

Werk

Titel: Die Bedeutung der "Verdauungsarbeit" im Gesamtstoffwechsel des Menschen und der T...

Autor: Zuntz, N.

Ort: Braunschweig

Jahr: 1906

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0021 | LOG_0394

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

bindung und Verknüpfung mit einander hinzufügte. Dieses Farbenpaar würde das Grün-Gelb und Violett sein. Daß diese Theorie alsdann sechs Sehstoffe für die Farbenwahrnehmung verlangt, die Young-Helmholtzsche drei und die Heringsche nur zwei, wird man nicht als Einwand gegen sie erheben können, in Anbetracht des unerschöpflichen Reichtums der lebenden Natur an mannigfaltigen Formelementen und Molekularkomplexen der organischen Substanz, welche im Laufe der phylogenetischen Entwicklung entstanden sind.

Auch die Deutung der farbigen negativen Nachbilder und der farbigen Kontraste ist nach dieser Theorie unmittelbar gegeben. Es unterscheiden sich diese Deutungen in nichts wesentlich von denen, wie sie nach den bisherigen Theorien gegeben worden sind. Während anhaltender Einwirkung einer der angenommenen Grundfarben auf das Auge würden diese Erscheinungen einerseits auf Ermüdung der zugehörigen peripheren wie zentralen Elemente zurückzuführen sein, andererseits auf die Hemmung der Farbenzentra für die Gegenfarbe, was zur Folge hat, daß dieselben nach Aufhören dieser Hemmung vermöge der während der Hemmung stattgefundenen Assimilation (Ansammlung potentieller Energie) sowohl durch zugeleitete wie durch innere Reize in stärkere Erregung versetzt werden.

Besonders nützlich kann, wie ich glaube, die entworfenen Theorie für die Deutung der verschiedenen Formen der Farbenblindheit werden; denn es liegt die Möglichkeit vor, nach derselben periphere und zentrale Ursachen jener wohl zu unterscheiden. Die totale Farbenblindheit könnte, wie es einige Anhänger der Young-Helmholtzschen Theorie annehmen, eine periphere Ursache darin haben, daß die Zapfen funktionsunfähig geblieben oder geworden sind, und daß nur mit den Stäbchen gesehen wird; sie könnte nach unserer Theorie aber auch eine zentrale Ursache darin haben, daß die Differenzierung aus den Weiß empfindenden zentralen Elementen der Zapfen zu Farben empfindenden bei der Ontogenese ausgeblieben ist, oder daß letztere funktionsunfähig geworden sind. Auch die partiellen Farbenblindheiten lassen ähnliche Deutungen zu, worauf ich hier nicht näher eingehen möchte.

Im allgemeinen erkennt man, daß die gegebene Theorie die Grundzüge der Young-Helmholtzschen in der Erklärung der Funktion der peripheren Apparate beibehalten hat, daß sie dagegen die Grundzüge der Heringschen Theorie bei der Erklärung der Funktion der zentralen Apparate verwertet hat. Indem ich hiermit die schon seit vielen Jahren von mir entworfenen Theorie vorläufig der Öffentlichkeit übergebe und mir vorbehalten möchte, dieselbe ausführlicher darzustellen, spreche ich den Wunsch aus, daß dieselbe zur Versöhnung der noch bestehenden Gegensätze in diesem Gebiete der physiologischen Optik einiges beitragen möge, und daß sie in diesem Sinne von seiten der beiden bisher herrschenden Richtungen einer sachlichen Kritik gewürdigt werden möge.

Die Bedeutung der „Verdauungsarbeit“ im Gesamtstoffwechsel des Menschen und der Tiere.

Von N. Zuntz (Berlin).

