

Ganz dieselbe Notiz über Holbein finde ich eben in Waagen's neuem Werke: Handbuch der deutschen und niederländischen Malerschulen, Stuttgart 1862. Abtheil. I. S. 260. Doch ist daselbst nicht erwähnt, dass die beiden Seitenflügel, welche die h. Barbara und Elisabeth darstellen, zu dem von ihm hochgestellten Bilde des h. Sebastian als zu Einem Altare gehören, und ausserdem wird als Jahreszahl des Ursprunges dieser Bilder 1515, statt 1516 angegeben. Waagen glaubt, dass diese beiden Altarflügel die letzten Bilder seien, welche Holbein in Augsburg vor seiner Uebersiedlung nach Basel gemalt hat.

v. Hessling.

6.

Gegen die Herren Vogt und Voit.

Von Moritz Traube, Dr. phil. in Ratibor.

In einer Abhandlung*), die mir erst jetzt zu Gesicht kommt, ist Herr Vogt in Genf darzuthun bemüht, dass aus den jüngsten Arbeiten des Herrn Voit in München über den „Einfluss der Muskelbewegungen auf den Stoffwechsel“ die entgegengesetzten Schlüsse zu ziehen seien, dass Muskelthätigkeit nicht ohne Einfluss auf die Harnstoffabsonderung sei, sondern dieselbe entsprechend vermehre.

Mit dieser Beweisführung des Herrn Vogt wäre meiner Theorie des Chemismus der Muskelthätigkeit**) eine wesentliche Stütze entzogen. Meine Theorie verlangt zwar nicht (s. dieses Archiv S. 405, 8—14), dass ausschliesslich stickstofffreie Substanzen zur Unterhaltung der Muskelthätigkeit verwendet werden, sie verlangt aber, dass die Harnstoffabsonderung nicht proportional mit der Muskelthätigkeit steige.

Es lässt sich indess die gänzliche Unhaltbarkeit der Vogt'schen Beweisgründe leicht nachweisen und sie hätte ihm selbst unmöglich entgehen können, wenn er, der so haarspaltend scharf in der Beurtheilung der Arbeiten Anderer verfährt, schärfere Kritik auch gegen sich geübt hätte.

Dass während der Arbeit eine kleine Vermehrung der Harnstoffabsonderung eintritt, ist eine Thatsache, die Herrn Voit selbst natürlich nicht entgehen konnte. Er setzte sie aber nicht auf Rechnung der geleisteten Arbeit, sondern der grösseren Menge Wasser, die der Hund während der Arbeitstage soff und ausschied.

*) Carl Vogt: Untersuchungen über die Absonderung des Harnstoffes und deren Verhältniss zum Stoffwechsel. Separatabdruck aus dem VII. Bande der von Moleschott herausgegebenen Untersuchungen zur Naturlehre der Menschen und Thiere.

**) s. dieses Archiv. Bd. XXI. S. 398—404.

Ist es ja durch Voit und andere Physiologen anderweitig erwiesen, dass vermehrter Wassergenuss allemal eine solche Folge nach sich zieht.

Herr Vogt aber giebt eine andere Auslegung. Nach ihm (S. 59) rührt die anscheinende Geringfügigkeit der Harnstoffvermehrung durch Arbeit zunächst davon her, dass der gebildete Harnstoff überhaupt nicht sofort innerhalb 24 Stunden, sondern (wie eingenommenes Kochsalz nach den Versuchen von Voit) vielleicht erst innerhalb 8 Tagen aus dem Organismus vollständig entfernt werde. Wenn also z. B. in der zweiten Hungerreihe am ersten Arbeitstage, die Harnstoffabsonderung nur um 1,45 Gr. gegen die vorhergehenden Ruhetage erhöht erscheint, so drückt diese kleine Ziffer nicht die gesammte, durch Arbeit erzeugte Harnstoffmenge aus, da diese zu ihrer gänzlichen Ausscheidung mehrere Tage bedürfen soll.

