir das Auffinden dieser wichtigen Tatsache verdanken, ist nun am meisten geneigt von dem Eiweiß die Milchsäure abzuleiten, wie dies auch schon von Demant[4]) geschehen ist. Eine Stütze findet diese Ansicht vielleicht in dem Auftreten von Fleischmilchsäure im Harn bei der akuten Phosphorvergiftung, mit welcher eine mächtige Eiweißzersetzung verknüpft ist. Wie weit ein Zusammenhang besteht zwischen der Myosingerinnung im Muskel, wie das Festwerden des Myosins kurz heißen mag, und der Säuerung, lässt sich nicht mit Bestimmtheit sagen. Catherine Schipiloff[5]) äußerte sich vor kurzem dahin, dass das Myosin in Folge der Säureentwicklung zur temporären Ausscheidung komme; von anderer Seite (Brücke, Kühne) ist der Vorgang als ein Gerinnungsprozess ähnlich der Fibringerinnung aufgefasst worden und zwar aufgrund des bei dem chemischen Bau der Muskelsubstanz erwähnten Verhaltens des ausgepressten Muskelsaftes, der so rasch gerinnt, dass eine Säuerung noch nicht nachweisbar ist. Zweifellos ist übrigens, dass die Säureentwicklung die Ausscheidung des Myosins begünstigen kann. Ob das Myosin-

1) Zeitschr. f. physiol. Chem. IV. S. 397. 1880.
2) Arch. f. d. ges. Physiol. XXIII. S. 44. 1880.
3) Würzburger naturwiss. Zeitschr. II. S. 65. 1862.
4) Zeitschr. f. physiol. Chemie III. 5. 382. 1879.
5) Med. Centralbl. 1882. S. 291.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gerinnsel des totenstarren Muskels sich zu dem Myosin des frischen Muskels ebenso verhält, wie das in vieler Beziehung dem Myosin ähnliche Fibrin zur fibrinogenen Substanz, muss ebenfalls dahingestellt bleiben. Eine eingehendere Besprechung dieser Verhältnisse findet sich S. 79 meiner Schrift: Zur Anatomie und Physiologie d. quergestr. Muskelsubstanz. Leipzig 1882. Bemerkenswert wird die Tatsache erscheinen, dass die optischen Eigenschaften vor und nach der Gerinnung die gleichen sind. Gegen eine eingreifende chemische Veränderung spricht dieser Umstand übrigens nicht, da auch die Koagulation des Myosins durch Siedehitze die optischen Eigenschaften nicht ändert.

Chemisch oder physikalisch wird sich niemals feststellen lassen, ob ein Muskel wirklich starr und tot oder nur scheintot ist; insbesondere darf die Reaktion in dieser Beziehung nicht als entscheidend erachtet werden. Es kann aber weiter auch nicht die Erregbarkeit als Maßstab benutzt werden, sondern einzig und allein die Möglichkeit oder Unmöglichkeit, die Kontraktilität bei Anwendung der geeigneten Mittel, unter denen das Blut des betreffenden Tiers in erster Linie steht, wiederherzustellen, gibt das Kriterium über scheintot oder tot ab.

Hiermit verlassen wir die offenbar ebenso interessanten als wichtigen Erscheinungen bei dem erstern und sehen uns nach dem um, was auf andern Wegen über den Stoffverbrauch des Muskels und zwar zuerst des ruhenden ermittelt worden ist. Da ist denn zuerst die Erzeugung von Kohlensäure durch das Muskelgewebe anzuführen. Bei der Abgabe von Kohlensäure seitens ausgeschnittener Muskeln, die unabhängig vom Blutgehalt, sowie auch in sauerstofffreien, übrigens indifferenten Gasgemengen vor sich geht, könnte man an Störung durch beginnende Starre oder durch Bakterienwirkung denken. Unzweideutiger ist schon der Kohlensäuregehalt des aus dem Muskel ausströmenden Bluts oder der künstlich durch die Gefäße des Muskels getriebenen Lymphe. Ebenso hat sich endlich die Bildung von Kohlensäure im Muskel ergeben bei Untersuchung des gesamten Gasaustausches des Körpers. Wie man dazu gekommen ist, die von dem Körper ausgegebene Kohlensäure ganz oder teilweise auf den Muskel zu beziehen, bedarf einer kurzen Erörterung. Der Begriff „ruhender Muskel“ ist vom chemischen Standpunkt ein relativer, insofern bei vollkommener mechanischer Muskelruhe der Stoffwechsel im Muskel verschieden stark sein kann. Der oben bereits erwähnte chemische Tonus, ein Reflextonus, in welchem sich der ruhende Muskel bei intaktem Körper befindet, lässt sich auf verschiedene Weise vermindern, so z. B. durch mechanische oder toxische Trennung des Muskels von den nervösen Zentralorganen, und andererseits verstärken, ohne dass es zu Bewegungen kommt, so durch Erhöhung der Reize auf der Peripherie, z. B. Abkühlung der Haut.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