Im Verein mit v. Mering gab ich im Jahre 1877 eine kurze Mitteilung über Versuche, welche der Klärung der Ursachen der Stoffwechselsteigerung nach Nahrungsaufnahme gewidmet waren. Im Jahre 1883 wurden dann ausführliche Versuchsreihen von uns und mehreren Schülern veröffentlicht. Wir kamen zu dem Schluß, daß die Mehrzahl der Nährstoffe nur dadurch den Stoffumsatz steigern, daß sie zu ihrer Resorption und Assimilation eine Reihe von Arbeitsleistungen fordern, welche wir unter dem Namen „Verdauungsarbeit“ zusammenfaßten. Nur für einige Nährstoffe, hauptsächlich für Eiweißderivate, fanden wir, daß ihre Zirkulation im Blute, auch ohne daß der Darmkanal zu ihrer Verdauung in Anspruch genommen wird, den Stoffumsatz steigere. Ohne genauere Kenntnis unserer Versuchsanordnung trat C. v. Voit in Hermanns Handbuch der Physiologie unseren Schlußfolgerungen entgegen, doch ist auf seine Einwendungen kein Gewicht zu legen, da sie auf falschen Vorstellungen von unserer damals noch nicht genau bekannt gegebenen Versuchsanordnung beruhen. Auch Rubner glaubte anfangs eine Wirkung der Verdauungsarbeit auf den Stoffwechsel leugnen zu können, falls die Nahrung keine überschüssige ist. Er fand bekanntlich, daß die Energieentwicklung im Tierkörper nicht steigt, wenn man einem hungernden Tier so viel Nahrung zuführt, wie zur Bestreitung des Bedarfs nötig ist. Er kam daher zu dem Schluß, daß Körpersubstanzen und zugeführte Nährstoffe einander im Verhältnis ihrer Verbrennungswärmen vertreten. Später hat dann Rubner die Ursache seiner von den unserigen abweichenden Ergebnisse in befriedigender Weise aufgeklärt. Er zeigte, daß bei gewöhnlichen Temperaturverhältnissen das Bedürfnis der Erhaltung der Körperwärme den Stoffwechsel über das bei ruhenden Tieren notwendige Minimum steigert, daß also eine chemische Wärmeregulation besteht. Nach Nahrungsaufnahme macht die durch diese bedingte Verdauungsarbeit (Rubner zieht den Namen Drüsenarbeit vor) die chemische Wärmeregulation ganz oder teilweise überflüssig. Sie tritt an deren Stelle mit dem Endergebnis, daß die 24stündige Wärmeproduktion des Körpers dieselbe bleibt wie im nüchternen Zustande. Als Rubner später die chemische Wärmeregulation dadurch ausschaltete, daß er die Versuche bei 30°C anstellte, trat die Wirkung der Verdauungsarbeit deutlich zutage und erwies sich von derselben Größenordnung, wie wir sie bestimmt hatten. Auch die von uns erkannte, von der Verdauungsarbeit unabhängige Wirkung gewisser Verdauungsprodukte des Eiweißes findet ihre Bestätigung durch Rubners Untersuchungen, der diese Wirkungen als „spezifisch dynamische“ der Nahrungsstoffe bezeichnet und sie aufs eingehendste studiert hat. Ohne auf die zahlreichen, unser Wissen auf diesem Gebiete ver-

tiefenden Untersuchungen der letzten 20 Jahre einzugehen, möchte ich nur noch auf die umfassende Arbeit von Magnus-Levy verweisen, welcher für den Menschen und den Hund die Größe und Dauer der Stoffwechselsteigerung unter dem Einfluß der verschiedenen Nährstoffe aufs genaueste verfolgt hat. Weitere Klärungen erfuhr unser Wissen durch das Studium der Vorgänge bei großen Pflanzenfressern, bei Pferden und Rindern. Im Verein mit Hagemann konnte ich aus der Gesamtheit des Begriffes „Verdauungsarbeit“ die Kauarbeit ausschälen und für sich bestimmen. Wir konnten ferner dartun, daß die mechanische Beschaffenheit des Futters von wesentlichem Einfluß auf die Größe der Verdauungsarbeit ist, daß diese speziell bei der Nahrung der Pflanzenfresser dem Gehalte dieser Nahrung an Cellulose (Rohfaser) annähernd proportional wächst. Diese Resultate sind inzwischen durch Armsby in Amerika und durch Kellner (Möckern) bestätigt und in vielfacher Beziehung erweitert worden.

Der Nachweis der Verdauungsarbeit wurde mir und meinen Mitarbeitern dadurch besonders erleichtert, daß wir uns zur Untersuchung der tierischen Verbrennungsprozesse an Methoden hielten, welche den Gaswechsel kurzer Zeitperioden mit aller Schärfe zu bestimmen gestatteten. So konnten wir vom Moment der Nahrungsaufnahme an die Veränderungen des Gaswechsels verfolgen und dadurch feststellen, nach welcher Kurve dieselben verliefen. Wären wir darauf angewiesen gewesen, nur 24 stündige, allenfalls 12-stündige Messungen auszuführen, so wären die Ausschläge der Verdauungsstunden durch Einbeziehen längerer Nüchternperioden verwischt worden oder wenigstens viel weniger deutlich zutage getreten. Ein zweiter für die Gewinnung präziser Anhaltspunkte über die Wärmeproduktion im Tierkörper wesentlicher Faktor bei unseren Versuchen war die gleichzeitige und gleich genaue Bestimmung der Sauerstoffaufnahme und Kohlensäureausscheidung, neben denen, wenn es nötig war, auch die Stickstoffausscheidung in Rechnung gestellt wurde. Überall da, wo die beiden stickstofffreien Nährstoffgruppen, Fett und Kohlenhydrat, neben einander in unbekanntem Mengenverhältnissen verbrennen, gibt uns der respiratorische Quotient, das Verhältnis der Kohlensäureausscheidung zur Sauerstoffaufnahme, über den Anteil beider Stoffe am Umsatz präzise Auskunft. Wo diese fehlt, d. h. in allen Versuchen, in welchen nur die Kohlensäureausscheidung genau bestimmt wird, ist man auf Vermutungen über den Anteil der beiden Stoffgruppen am Umsatz angewiesen. Aus dieser Unsicherheit aber resultieren gewaltige Fehler; denn 100 g Fett geben bei ihrer Verbrennung 281 g Kohlensäure. Die thermisch äquivalente Menge von 243 g Zucker liefert aber 357 g Kohlensäure, also 27,1 % mehr.