Man müsste dann nach Vogt folgerecht erwarten, am zweiten und dritten darauf folgenden Arbeitstage die Harnstoffausscheidung in beträchtlicher Progression gesteigert zu sehen, da zu der jedesmaligen durch Arbeit erzeugten Harnstoffmenge sich noch die Reste dieses Körpers aus den vorherigen Arbeitstagen hinzufügen müssten*). Dies aber ist nicht der Fall, weder in der zweiten Reihe, noch in der dritten und vierten, wo jedesmal drei Arbeitstage hintereinander folgten.

In der zweiten Reihe (wo der Hund hungerte) betrugen die Harnstoffmengen während der 3 aufeinanderfolgenden Arbeitstage 12,201 Gr.

12,155 Gr. 12,633 Gr., in der dritten und vierten Reihe (wo der Hund gefüttert wurde) in den 3 aufeinanderfolgenden Arbeitstagen resp.

113,016 Gr. 119,942 Gr. 118,517 Gr.

und 111,389 - 115,215 - 115,760 -

Ueberhaupt wird Harnstoff auch bei sehr bedeutenden Mengen sehr bald vollständig durch die Nieren entfernt. In den vielen längeren Versuchsreihen von Bischoff und Voit über gleichmässig fortgesetzte Fütterung mit grossen Fleischmengen erhob sich die Harnstoffausscheidung bereits nach 24—48 Stunden auf eine gewisse weiterhin constant bleibende Höhe. Wäre es in der That anders, so müsste das Blut jedes reichlich gefütterten Fleischfressers zuletzt nichts als eine concentrirte Harnstoffauflösung sein.

Aber Herr Vogt ist auch noch der Ansicht, dass wenn die Harnstoffausscheidung durch Arbeit von 10,88 Gr. auf 12,33 Gr. steigt, diese Steigerung sehr bedeutend sei, denn sie betrage, wenn auch an und für sich nur 1,45 Gr. während 24 Stunden, doch relativ genommen, volle 13 Procent.

Hätte der Genfer Kritiker die Arbeit des Herrn Voit, statt „sie mit den Augen zu verschlingen“ lieber genau durchgelesen, namentlich die S. 191 gemachten Bemerkungen in Erwägung gezogen — er würde sich solche Bemerkungen sicherlich erspart haben.

Wenn ein Hund in der Ruhe schon 11 Gr. Harnstoff erzeugt, so hätte er an den Arbeitstagen wenigstens das 5fache davon, also nicht 13, sondern minde-

*) Bei täglichem Genuss grösserer Kochsalzmengen stellt sich eine solche Steigerung in der That ein; s. die Tabelle S. 41 bei Voit.

stens 500 Procent Harnstoff mehr erzeugen müssen. Während nämlich die tägliche Arbeit eines ruhenden Hundes (diese besteht der Hauptsache nach in seiner Herzaction) in runder Zahl auf 30000 Kilogrammometer zu schätzen ist, leistete der arbeitende Hund in den Voit'schen Versuchen in 24 Stunden eine Arbeit von mindestens 5fachem Werthe, nämlich von 150000 Kilogr. (die während der Arbeit bedeutend verstärkte Leistung der Herz- und Athemorgane und die Widerstände der Muskelaction gegenüber *) ausser Rechnung gelassen).

Aber abgesehen von jedem relativen Verhältniss, — sollten überhaupt 4,8 Gr. trockene Muskelsubstanz (soviel entsprechen dem während der Arbeitstage mehr ausgeschiedenem Harnstoff), sollte eine so unbedeutende Stoffmenge das Thier in den Stand setzen, eine Arbeit von mehr als 150000 Kilogr. zu verrichten?

Wenn wir von 4,8 Gr. trockenem Muskelfleisch 1,45 Gr. Harnstoff als unverbrennlich abziehen und den übrigbleibenden Sauerstoff in Form von Wasser eliminiren, so bleiben als verbrennliche Elemente nur 2,21 Gr. C. und 0,23 Gr. H. übrig. Die Verbrennungswärme des Wasserstoffs = 34462 W.E., die des Kohlenstoffs = 9600 W.E. gesetzt**), würde dieser Rest 26385 W.E. oder im besten Fall eine mechanische Kraft von 11345 Kilogr. entwickeln können, also kaum den 13. Theil der wirklich von dem Thiere geleisteten, nützlichen Arbeit.