In ersterm Falle sinkt die Kohlensäureproduktion unter, in letzterm Falle steigt sie über die bei der gewöhnlichen Ruhe beobachteten.

Versuche an Tieren mit ruhender und sodann durch Kurare im chemischen Tonus herabgesetzter Muskulatur haben bei genauster Verfolgung der Stickstoffausscheidung ergeben, dass Eiweißkörper oder überhaupt stickstoffhaltige Bestandteile des Muskels im Ruhezustand desselben nicht in merkbarer Weise zersetzt werden; die Kohlensäure muss demnach von Fetten oder Kohlehydraten stammen. Von einer Zersetzung von Fett im ruhenden Muskel ist nichts bekannt, wol aber weist die Abnahme des Glykogens bei unverändertem Tonus (Ruhe im gewöhnlichen Sinne), jedoch gleichzeitigem Ausschluss des Ersatzes durch Unterbrechung der Zirkulation sowie andererseits die Zunahme von Glykogen bei Verringerung des chemischen Tonus auf Verbrauch von Glykogen in der Ruhe hin.

Wiederholt ist bereits behauptet worden (Heynsius, Funke), dass auch im ruhenden Muskel sich fortwährend Säure bilde, deutlich nachgewiesen ist dieselbe aber erst neuerdings durch Langendorff[1]): bei unter Wasser erstickten Fröschen fanden sich die mit dem Zentralorgan in Verbindung stehenden Muskeln deutlich sauer, nicht die von den Zentralorganen abgetrennten. Jene waren dabei noch erregbar, die normale Reaktion kehrte bei Wiederherstellung der Atmung rasch zurück. Näheres ist über die Säuerung nicht mitgeteilt.

Im tätigen Muskel steigt die Kohlensäurebildung entsprechend dem Grade der Tätigkeit, übrigens wie in der Ruhe unabhängig von gleichzeitiger Sauerstoffaufnahme. Unter normalen Verhältnissen stammt die Kohlensäure auch hier nicht von Zersetzung der Eiweißstoffe. Nur in zwei Fällen kann Zersetzung der stickstoffhaltigen Verbindungen eintreten und sich in vermehrter Stickstoffausfuhr des Organismus zu erkennen geben. Auf den einen Fall, der auch bei dem vollkommensten Ernährungszustand möglich ist, hat H. Oppenheim[2]) besonders aufmerksam gemacht: sobald die Muskelarbeit zu Dyspnoe führt, wird die Stickstoffausscheidung gesteigert, wie überhaupt bei Dyspnoe mehr Eiweiß zerfällt. Der Ort des Zerfalls ist hiermit freilich nicht bestimmt, doch spricht nichts dagegen, als solchen das Muskelgewebe selbst anzunehmen. Die Erkenntniss dieses Verhaltens gibt uns die Erklärung für die Widersprüche mancher teils älterer, teils bis in die neuste Zeit reichender Angaben über die Wirkung der Muskelarbeit auf die Eiweißzersetzung. Nicht minder wichtig ist der zweite Fall: es wird stickstoffhaltiges Material zersetzt und ist in diesem Fall auch die Quelle aller im Muskel frei werdenden lebendigen Kraft, wenn die stickstofffreien Substanzen in der Nahrung und im Körper in zu geringer Menge vorhanden sind.

---

1) Medizin. Centralbl. 1882. S. 899.

