

Sitzungsberichte

der

mathematisch - physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

1882. Heft I.



München.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1882.

~
In Commission bei G. Franz.

Herr C. v. Voit theilt die Hauptresultate einer von Herrn Dr. Ludwig Feder im physiologischen Institute ausgeführten Untersuchung mit:

„Ueber den zeitlichen Verlauf der Zersetzungen im Thierkörper“.

Nachdem die Grösse der Zersetzung des Eiweisses und der stickstofffreien Stoffe im Thierkörper während 24 Stunden unter verschiedenen Umständen festgestellt war, schien es von Bedeutung zu sein, einen näheren Einblick in den zeitlichen Verlauf dieser Prozesse zu gewinnen und den Gang des Umsatzes von Stunde zu Stunde durch Ermittlung der in den Exkreten enthaltenen Elemente zu verfolgen. Es war zu hoffen, dadurch die Erklärung jener Vorgänge sicherer zu stellen und weiter zu fördern.

Ich habe schon vor fast 25 Jahren diesen Weg betreten, indem ich bei einem Menschen nach reichlicher Aufnahme von Fleisch die stündliche Harnstoffausscheidung (nach Liebig) während eines Tages bestimmte. Später suchte Panum die Ausnützung verschiedener stickstoffhaltiger Nahrungsmittel im Darmkanal bei männlichen Hunden, deren Harnblase er stündlich katheterisirte, durch Titrirung des Harnstoffs zu ermitteln. Falk untersuchte an hungernden oder mit reinem Fleisch gefütterten Hunden von Stunde zu Stunde die Menge des im Harn enthaltenen Harnstoffs (nach Liebig), erhielt aber mit den Resultaten Anderer nicht ganz übereinstimmende Werthe; er wandte zuerst weibliche

Hunde an, welche er nach Spaltung der Scheide leicht katheterisiren konnte. Am Menschen hat endlich auch J. Forster einen Versuch über den Gang der vierstündigen Abscheidung von Harnstoff und Phosphorsäure ausgeführt.

Es ist für das Resultat zunächst maassgebend, in welcher Zeit die in den Darm gebrachten Nahrungsstoffe in die Säfte eintreten und von da zu den Geweben gelangen, in denen die Zersetzung stattfindet. Man erfährt selbstverständlich aus solchen Versuchen nichts Genaueres über die Grösse der Resorption im Darm, da das Resorbirte nicht immer sofort zersetzt wird; man vermag nur in gewissen Fällen zu schliessen, dass mindestens so viel Material, als in den Exkreten ausgeschieden worden ist, auch zur Resorption gelangt sein musste. Nach der Resorption kann ein Theil der resorbirten Stoffe alsbald und ohne weitere Veränderung durch die Niere wieder abgegeben werden, so z. B. gewisse anorganische Bestandtheile der Nahrungsmittel; die meisten organischen Stoffe werden dagegen bekanntlich nicht als solche entfernt, sondern erleiden vorerst einen mehr oder weniger eingreifenden Zerfall. Für die Ausscheidung der in letzteren enthaltenen Elemente kommt es darauf an, wie lange Zeit es währt, bis der Umsatz von den ursprünglichen complicirten Verbindungen zu den einfachen Ausscheidungsprodukten vorgeschritten ist: der Stickstoff muss wahrscheinlich allerlei Vorstufen des Harnstoffes durchlaufen, der Schwefel zum Theil durch die Thätigkeit der Leber in das Taurin der Galle eintreten, von da wieder in den Darm übergehen, abermals in die Säfte aufgenommen und dann dorten weiter verändert werden.

Herr Dr. L. Feder hat es unternommen, die hier vorliegenden Fragen zu beantworten. Er benützte wie Falck einen weiblichen Hund, der von 2 zu 2 Stunden katheterisirt wurde; derselbe sollte zunächst beim Hunger, nach Zufuhr verschiedener Mengen reinen Fleisches, dann unter

Zusatz von stickstofffreien Stoffen zum Fleisch, ferner nach Aufnahme von einigen Salzen, von Wasser etc. etc. auf die Ausscheidung des Stickstoffs, Schwefels und Phosphors im Harn, sowie des Kohlenstoffs im Athem untersucht werden.

Es sind solche Versuche äusserst mühselig und langwierig, da jeder derselben doch mindestens zwei Mal gemacht und jedes der genannten Elemente in jeder Periode des 24stündigen Versuchs womöglich doppelt bestimmt werden muss. Es ist aber staunenswerth, wie gleichmässig die Zersetzungen im Organismus bei gleichen Bedingungen verlaufen, so dass man den Eindruck einer regelmässig arbeitenden Maschine erhält.

Ich theile hier die Ergebnisse einiger solcher Versuchsreihen mit.

