Kalorimetrische Untersuchungen an Säugetieren.

Von J. Rosenthal¹⁾.

Fünfte Mitteilung.

In meiner ersten und zweiten Mitteilung²⁾ habe ich auseinandergesetzt, warum bei kurzdauernden kalorimetrischen Untersuchungen an Säugetieren keine Proportionalität zwischen der gemessenen Wärmeausgabe und den in den gleichen Zeiten erfolgenden chemischen Ausscheidungen (CO_2 , H_2O u. s. w.) beobachtet werden kann. Ich habe jedoch an einigen Beispielen gezeigt, dass trotzdem aus der Vergleichung der Wärmeausgabe und der gleichzeitigen CO_2 -Ausscheidung wertvolle Aufschlüsse über die Stoffwechselforgänge im Tierkörper gewonnen werden können, welche über das hinausgehen, was uns die Bestimmung der Ausscheidungen allein zu lehren im Stande ist.

Ich habe seitdem diese Untersuchungen wieder aufgenommen und namentlich das Verhalten der Wärmeausgabe und der CO_2 -Ausscheidung im Verlaufe der 24stündigen Fütterungsperiode genauer verfolgt. Ich habe mich dabei auf die Untersuchung des regelmäßig und ausreichend ernährten Hundes beschränkt, d. i. eines Tieres, welches seit vielen Wochen bei gleichmäßiger Fütterung, die gerade ausreicht, es auf seinem Körperzustand zu erhalten, sich mit dieser Nahrung in vollkommenes physiologisches Gleichgewicht gesetzt hat.

Eine solche Beschränkung ist um so notwendiger, als auch noch dabei Einflüsse aller Art Schwankungen der Wärmeausgabe wie der respiratorischen Ausscheidungen herbeiführen, welche ein deutliches Erkennen ihrer gegenseitigen Beziehungen sehr erschweren. Je längere Perioden man der Untersuchung unterwirft, desto mehr gleichen sich viele jener Schwankungen aus, desto leichter gelangt man zu festen Zahlenverhältnissen. Aber gerade die Schwankungen zu studieren schien mir von Wert, da es darauf ankam, zu sehen, ob sich auch in ihnen bestimmte Gesetzmäßigkeiten würden erkennen lassen.

Angesichts der missglückten Versuche von Dulong und von Despretz, den rechnerischen Nachweis zu führen, dass die Wärmeproduktion der Tiere auf den im Tierleibe vor sich gehenden Oxydationsprozessen beruhe, war es Aufgabe der physiologischen Gewissenhaftigkeit, die Ursachen jenes Misslingens nachzuweisen und die gelassene Lücke auszufüllen. Dazu waren langdauernde Versuche notwendig. Sie konnten aber, abgesehen von dem vorauszusehenden Ergebnis, dass auch bei den chemischen Prozessen im Tierleib das Gesetz der Erhaltung der Energie gelte, sonst weiter nichts lehren. Dagegen war es von vornherein nicht vorauszusehen, wie sich innerhalb kürzerer Perioden jene beiden Erscheinungen, die Wärmepro-

1) Aus den Sitzungsberichten der k. preuß. Akademie d. Wissenschaften zu Berlin. Vorgelegt am 31. März 1892.

2) Sitzungsbericht vom 13. Dezember 1888 und 28. März 1889.

duktion einerseits und die Ausscheidung der im Tierkörper entstandenen Oxydationsprodukte andererseits verhalten würden.

Da die Ausscheidung dieser Produkte durchaus nicht ihrer Entstehung im Körper parallel verläuft und auch die einzelnen Produkte sich in Bezug auf den zeitlichen Verlauf ihrer Entstehung und ihrer Ausscheidung durchaus verschieden verhalten, so muss man sich auf eine getrennte Untersuchung jedes einzelnen dieser Produkte beschränken, ehe man daran gehen kann, aus den Ergebnissen dieser Einzeluntersuchungen etwaige Schlüsse auf den Gesamtstoffwechsel und seine Beziehungen zur Wärmeproduktion zu ziehen. Eine eingehende Betrachtung lehrt aber, dass die Untersuchung nur hinsichtlich eines jener Produkte, der Kohlensäure, überhaupt einen Sinn hat. Die beiden anderen, neben der CO_2 wichtigsten Ausscheidungsprodukte, Wasser und Harnstoff, sind in ihrer Ausscheidung und Bildung von so vielen Bedingungen abhängig, dass gar keine Aussicht vorhanden ist, irgend eine Gesetzmäßigkeit zu finden. Anders bei der CO_2 . Wir dürfen, wie ich wiederholt hervorgehoben habe, durchaus nicht voraussetzen, dass alle in einem bestimmten Zeitraum produzierte CO_2 auch sofort zur Ausscheidung kommt. Zwar muss im Allgemeinen mit der Produktion auch die Ausscheidung steigen. Doch darf man nicht außer Acht lassen, dass die Spannung der CO_2 nicht einfach proportional ihrer Menge sein kann, da sie u. A. auch von der Alkaleszenz des Blutes abhängt, und dass außerdem die Geschwindigkeit der Blutströmung und die Zusammensetzung der Luft in den Alveolen der Lunge von Einfluss auf die Ausscheidung sein müssen.