2) Arch. f. d. ges. Physiol. XXII. S. 40. 1880.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nach alledem stammt also in der Norm auch bei der Tätigkeit die Kohlensäure aus stickstofffreien Muskelbestandteilen, und zwar ist es erwiesen, dass das Glykogen an Menge abnimmt, zum Teil wie bei der Starre in Zucker übergeht. Zersetzung von Fett in den Muskeln bei deren Tätigkeit ist aus allgemeinen Stoffwechselversuchen gefolgert worden, an direkten Untersuchungen des Muskels selbst fehlt es vollständig.

Die Muskeln werden ferner bei ihrer Tätigkeit sauer. Auch hier ist die bisherige Erklärung, es handle sich um Auftreten von freier Milchsäure, nicht mehr giltig. Zunächst hat Warren[1]) vom Alkohol wieder befreite alkoholische Auszüge von ausgeschnittenen ruhenden sowie tetanisirten Muskeln mit Schwefelsäure angesäuert, mit Aether ausgeschüttelt und die in den Aetherauszug übergegangenen nicht flüchtigen Säuren (wahrscheinlich nur Milchsäure) durch Titration bestimmt und dabei eine Abnahme derselben durch den Tetanus konstatirt. Astaschewsky (a. a. O.) hat unabhängig von der eben besprochenen Untersuchung durch Ermittlung der Milchsäure selbst, der freien wie der gebundenen, ebenfalls eine Abnahme derselben infolge der Tätigkeit der Muskeln festgestellt, freilich bei erhaltener Zirkulation. Die Beobachtungen dürfen aber dennoch mit herangezogen werden, da Warren bei erhaltener Zirkulation dieselben Veränderungen wie in ausgeschnittenen Muskeln gefunden hat. Woher nun aber die saure Reaktion? Astaschewsky behauptet sogar auch, die sauern Alkaliphosphate seien vermindert! Aufschluss scheinen Versuche von Weyl und Zeitler[2]) zu geben: im Gegensatz zu Astaschewsky zeigte sich deutlich eine Vermehrung der anorganischen Phosphate im tetanisirten Muskel, von den organischen Phosphaten, wenn dieser Ausdruck für die Phosphorsäureäther gebraucht werden darf, war das Lecithin vermindert. Auf die bei der Zersetzung von Lecithin frei werdende Phosphorsäure wäre somit die Bildung von sauren Alkaliphosphaten und die saure Reaktion des tetanisirten Muskels zurückzuführen. Wahrscheinlich sind aber noch andere Phosphate dabei beteiligt, vielleicht das Nuclein, denn die Vermehrung der Phosphorsäure in den anorganischen Phosphaten ist bedeutender, als die Abnahme der in dem Lecithin enthaltenen. Diese interessante Entdeckung von Weyl und Zeitler gibt wol auch eine Erklärung für die wiederholt (Hammond, Speck, G. v. Engelmann) bemerkte Vermehrung der durch den Harn ausgeschiedenen Phosphorsäure. Freilich ist nicht in allen diesen Fällen auch die in den Fäces enthaltene Phosphorsäure bestimmt worden; es kann aber bekanntlich nur bei Berücksichtigung aller Ausscheidungen der Stoffwechsel der Phosphorsäure ermittelt werden.

---

1) Arch. f. d. ges. Physiol. XXIV. 391. 1881.
2) Zeitschr. f. physiol. Chem. VI. S. 557. 1882.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fügen wir zu dem Vorstehenden noch hinzu, dass durch die Tätigkeit des Muskels der wässrige Auszug desselben an Menge ab-, der alkoholische an Menge zunimmt, sowie dass reduzirende Substanzen entstehen, so ist damit das tatsächliche Material, die Zersetzungen bei der Kontraktion angehend, so gut wie erschöpft. Es mag noch einmal darauf hingewiesen werden, welche Schwierigkeiten bei dem Studium dieser Vorgänge — das gilt ebenso für den ruhenden Muskel — sich geltend machen. Bleibt die Zirkulation erhalten, so werden die neugebildeten Substanzen leicht weggeschwemmt und so dem Nachweis entzogen werden können; ist die Zirkulation aufgehoben, oder sind die Muskeln aus dem Körper entfernt, so tritt als eine ihrer Größe nach unberechenbare Komplikation die sofort beginnende Erstarrung ein.