Beim hungernden Thier ist, wenn einmal die tägliche Stickstoffausscheidung gleichmässig geworden ist, auch die Quantität des Stickstoffs und der Phosphorsäure im Harn in den einzelnen Perioden des Tages bis auf geringe, wohl von der ungleichmässigen Sekretion in der Niere herrührenden Schwankungen, die gleiche. Das Verhältniss des Stickstoffs zur Phosphorsäure im Harn ist desshalb in den einzelnen Tagesperioden beim Hunger etwas wechselnd. Paul Bert hat angegeben, dass die stündliche Stickstoffausscheidung beim hungernden Menschen durchaus nicht constant sei, sondern zu gewissen Tageszeiten, ähnlich wie bei Aufnahme von Nahrung, Verschiedenheiten zeige. Bei dem schon längere Zeit hungernden Hunde kann wenigstens ein solches Verhalten und die Einwirkung ganz unbekannter Einflüsse auf die Zersetzung nicht nachgewiesen werden.

Nachdem somit dargethan war, dass die stündliche Ausscheidung ohne Zufuhr von Nahrung eine gleichmässige ist, durften die unter der Einwirkung gewisser Stoffe eintretenden Schwankungen auf diese zurückgeführt werden.

Reicht man dem Thiere reines Fleisch, so tritt alsbald eine gewaltige Aenderung der Stickstoffcurve auf; sie beginnt sofort stark anzusteigen, um in 5—6 Stunden ihr Maximum zu erreichen und dann wieder allmählich abzufallen.

Aus dieser so ungemein rasch sich entwickelnden Steigerung der Eiweisszersetzung nach Zufuhr von Eiweiss, wobei in 6 Stunden über 80% der Menge des letzteren zerstört sind, wird meine Anschauung über das Material, welches im Organismus dem Zerfall anheimfällt, sehr unterstützt und wahrscheinlich gemacht. Darnach ist es im Wesentlichen nicht das Organisirte, welches durch das Hineingelangen von neuem gelöstem Eiweiss in die Säfte auf völlig räthselhafte Weise verdrängt wird und dann in seine Componenten zerfällt, sondern es ist vielmehr das gelöste Eiweiss, das unter den in den Zellen gegebenen Bedingungen zerlegt wird, bis die Fähigkeit und Kraft der Zellen, chemische Verbindungen zu spalten, erschöpft ist.

Setzt man die Quantität des im Tag zersetzten Eiweisses zu 100 an und sieht zu, wieviel davon von Stunde zu Stunde zerstört wird, so ergibt sich, dass nach Einführung verschiedener Fleischmengen die so gewonnenen procentigen Curven innerhalb gewisser Grenzen die gleichen sind; nur bei Aufnahme sehr grosser Quantitäten von Fleisch treten Abweichungen ein, hervorgerufen dadurch, dass der Darm das übermässige Material nicht mehr in der nämlichen Zeit wie früher zu resorbiren vermag oder die Zellen das Resorbirte nicht mehr vollständig zersetzen können.

Man weiss aus den im Ludwig'schen Laboratorium ausgeführten Versuchen von Schmidt-Müllheim annähernd, wieviel Eiweiss aus Fleisch im Darmkanal des Hundes von Stunde zu Stunde zur Resorption gelangt. Der Vergleich der Resorptionscurven und der Zersetzungscurven lehrt, dass

bei Beginn des Versuchstages in den ersten Stunden nach der Fleischzufuhr ein beträchtlicher Theil des resorbirten Eiweisses nicht zersetzt wird, sondern zum Ansatz kommt; dieser Ansatz beträgt in den ersten 2 Stunden etwa 25% der verzehrten Eiweissmenge, von welcher in dieser Zeit 36% resorbirt und nur 9% zerstört werden. In der Mitte der Zeit, 3 bis 13 Stunden nach der Nahrungsaufnahme, halten sich Resorption und Zersetzung nahezu das Gleichgewicht; in den letzten Stunden des Versuchstages gehen beim Zustande des Stickstoffgleichgewichtes die anfangs aufgespeicherten Eiweissquantitäten wieder zu Verlust, so dass sich in diesem Falle der Organismus trotz der grossen stündlichen Schwankungen in der Zersetzung doch schliesslich auf seinem Eiweissbestande erhält.

Die Verfolgung der Schwefel- und Phosphorsäureausscheidung im Harn zeigt, dass für diese Stoffe das Maximum früher als für den Stickstoff, schon 4 Stunden nach der Einfuhr des Fleisches, eintritt; es wird namentlich die Phosphorsäure des letztern rasch aus dem Körper entfernt. Die Schwankungen sind hier in den einzelnen Versuchen etwas grösser als beim Stickstoff. Man muss dabei bedenken, dass die Phosphorsäure sofort nach der Lösung des Eiweisses des Fleisches aus den Säften ausgeschieden werden kann.