Ich habe deshalb in einer längeren Versuchsreihe, welche im ganzen etwas mehr als zwei Monate dauerte, Bestimmungen der ausgeschiedenen CO_2 in zahlreichen kürzeren oder längeren Perioden gemacht und mit den gleichzeitigen Wärmeproduktionen verglichen. Die Dauer jeder einzelnen Bestimmung wechselte zwischen 30 Minuten und $3\frac{1}{2}$ Stunden. Alle Werte wurden auf eine Stunde umgerechnet, ebenso die gleichzeitigen Wärmeproduktionen auf Stundenkalorien. Die Division dieses letzteren Wertes (n) durch den ersteren (c) ergibt den sogenannten „Kohlensäurefaktor“ $\left(\frac{n}{c}\right)$ d. h. die auf je 1 g ausgeschiedener Kohlensäure kommende Wärmemenge¹⁾.

Gingen CO_2 -Ausscheidung und Wärmeabgabe stets parallel, so müsste der Wert $\frac{n}{c}$ eine Konstante sein. Das ist aber, wie ich schon

1) Außer der Kohlensäure wurde immer auch das von dem Ventilationsluftstrom fortgeführte H_2O bestimmt. Man bedarf dieser Bestimmung zur Korrektur der von dem Kalorimeter angegebenen Wärme. Aber ich muss ausdrücklich bemerken, dass diese Zahlen nicht die ganze von dem Tier abgegebene Wassermenge, sondern nur einen kleinen Teil derselben darstellen, den Teil nämlich, welcher nicht im Kalorimeter selbst kondensiert wird.

früher gezeigt habe, durchaus nicht der Fall. Die Schwankungen sind im allgemeinen um so größer, je kürzer die Versuchsdauer ist. Bei meinem gleichmäßig ernährten Hunde war bei halbstündiger Versuchsdauer der kleinste Wert von $\frac{n}{c} = 1.6$, der größte = 7.4; bei dreistündiger Dauer der Versuche war der kleinste Wert = 2.3 und der größte = 6.4.

Es fragt sich, ob trotzdem ein vollkommener Parallelismus von Wärme- und CO_2 -Produktion angenommen werden darf, und ob jene Unregelmäßigkeiten nur auf Schwankungen in der Wärme- und CO_2 -Ausgabe zurückzuführen sind. Dass Wärmeausgabe und Wärmeproduktion nicht ohne weiteres gleich gesetzt werden dürfen, habe ich in meinen früheren Mitteilungen bewiesen. Die Schwankungen, welche unter normalen Verhältnissen vorkommen, reichen aber bei weitem nicht hin, jene großen Unterschiede der Werte von $\frac{n}{c}$ zu erklären. Ein Unterschied von 25 Prozent zwischen Wärmeausgabe und Wärmeproduktion würde bei meinem Versuchshunde eine Veränderung der Eigenwärme um rund 1°C bewirkt haben. Solche Schwankungen der Eigentemperatur kommen aber unter den Versuchsbedingungen, bei denen ich gearbeitet habe, niemals vor. Wir werden also keinen merklichen Fehler begehen, wenn wir die kalorimetrisch gemessene Wärmeausgabe als gleichbedeutend mit der Wärmeproduktion ansehen und nur in denjenigen Fällen, wo eine wirkliche Aenderung der Körpertemperatur auftritt, dieselbe zur Berichtigung der Rechnung verwenden.