Uebergehend zu der Aufgabe, den Verbrauch bei dem Stoffwechsel des Muskels kurz zusammenzufassen, tragen wir zuerst noch nach, dass bei der Erstarrung wie bei den verschiedensten Tätigkeitszuständen des Muskels Wärme entwickelt wird. Sicher gestatten die mitgeteilten Tatsachen den Schluss, dass der Verbrauch bei der Ruhe von dem bei der Tätigkeit nur quantitativ, nicht qualitativ verschieden ist. Tätigkeit und Erstarrung hat man in bezug auf die chemischen Prozesse, nicht auf die durch das Auge zu erkennenden gröbern oder feinern Veränderungen schon seit längerer Zeit mit einander verglichen und die Aehnlichkeiten hervorgesucht. Die Ungleichheiten finden zum Teil unschwer ihre Erklärung in den wiederholt betonten unumgänglichen Verschiedenheiten der Versuchsanordnungen, sowie in dem bei dem tätigen Muskel oft nicht auszuschließenden gleichzeitigen Ersatz. Unerklärlich bleibt aber die Differenz betreffs der Säurebildung: bei der Starre wird die Milchsäure vermehrt (Böhm), bei der Tätigkeit vermindert (Warren, Astaschewsky)! Hier sind weitere Untersuchungen durchaus erforderlich.

Unter Freiwerden von Wärme wird Kohlensäure entwickelt, Glykogen umgewandelt und teilweise ganz zersetzt (ohne dass bekannt ist, was außer Kohlensäure hierbei entsteht) — das sind bis jetzt, normale Verhältnisse der Ernährung u. s. w. vorausgesetzt, die konstanten und somit wol als wesentlich zu bezeichnenden Vorgänge bei dem „Verbrauch“ genannten Teile des Stoffwechsels der Muskelsubstanz. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass sich mit der Zeit noch anderes anreihen wird, u. a. vielleicht die Lecithinzersetzung.

Die oben angeführten Tatsachen, dass diese Stoffumwandlungen unabhängig von Sauerstoff vor sich gehen, beweisen, dass es sich nicht um Oxydationsvorgänge im gewöhnlichen Sinne dieses Wortes handelt. Es hat sich vielmehr mit der Zeit die Anschauung Bahn gebrochen, dass die in Frage stehenden Vorgänge in die Kategorie der Spaltungsprozesse, ähnlich den Gährungs- oder Fermentprozessen, gehören. Ihre Begründung findet die Anschauung hauptsächlich darin,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dass man die Umsetzungen mit ähnlichen Mitteln hindern und andererseits fördern kann wie Fermentprozesse. Indem ich nur ganz kurz hier noch erwähne, dass ich verschiedenen Einwendungen gegenüber ungeformte Fermente für wesentlich beteiligt halte bei allen mit Freiwerden von lebendiger Kraft einhergehenden Umsetzungen im Körper und so auch im Muskel, und dass ich eine von solcher Fermentwirkung prinzipiell zu trennende Protoplasmawirkung nicht zugeben kann, erlaube ich mir bezüglich des Nähern nochmals auf meine oben angeführte Schrift S. 96 ff. zu verweisen. Das Aufsuchen und Isoliren der Fermente — man kennt bis jetzt nur ein diastatisches und ein peptisches, welches letztere vielleicht ganz ohne Bedeutung ist — ist dringendes Bedürfniss.