Ja sogar diese Berechnung giebt noch ein viel zu hohes Resultat, denn das Fleisch kann im Muskel gar nicht bis zu Harnstoff verbrennen, da man diesen erst im Blut und nicht im Muskel selbst vorfindet. Alle stickstoffhaltigen Körper im Muskel aber, die man als Zersetzungsprodukte des Fleisches ansehen könnte, z. B. das Kreatin enthalten auf gleiche Mengen Stickstoff weit mehr Kohlen- und Wasserstoff, als der Harnstoff, und wenn das Muskelfleisch nur bis zur Bildung von Kreatin verbrennt, würde es selbstverständlich noch viel weniger Wärme oder mechanische Kraft entwickeln können, als wir oben für die Verbrennung bis zu Harnstoff gefunden haben.

Ein etwaiger fernerer Einwand, dass Eiweissstoffe wahrscheinlich eine viel höhere Verbrennungswärme besässen als alle anderen Nahrungsstoffe, ist an einem anderen Orte von mir widerlegt worden***).

Allen solchen völlig haltlosen Behauptungen gegenüber erscheint die Erklärung Voit's betreffs der geringen Harnstoffvermehrung bei der Arbeit ebenso einfach, als sachgemäss.

In der That, wenn Wassergenuss, wie vielfach erwiesen, für sich allein Vermehrung der Harnstoffabsonderung nach sich zieht, so musste dieser Fall auch hier eintreten, wo der Hund an den Arbeitstagen jedesmal mehr Wasser soff und ausschied, als an den Ruhetagen, und in Uebereinstimmung damit, sich auch der Harn der Arbeitszeit jedesmal specifisch leichter erwies, als der der Ruhezeit.

„Es wird nach starker Arbeit in 24 Stunden nicht mehr Eiweiss zum Zustandekommen der Arbeit zersetzt, wie in der Ruhe

*) s. dieses Archiv Bd. 21. S. 392.

**) S. meine Abhandlung „über die Verbrennungswärme der Nahrungsstoffe.“ Dieses Archiv Bd. 21. S. 414.

***) Ebendas. S. 421.

auch." — Diese Thatsache hatte Herr Voit das vollkommenste Recht als „unbestreitbar" festzuhalten.

Welche Folgerungen aber zog Herr Voit aus dieser unbestreitbaren, durch die sorgfältigsten Versuche festgestellten Thatsache? *) Während der Genfer Kritiker sie umzustossen suchte, weil sie den bisherigen Anschauungen vom Stoffwechsel widersprach, kam Herr Voit, der sie nicht leugnen konnte, zu Schlüssen, die aller Vernunft widersprachen.

Es war hier ein Fall eingetreten, wie er in der Geschichte der Wissenschaft nicht zu den Seltenheiten gehört. Neue Thatsachen, die den bisherigen Anschauungen durchaus zuwiderlaufen und einen Wendepunkt in der Geschichte des Gegenstandes bezeichnen, haben gewöhnlich zu den wunderbarsten Erklärungen Veranlassung gegeben. Als man zuerst wahrnahm, dass Metalle durch Verbrennung schwerer werden, während sie nach der alten Theorie durch Abgabe des in ihnen enthaltenen Phlogistons hätten leichter werden sollen, da dichtete man dem Phlogiston eine negative Schwere an.

Zu ähnlichen Verirrungen kam auch Herr Voit. Er übersah, dass er das Experimentum crucis gefunden hatte gegen die Wahrheit der bisher herrschenden Liebig'schen Lehre, „dass nur Muskelsubstanz selbst das Material für die Muskelbewegung abgebe."

Um dieses Experimentum crucis mit der Liebig'schen Lehre auszusöhnen, entzweite er sich mit den fundamentalsten Lehren der Physiologie und Physik. Das Eiweiss sollte unter allen Umständen das Material für die Muskelbewegung bleiben, „seine Zersetzung aber nicht zur Zeit der Bewegung geschehen, sondern schon früher vor sich gegangen sein und die daraus resultirende Kraft in Form von Electricität bis zum Moment der wirklich ausgeführten Arbeit im Organismus aufgespeichert bleiben" — so lautete die Erklärung mit einem Verstoß gegen bekannte Thatsachen in jedem Satze.