Anders ist es mit dem Verhältnis der CO_2 -Ausgabe zur CO_2 -Produktion. Dass erhebliche Schwankungen in dem CO_2 -Vorrat des Körpers stattfinden können, ist nicht nur möglich, sondern auch bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich. Wir dürfen also aus Veränderungen der CO_2 -Ausscheidung nicht ohne weiteres auf Veränderungen der CO_2 -Bildung schließen, sondern müssen in jedem einzelnen Falle untersuchen, ob die Schwankungen der CO_2 -Ausgabe auch ohne die Annahme von Aenderungen in der CO_2 -Bildung erklärt werden können.

Dagegen muss ich wiederholt mit Nachdruck hervorheben, dass die Bildung der CO_2 durchaus nicht proportional der Wärmeproduktion vor sich zu gehen braucht. Das würde nur dann der Fall sein, wenn stets das gleiche Material und stets in gleicher Weise verbrennen würde. Dass diese Voraussetzung auf den Tierkörper nicht zutrifft, habe ich schon früher bewiesen.

Hält man sich dies alles vor Augen, so kann man gerade aus der Untersuchung der Schwankungen des Wertes $\frac{n}{c}$ sehr wertvolle Aufschlüsse über die Vorgänge im Tierkörper erhalten, wie ich dies

schon in meiner zweiten Mitteilung an einem Beispiel gezeigt habe. Mittels derselben kann man Thatsachen erkennen, welche durch ausschließliche Untersuchung der Ausscheidungen allein unerkannt bleiben.

Man darf sich aber hierbei nicht auf die Untersuchung längerer Perioden beschränken. Je länger man dieselben nimmt, desto übereinstimmendere Werte erhält man; aber mit der Elimination aller zufälligen und störenden Einflüsse werden auch die gesetzmäßigen Schwankungen eliminiert, und man kann zu keiner tieferen Einsicht in die Vorgänge gelangen. Verlaufen die chemischen Prozess innerhalb des Tierkörpers nicht mit jener einfachen Gleichförmigkeit, welche Lavoisier, Dulong, Despretz und viele Andere stillschweigend vorausgesetzt haben, so wird man zu einem näheren Verständnis jener Vorgänge und der von ihnen abhängigen Wärmeproduktion nur gelangen können, indem man sie Schritt für Schritt, Stunde für Stunde verfolgt und die nicht zu vermeidenden Unregelmäßigkeiten der einzelnen Versuchsergebnisse auf statistischem Wege zu eliminieren versucht, d. h. durch Vergleichung von Mittelwerten aus sehr vielen Versuchen. Dieser Weg ist sehr mühsam und zeitraubend, er ist aber der allein gangbare. Indem ich ihn seit mehreren Jahren verfolge, soweit es meine Zeit und meine Mittel gestatten, bin ich schrittweise vorwärts gelangt und bin so in der Lage, von Zeit zu Zeit einen kleinen weiteren Beitrag zur Lösung der zahlreichen noch vorliegenden Aufgaben zu liefern.

Wenn man einen Hund regelmäßig alle 24 Stunden einmal füttert, so zeigt seine Wärmeproduktion einen ziemlich regelmäßigen Verlauf. Sie steigt nach der Nahrungsaufnahme ziemlich stark auf, erreicht in der Regel zwischen der 5. und 7. Stunde ein Maximum, sinkt dann wieder und erreicht etwa zwischen der 21. und 23. Stunde ein Minimum¹⁾. Dass auch die CO₂-Ausscheidung eine von der Nahrungsaufnahme abhängige periodische Funktion darstellt, ist aus zahlreichen Beobachtungen vieler Physiologen bekannt. Es schien mir deshalb wichtig festzustellen, wie sich diese beiden Funktionen zu einander verhalten.

Ich benutzte zu dieser Untersuchung eine längere Versuchsreihe an dem schon erwähnten, in vollständigem Ernährungsgleichgewicht befindlichen kleinen Hunde. An 48 Versuchstagen waren an demselben im Ganzen 142 CO₂-Bestimmungen von kürzerer oder längerer Dauer ($\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ Stunden) gemacht worden, die sich auf alle Teile der 24stündigen Ernährungsperiode verteilten. Die Werte der CO₂-Ausgabe wurden auf eine Stunde berechnet und mit den gleichzeitigen Wärmeproduktionen zusammengestellt. Aus allen in dieselbe Fütterungsstunde entfallenden Werten wurden die Mittelwerte berechnet.