Wir können den Verbrauch von Stoffen im Muskel nicht verlassen, ohne wenigstens andeutungsweise der interessanten, noch nicht genug gewürdigten Beziehungen des Muskelstoffwechsels zum Diabetes zu gedenken. Es ist hier von der Tatsache auszugehen, dass Zucker im Muskel zerstört werden kann. Die Fähigkeit Zucker zu zerstören beschränkt sich aber, wie eine Reihe besonders von Zimmer[1]) hervorgehobener Tatsachen schließen lässt, nicht auf den im Muskel selbst gebildeten Zucker, sondern betrifft auch den im Blut den Muskeln zugeführten. Ja es scheint sogar, als seien die Muskeln überhaupt diejenigen Organe, welche den in das Blut auf irgend eine Weise gebrachten Zucker zerstören. Ist die in Rede stehende Fähigkeit verringert, so wird unter Umständen Zucker im Harn auftreten können. Häufig lässt sich die Fähigkeit wieder erhöhen und zwar durch dieselben Mittel, durch welche der Stoffwechsel der Muskeln überhaupt verstärkt wird. So kennt man Fälle von Diabetes, in welchen die Zuckerausscheidung durch Muskeltätigkeit vermindert und sogar aufgehoben wird. Umgekehrt hat man oft in der Nacht, offenbar wol der größern Muskelruhe wegen, die Zuckerausscheidung zunehmen zu sehen Gelegenheit. Vielleicht erklärt sich auch der Kurarediabetes auf ähnliche Weise. Das Auftreten von Glykosurie bei Strychnintetanus lässt übrigens vermuten, dass allzuheftige Anregung des Stoffwechsels, wie sie bei stark erschöpfenden Kontraktionen vorkommt, die Zuckerzersetzung schädigen kann.

An das eben Mitgeteilte knüpft sich aber auch noch eine allgemeinere Betrachtung der Frage, ob der durch das Blut dem Muskel zugeführte und in demselben zerstörte Zucker den Kohlehydraten des Muskels selbst in physiologischer Beziehung gleichwertig ist, insbesondere in gleicher Weise wie die letztern Kraftquelle für die mechanische Arbeit sein kann. Gewichtige Gründe gegen die Annahme

---

1) Die Muskeln eine Quelle, Muskelarbeit ein Heilmittel bei Diabetes. Karlsbad 1880. — Ein Beitrag zur Lehre vom Diabetes mellitus. Karlsbad 1883.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

einer solchen Gleichwertigkeit scheinen mir nicht vorzuliegen, um so weniger als das Glykogen, wie bei dem chemischen Bau der Muskelsubstanz auseinandergesetzt worden ist, nicht dem eigentlich kontraktilen Teil des Muskels (der fibrillären Substanz), sondern dem protoplasmatischen Teil angehört.

Dieselben Erörterungen würden auch notwendig sein bezüglich des Fettes, wenn Zerstörung von Fett im Muskel eine normale Erscheinung sein sollte.

So viel Zeit notwendig gewesen ist, um, wenn auch nur in Umrissen, ein Bild unserer augenblicklichen Kenntnisse von dem ersten Teil des Stoffwechsels der Muskelsubstanz zu entwerfen, so wenig ist leider erforderlich für die Besprechung des zweiten Teils, des Ersatzes. Auf zweierlei Art kann Ersatz überhaupt vor sich gehen: entweder werden dem Organ oder Gewebe direkt die Substanzen zugebracht, welche in ihm verbraucht sind, oder sie werden ihm nur indirekt geliefert, erhalten die geeignete Form erst an Ort und Stelle. Natürlich haben diese beiden Möglichkeiten für jede einzelne Substanz Geltung. Der Prozess, durch welchen den Stoffen eine geeignete besondere Form gegeben wird, kann auch wieder verschiedener Natur sein, insofern dabei entweder eine Zunahme der chemischen Spannkraft (anenergischer Prozess Bernstein's) [1]) oder eine Abnahme derselben (katenergischer Prozess) stattfindet. Prozesse ersterer Art sind jedenfalls im Muskel möglich. Das beweisen u. a. die Versuche von Kochs [2]) über die Bildung von Aetherschwefelsäuren. Zu ihrem Zustandekommen ist bei den höhern Organismen Anwesenheit von Blut, und zwar von sauerstoffhaltigem Blut erforderlich. Unter die anenergischen Prozesse ist, wenn wir die Aufgabe einen Augenblick etwas weiter fassen und nicht bloß von dem Ersatz bei dem Stoffwechsel, sondern von dem chemischen Aufbau der Muskelsubstanz überhaupt handeln wollen, jedenfalls die Bildung des Haemoglobins zu rechnen, vielleicht auch die des Myosins. Halten wir uns aber nur an das Glykogen, als den einzigen sicher verbrauchten Stoff, so ist mit Bestimmtheit zu sagen, hauptsächlich aufgrund der Külz'schen [3]) Beobachtungen an entleberten Fröschen, dass dasselbe im Muskel selbst gebildet wird, und mit großer Wahrscheinlichkeit, dass es durch einen katenergischen Prozess aus Eiweißkörpern entsteht, nicht, wie man eine Zeit lang glaubte, durch einen anenergischen Prozess aus Traubenzucker. Hier mag auch noch die Bemerkung Platz finden, dass wir von der Größe des Stoffwechsels des Glykogens unter normalen Verhältnissen uns einstweilen keine Vorstellung bilden können. Keinesfalls darf man sich zu dem Fehler verleiten