Konnte zunächst Herr Voit die anderweitig erwiesene Thatsache übersehen, dass der Stoffverbrauch nie der Bewegung vorangeht, sondern erst im Moment der Muskelcontraction stattfindet? War es nicht bereits durch Lavoisier erwiesen, dass schon mässige Arbeit sofort einen auffällig grösseren Verbrauch von Sauerstoff nach sich zieht, dass also in allen Fällen während der Arbeit ein lebhafter Verbrennungsprocess stattfindet? Lässt sich aus dem schönen Helmholtz'schen Versuch ein anderer Schluss ziehen, als dass auch der aus dem Verbanne des Organismus herausgelöste Muskel keine Arbeit ohne gleichzeitigen Stoffverbrauch leisten kann? Gibt es überhaupt irgend ein Moment, das sofort einen energischeren Stoffverbrauch, ein schleunigeres Eintreten des Hungergefühls nach sich zieht, als angestrengte Arbeit?

Und dann, wenn es Herrn Voit gelang, über alle diese auffälligen Thatsachen glücklich hinüberzustolpern, wie hat er es angefangen, mit der Electricität so gemüthlich sich abzufinden? Wenn die durch Zersetzung von Eiweiss entstehende

*) Ich komme hier auf die Kritik der Voit'schen Hypothese ausführlicher zurück, die ich in meiner früheren Abhandlung nur obenhin berührte.

Elektricität bis zum Moment der Bewegung im Organismus aufgespeichert bleiben soll, um dann erst in Bewegung umgewandelt zu werden, so müssten alle thierischen Organismen im Zustande der Ruhe Erscheinungen einer wahrhaft gefährlichen Spannung darbieten; denn Anhäufung ohne entsprechende Zunahme von Spannung ist undenkbar oder vielmehr: beide Begriffe sind in der Elektricitätslehre identisch. Elektricität, die sich nicht anhäuft, sondern in Strömungen, in Form von Galvanismus sich ausgleicht, hört eben auf, weiterhin Elektricität zu sein, sie ist in andere Bewegungserscheinungen übergegangen. Das mechanische Aequivalent der Spannungselektricität ist aber bekanntlich sehr gering. Ein starker Funke, der durch momentane Entladung die scheinbar gewaltigsten, weil in einem Moment zusammengedrängter Effecte hervorruft, ist von verschwindender Wirkung, sobald die Entladung eine sehr allmähliche ist.

Sollte also der ruhende Organismus Elektricität für den Fall der Arbeit vorrätig aufgespeichert enthalten, so müsste die Quantität derselben selbst für nicht erhebliche Arbeitsleistungen eine erschreckende sein. Jedes grössere Thier müsste nach Voit ein personificirtes Gewitter und in steter Gefahr sein, sich selbst todt zu schlagen.

So ist denn die Hypothese des Herrn Voit eine der unglücklichsten zu nennen, die jemals in die Welt gesetzt wurden, und ihr Urheber dürfte seinen einzigen Trost darin finden, dass es Niemandem besser ergehen kann, der Liebig's Hypothese über „die Beziehung der Eiweisskörper zur Muskelthätigkeit“ auch jetzt noch aufrecht erhalten wollte.

Aus den beiden Thatsachen heraus, die da lauten: „Bewegung bewirkt keine Harnstoffvermehrung“ und „Der Verbrauch des Materials geschieht immer erst zur Zeit der Bewegung“ — aus diesen Thatsachen heraus führt kein anderer Ausweg, als der einfache Schluss: „Die Eiweisskörper sind nicht das Material für die Bewegung, es sind dies allemal nur stickstofffreie Körper“ *).

*) In seinen Untersuchungen über die Wirkung des Kaffees fand Herr Voit, dass dieses Genussmittel keine Vermehrung der Harnabsonderung bewirke, und zieht daraus den Schluss, dass die Thätigkeit des Nervensystems überhaupt ohne wahrnehmbaren Stoffumsatz vor sich geht. Offenbar ist auch dieser Schluss fehlerhaft und es ist wahrscheinlich, dass auch Gehirn und Nerven zu ihrer Functionirung nur stickstofffreie Substanzen in ähnlicher Weise verbrauchen, wie die Muskeln.