1) Vergl. Kalorimetrische Untersuchungen. Von J. Rosenthal. Archiv f. Physiologie, 1889, S. 1 fg.

Man erhielt so eine Tabelle für den Gang der Wärmeproduktion und der CO_2 -Ausscheidung für die 24stündige Ernährungsperiode. Die Werte dieser Tabelle waren, wenn ich so sagen darf, „Idealwerte“, d. h. sie waren schon von den zufälligen Schwankungen der einzelnen Versuche gereinigt.

Die Werte dieser Tabelle wurden zur Erleichterung der Uebersicht in ein rechtwinkliges Koordinatensystem graphisch eingetragen, in welchem die Abscissen die Stunden nach der Fütterung, die Ordinaten der einen Kurve (n) die berechneten Werte der Wärmeproduktion, die der anderen (c) die Werte der Kohlensäure-Ausscheidung für jede Stunde darstellten. Außerdem wurde eine dritte Kurve hinzugefügt, derer Ordinaten den Werten $\frac{n}{c}$ entsprachen.

Die Kurve n zeigt, übereinstimmend mit meinen früheren Angaben, ein sehr steiles Ansteigen in den ersten Stunden nach der Fütterung. Das Maximum wird in der 7. Stunde erreicht und hält sich nahezu unverändert bis zur 11. Stunde¹⁾. Dann fällt die Kurve zwischen der 11. und 13. Stunde sehr steil ab, ungefähr auf den Wert, welchen sie in der ersten Stunde gehabt hatte und schwankt bis zum Schluss der Periode innerhalb enger Grenzen auf und nieder.

Die Kurve c zeigt unmittelbar mit Beginn der Futtereinnahme ein starkes Steigen und bleibt auf diesem hohen Wert bis zur 5. Stunde; sie sinkt dann allmählich bis zur 9. Stunde, zeigt zwischen der 9. und 11. Stunde ein zweites Ansteigen, sinkt zwischen der 11. und 13. Stunde ziemlich steil ab, um dann bis zum Schluss der Periode wieder mit geringen Schwankungen nahezu parallel der Abscissenaxe zu verlaufen und in den drei letzten Stunden wieder ein wenig anzusteigen.

Die Kurve $\frac{n}{c}$, welche das Verhältnis der CO_2 -Ausscheidung zur Wärmeproduktion darstellt, müsste, wenn beide Vorgänge vollkommen parallel zu einander verliefen, eine der Abscissenaxe parallel verlaufende gerade Linie sein. Da aber jene Voraussetzung, und ganz besonders für die erste Zeit nach der Nahrungsaufnahme, nicht zutrifft, so zeigt diese Kurve folgenden Verlauf: Sie steigt in den ersten Stunden nach der Fütterung langsam und stetig, vom Schluss der 2. Stunde fast geradlinig an, erreicht in der 10. Stunde ein Maximum,

1) Dieses lang anhaltende Maximum ist, zum Teil wenigstens, dadurch bedingt, dass der benutzte Hund, welcher im Uebrigen wegen seines ruhigen Verhaltens für diese Versuche sich sehr gut eignete, nur langsam fraß und nicht, wie es meine früher benutzten Hunde gethan hatten, das vorgesetzte Futter innerhalb weniger Minuten auf einmal hinunterschlang. Die Verdauungsperiode wurde von der Zeit, in welcher er den größten Teil des Futters verzehrt hatte, gerechnet. Da er aber auch in der darauf folgenden Zeit langsam zu fressen fortfuhr, musste sich der zeitliche Ablauf aller von der Verdauung abhängigen Erscheinungen natürlich etwas verzögern.

sinkt dann wieder bis zur 13. Stunde und verläuft von da an mit kleinen Schwankungen nahezu parallel der Abscissenaxe mit einer geringen Steigung in den letzten 4 Stunden.

Die Maßstäbe für die Ordinaten dieser drei Kurven sind vollkommen willkürlich. In meinen Zeichnungen waren dieselben so gewählt, dass für die Kurve n je 1 cm einer Stunden-Kalorie entsprach, für die Kurve c aber 1 cm 1 g CO_2 in der Stunde bedeutete. Für die Kurve $\frac{n}{c}$ ergaben sich Werte von 2.5 im Minimum, 5.3 im Maximum.