1) Ueber die Kräfte der lebendigen Materie. Halis 1880. Rektoratsprogramm.

2) Arch. f. d. ges. Physiol. XXIII. 5. 161. 1879.

3) ebenda XXIV. S. 64. 1880.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lassen, in dem momentanen Glykogengehalt einen Maßstab für dieselbe zu sehen. Die am wenigsten tätigen Muskeln haben stets den höchsten Glykogengehalt. Hypothesen über Regenerirung des vielleicht bei der Kontraktion vorübergehend gerinnenden Myosins u. dgl. m. sollen begreiflicher Weise dem Leser erspart bleiben. Dagegen gehört in diesen Abschnitt des Muskelchemismus noch die Aufführung der von Kronecker und seinen Schülern (Stirling, Mc Guire, Martius, von Ott) angestellten Untersuchungen. Dieselben beschäftigen sich nur mit einem bestimmten Muskel, nämlich der (vermutlich nervenlosen) Herzspitze des Frosches. Wenn dieselbe durch längeres Durchleiten von verschiedenen indifferenten Flüssigkeiten, so u. a. von 0,6prozentiger Kochsalzlösung, leistungsunfähig gemacht worden ist, so kann ihr durch eine, aber eben auch nur eine einzige Substanz, nämlich Serumalbumin, die frühere Energie wiedergegeben werden. Man möchte vielleicht geneigt sein hieraus nur zu folgern, dass die kontraktile Substanz nur dann normal zu funktioniren vermag, wenn sie von serumalbuminhaltiger Flüssigkeit umspült ist, ohne dass die letztere wie der gesamte protoplasmatische Teil des Muskelgewebes direkt an den Vorgängen beteiligt ist; Kronecker selbst spricht sich aber mit Entschiedenheit dahin aus, dass das Serumalbumin Nährmaterial sei.

Dass sich in dem Vorstehenden kein Wort darüber findet, wie es zugehe, dass unter gewissen Umständen die frei werdenden lebendigen Kräfte, bei unbestreitbarer Abstammung aus der gleichen Quelle, nicht blos die Form von Wärme, sondern auch die von mechanischer Arbeit annehmen, wird nur denjenigen wundern, der der tierischen Physiologie ferner steht. Man kennt eben den Zusammenhang des Stoffverbrauchs mit der von dem Muskel geleisteten mechanischen Arbeit gar nicht. Wol sind Hypothesen hierüber, mehr oder weniger in der Luft schwebend, gemacht worden, meistens aber ganz ohne Berücksichtigung der (mikroskopisch) sichtbaren, übrigens selbst schwer zu deutenden Veränderungen des Muskels bei seiner Kontraktion. Die Kritisirung dieser Hypothesen würde an dieser Stelle zu weit führen. **O. Nasse** (Rostock).

Alexander Poehl, Ueber das Vorkommen und die Bildung des Peptons ausserhalb des Verdauungsapparats und über die Rückverwandlung des Peptons in Eiweiss.

Abhandlung zur Erlangung des Grades eines Doctors der Chemie zu Dorpat. Petersburg 1882. 108 S.

Die Untersuchungen des Verf. (vorläufig mitgeteilt im Bericht der deutschen chemischen Gesellschaft 1881, S. 1355) schließen sich

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1883-1884

Band/Volume: 3

Autor(en)/Author(s): Nasse Otto

Artikel/Article: Der Chemismus der Muskelsubstanz 243-252