Das Verhältniss von Schwefel und von Phosphor zum Stickstoff ist an den verschiedenen Stunden des Tages ein ungemein wechselndes. Man hat gemeint, man wäre einfach aus der Ermittlung der Relation der Phosphorsäure zum Stickstoff in einer beliebigen Harnprobe im Stande, auf die Organe, welche dem Zerfall unterlegen sind, Rückschlüsse zu machen. Man dachte z. B. bei einem Vorwalten der Phosphorsäure an einen beschleunigten Untergang der Gehirnmasse, wegen ihres Gehaltes an dem phosphorsäurereichen Lecithin. Es ist aber klar, dass jenes Ver-

hältniss Schwankungen zeigen muss je nach dem Gehalt der Nahrung an Phosphorsäure und an Stickstoff, je nach der Betheiligung der so bedeutenden, an Phosphorsäure reichen Knochenmasse an dem Stoffwechsel, je nach dem Grad und der Zeit der Ausnützung der Phosphorsäure und des Eiweisses im Darm, und je nach der Zeit der Ausscheidung der Phosphorsäure und des Stickstoffes im Harn (siehe hierüber: Voit, in Hermann's Handbuch der Physiologie Bd. 6. Th. 1. S. 79—81). Die stündlichen Schwankungen des Verhältnisses jener Stoffe sind bei den Versuchen Feder's so gross, dass sie unmöglich aus einem ungleichen Verlust an Gehirnsubstanz, wenn man auch einen solchen, der durch nichts erwiesen ist, annehmen will, erklärt werden können; eine Abgabe von 30% der Gehirnsubstanz bei einem 20 Kilo schweren Hunde bringt im Tagesverhältniss noch keine Aenderung hervor.

Setzt man dem reinen Fleisch kleine Dosen von basisch phosphorsaurem Natron zu, so wird dies rasch im Harn wieder abgeschieden; in 2 Stunden sind schon 30% desselben, in 10 Stunden die ganze Menge aus dem Körper entfernt. Von dem dem Fleisch beigemischten Chlornatrium wird dagegen anfangs, zur Zeit der stärksten Magenverdauung, ein Theil, wie es scheint, zurückgehalten, also offenbar zur Magensaftabsonderung verwendet. Die beiden Salze üben auch einen Einfluss auf die Stickstoffausscheidung aus: sie bringen nämlich in der Vertheilung der stündlichen Stickstoffabgabe eine Aenderung hervor, so dass in den ersten Stunden mehr, in den letzten weniger Stickstoff zum Vorschein kommt; dieselbe Wirkung zeigt sich auch in der Ausscheidung der Phosphorsäure, nicht aber in der des Schwefels.

Fügt man dem Fleisch Fett zu, so ergiebt sich eine auffallende und wichtige Veränderung in der Curve der Stickstoffausscheidung, ebenso in der des Schwefels und der

Phosphorsäure. Es fällt hier nämlich der nach Fütterung mit reinem Fleisch steil aufsteigende Gipfel der Curve weg und die Ausscheidung jener Stoffe, namentlich des Stickstoffs und des Schwefels, vertheilt sich gleichmässiger auf die Tagesstunden.

Um die volle Wirkung des Fettes hervorzubringen, muss im Verhältniss zum Fett eine gewisse Quantität von Fleisch gegeben werden; die absolute Menge von Fett allein, oder die absolute Menge von Fleisch allein ist hiefür nicht bestimmend. Es war bei 3 Versuchen das Verhältniss von Fleisch und Fett Folgendes:

- 1) 400 Fleisch + 150 Speck (2,7 : 1)
- 2) 500 Fleisch + 150 Speck (3,3 : 1)
- 3) 500 Fleisch + 200 Speck (2,5 : 1)

Dabei war im ersten Falle die Fettwirkung am deutlichsten ausgesprochen; im dritten Falle, obwohl dabei absolut und relativ mehr Fett gereicht wurde, weniger; im zweiten Falle am geringsten.

Es rührt diese Aenderung in der Gestalt der Curven wohl kaum von einer länger ausgedehnten Resorptionszeit im Darm her, sondern vielmehr von einer protrahirten Zersetzung des Eiweisses bei Gegenwart des Fettes und einer Vertheilung desselben auf einen längeren Zeitraum.

Es ist diese Thatsache, wie man leicht erkennt, von nicht minder hoher Bedeutung für die Vorgänge der Ernährung wie die der Verminderung der Gesamtzersetzung durch das Fett, namentlich für den Arbeiter. Bei Zufuhr von reinem Fleisch ist die Fluth des Eiweissumsatzes in wenigen Stunden verlaufen und Ebbe eingetreten; der Zusatz von Fett zum Fleisch macht den Zerfall des Eiweisses für eine grössere Anzahl von Stunden während des Tages gleichmässig, so dass die daraus resultirende lebendige Kraft während längerer Zeit in gleicher Intensität zur Verfügung steht.

Es ist mit den vorstehenden Versuchen ein neues Gebiet der Erkenntniss der Stoffwechselvorgänge im Thierkörper aufgeschlossen, das noch reiche Ausbeute verspricht; die Schwierigkeiten der Methode sind völlig überwunden und die bis jetzt erhaltenen Resultate sind der Art, dass noch viele weitere Fragen sich stellen lassen, mit deren Lösung Herr Dr. Feder beschäftigt ist.