Angesichts des Gesagten erscheint es sehr sonderbar, wenn Ernst Heilner im neuesten Hefte der Zeitschrift für Biologie die Lehre von der Verdauungsarbeit kritisieren zu können glaubt auf Grund von Versuchen, in denen nur Stickstoff- und Kohlensäure-

ausscheidung nach Kohlenhydratfütterung bestimmt wurde, und in denen außerdem die letztere nur für den 24 stündigen Durchschnitt ermittelt wurde, so daß längere Zeiten der Darmruhe mit denen der Verdauung zusammengeworfen werden.

Heilners Versuchsordnung ist folgende: Er ließ Kaninchen zunächst 3—4 Tage lang hungern und gab ihnen dann eine zur Deckung des 24 stündigen Energiebedarfs annähernd ausreichende Menge Traubenzucker auf einmal mit Hilfe der Schlundsonde. Täglich wurde die 24 stündige Ausscheidung von Stickstoff und von Kohlensäure bestimmt. Erstere sank entsprechend allbekannten Erfahrungen über die Eiweiß sparende Wirkung der Kohlenhydrate am Tage der Zuckerezufuhr erheblich, und letztere stieg bedeutend an. Heilner berechnet nun die Energieentwicklung des Tieres unter der Annahme, daß beim hungernden Tier neben dem aus der Stickstoffausscheidung berechneten Eiweißumsatz nur Fett an derselben beteiligt gewesen sei, während an dem Tage der Zuckerverabreichung dieser zunächst seiner ganzen Menge nach verbrannt sei und Fett nur noch insoweit, als der Zucker und das ungesetzte Eiweiß nicht ausreichten, um die gesamte ausgeschiedene Kohlensäure zu liefern. Unter dieser Annahme kommt Heilner zu dem Schluß, daß an den Tagen der Zuckerverabreichung nicht mehr Energie entwickelt worden sei als vorher und nachher im nüchternen Zustande, daß also eine Verdauungsarbeit nach Verfütterung von Zucker nicht existiere.

Gegen diesen Schluß ist zunächst anzuführen, daß die Annahme, der verabreichte Traubenzucker sei am selben Tage quantitativ verbrannt, nicht nur unbewiesen, sondern auch tatsächlich unrichtig ist. Ich habe gefunden, daß 24 Stunden nach Verabreichung einer derartigen Kohlenhydratmenge der respiratorische Quotient noch nicht auf den der Verbrennung von Eiweiß und Fett allein entsprechenden Wert zurückgegangen ist. Es nimmt also am Nachtage einer solchen Fütterung noch Kohlenhydrat am Umsatz teil, folglich ist es nicht vollständig am Tage vorher verbrannt worden. Auch wenn ausreichend Kohlenhydrat einem Hungertiere vom Darne her zugeführt wird, beteiligt sich noch eine gewisse Menge Fett am Umsatz, während ein Teil des aufgenommenen Kohlenhydrats zunächst als Glykogen zur Ablagerung kommt.

Wir wissen aus den Versuchen von Külz und seinen Schülern, ferner aus den Versuchen von Frenzel, daß nach Verabreichung selbst geringer Kohlenhydratmengen an nüchterne Tiere sowohl in der Leber wie in den Muskeln Glykogen abgelagert wird. Wenn dies, wie sicher anzunehmen, auch in Heilners Versuchen der Fall war, entstammt am Zuckertage erheblich mehr der ausgeschiedenen Kohlensäure der Fettverbrennung, es hat also eine größere Wärmeentwicklung stattgefunden, als Heilner angenommen hat. Bei richtiger Deutung lassen also auch Heilners Versuche eine gewisse Steigerung des Energieumsatzes durch die Verdauungsarbeit erkennen. Ihrer vollen