Ich habe überhaupt in meiner Abhandlung darauf hingewiesen, dass die Eiweisssubstanzen als solche (ohne vorherige Zersetzung) nicht das Material für die vom thierischen Organismus geleisteten Arbeiten abgeben, sondern höchst wahrscheinlich in der Leber eine regelmässige Zersetzung erleiden, um dann erst respiratorischen Zwecken zu dienen. Als solche Zersetzungsprodukte der Eiweisskörper haben wir den Zucker der Leber, die Gallenbestandtheile und einen uns noch unbekannten Körper anzusprechen, der als letztes Oxydationsprodukt den Harnstoff des Harns liefert.

Derartige Spaltungen stickstoffhaltiger Körper durch Fermente hat uns die organische Chemie in schlagend ähnlicher Weise bereits kennen gelehrt. Das Amygdalin z. B. (ein Bestandtheil der bittern Mandeln) zerfällt durch Einwirkung eines Ferments, des Emulsins, ebenfalls in Zucker, einen sehr was-

Wie schön aber diese so unerwartete Thatsache mit der von mir gegebenen Theorie, als deren Experimentum crucis sie zu betrachten ist, so wie überhaupt mit allen übrigen am Muskel beobachteten chemisch physiologischen Thatsachen übereinstimmt, habe ich in meiner früheren Abhandlung näher ausgeführt.

Der chemische Prozess während der Contraction vollstreckt sich zwar an der Muskelfaser selbst, aber nicht, indem er sie zerstört, sondern nur, indem er ihr den losegebundenen Sauerstoff entzieht und zur Verbrennung anderer in der Muskel- flüssigkeit vorhandenen Körper verwendet *).

Würde in der That bei der Contraction die Muskelfaser selbst zerstört, so müsste ja mit ihr der motorische Apparat, es müssten gerade diejenigen Moleküle von vornherein vernichtet werden, durch deren wechselseitige Anziehung eine Bewegung erst zu Stande kommen soll.

Der wesentlichste Gewinn aus meiner Theorie aber ist wohl darin gegeben, dass sie die volle Bedeutung des Sauerstoffs für die Muskelthätigkeit darlegt. Die kleinste Muskelzuckung bewirkt einen Verbrauch von Sauerstoff und die Entziehung dieses Gases muss, wie sie die Flamme erstickt, so zuletzt auch jede Contraction der Bewegungsorgane unmöglich machen. Unterdrückung der Athmung muss in kürzester Zeit den Tod herbeiführen, insofern sie die Energie des Herzens und zuletzt aller übrigen Muskeln lähmt.

Wenn wir die Winterschläfer im Frühjahr abgemagert aus ihrem langen Schlaf erwachen sehen, so dürfen wir wohl behaupten, dass sie den Fettvorrath ihres Körpers nicht zur Wärmeproduction, sondern zur Erhaltung ihrer auch während des Schlafes nicht unterbrochenen Herzthätigkeit und Athmung verbraucht haben.

serstoffreichen Körper, das Bittermandelöl und in einen Körper, der allen Stickstoff des Amygdalins aufnimmt, in Blausäure.

Auch die schwefel- und stickstoffhaltige Myrensäure des Senfsamens liefert durch Einwirkung eines eigenthümlichen Ferments als Spaltungsprodukte Zucker und einen schwefel- und stickstoffhaltigen Körper — das Senföl.

- *) Welche Körper es sind, auf welche die Muskelfaser den aufgenommenen Sauerstoff überträgt, bleibt weiterer Forschung vorbehalten. Die Muskeln enthalten von stickstofffreien Körpern zunächst Fett, ausserdem aber auch viel Milchsäure, oder, da das Vorkommen dieser Säure in frischem Fleische nach du Bois' Untersuchungen bezweifelt werden muss, einen noch zu ermittelnden stickstofffreien Körper, aus dem durch Gährung Milchsäure entsteht. Vielleicht können auch andere stickstofffreie Körper, z. B. Alkohol, zur Unterhaltung der Muskelthätigkeit dienen. Hierfür spricht wenigstens die Thatsache, dass durch Arbeit erschöpfte Individuen sich nach Genuss alkoholischer Getränke sehr rasch erholen.
-