Der Mittelwert aller Werte $\frac{n}{c}$ für die ganze 24stündige Periode war = 4.01.

Es wurde deshalb die Kurve c nochmals konstruiert, aber so dass alle Ordinatenwerte mit vier multipliziert wurden. Das heißt mit anderen Worten, die Kurve c wurde auf denselben Maßstab gebracht, mit welchem die Kurve n entworfen war. Wäre $\frac{n}{c}$ eine Konstante, so hätten sich jetzt die Kurven n und c vollkommen decken müssen. Die Ausführung der Konstruktion ergab nun folgendes: Der Anfang der Kurve c liegt höher als der Anfang der Kurve n ; nach der 5. Verdauungsstunde schneiden sich die Kurven und das Verhältnis kehrt sich um, n liegt jetzt höher als c . Zwischen der 11. und 13. Stunde fallen beide Kurven steil ab und von da bis zum Schluss verlaufen sie nahe bei einander mit unregelmäßigen Schwankungen, indem sie sich mehrmals schneiden. Die Schwankungen von n sind etwas größer als die von c . Gegen Ende der Periode, von der 21. Stunde an, zeigen beide eine geringe Steigung.

Was können wir nun aus diesen Versuchen schließen? Zunächst bestätigen sie nochmals den von mir schon des öfteren nachdrücklich betonten Satz, dass Wärmeausgabe und CO_2 -Ausscheidung nicht einfach parallel verlaufen, dass man aus der einen nicht auf die andere schließen darf. Sie lehren ferner, dass ein solcher Parallelismus, wenn auch nicht streng, doch in gewissen Grenzen besteht für ein im Ernährungsgleichgewicht befindliches und regelmäßig alle 24 Stunden einmal gefüttertes Tier für die letzten 12 Stunden der Fütterungsperiode, in welcher sich die Einflüsse der Verdauung nicht mehr bemerkbar machen.

Ueberblickt man den ganzen Verlauf der Kurven für die 24stündige Ernährungsperiode, so heben sich zwei getrennte Teile von durchaus verschiedenem Charakter scharf von einander ab. Ich will den einen Teil der Periode als den Zustand der Sättigung, den zweiten Teil als den Zustand der Nüchternheit bezeichnen. Im letzteren sind sowohl die Wärmeproduktion als auch die CO_2 -Ausscheidung einigermaßen konstant; zwar können sie in einzelnen Versuchen immerhin noch erhebliche Schwankungen aufweisen; wenn

man aber Mittelzahlen aus vielen Versuchen zieht, so bekommt man für die einzelnen Stunden dieses Teils Werte, die nur um etwa 20 Prozent von dem Gesamtmittel dieser Zeit nach oben und unten abweichen. In Folge dessen ist auch der Wert $\frac{n}{c}$ für diese Zeit nahezu konstant. Es herrscht zwar trotzdem keine vollkommene Uebereinstimmung zwischen den Schwankungen der Wärmeausgabe und CO_2 -Ausscheidung. Es zeigt sich nämlich, dass bei jeder Steigerung der Wärmeproduktion die CO_2 -Ausscheidung in viel schnellerem Maße steigt und bald konstant wird und dass ebenso beim Sinken der Wärmeproduktion die CO_2 -Ausscheidung schneller sinkt und dann bald wieder konstant wird. So wiederholt sich hier in kleinerem Maßstab das, was ich früher für längere Zeiträume nachgewiesen habe, nämlich dass mit steigender Wärmeproduktion der Kohlensäurefaktor größer wird.

Der Zustand der Sättigung seinerseits zerfällt wieder in zwei scharf getrennte Hälften. In der ersten, etwa fünf Stunden dauernden, ist die CO_2 -Ausscheidung sehr hoch, während die Wärmeproduktion erst langsam und dann ziemlich schnell ansteigt; in der zweiten, eben so lang dauernden, sinkt die CO_2 -Ausscheidung wieder ein wenig, während die Wärmeproduktion noch etwas steigt und dann nahezu konstant bleibt. In Folge dessen steigt der Faktor $\frac{n}{c}$ in dieser ganzen Zeit nahezu gleichmäßig an und erreicht am Ende desselben seinen höchsten Wert.

Beide Zustände werden mit einander verbunden durch eine kurze Zwischenstufe von etwa zweistündiger Dauer (der 11. bis 13. Stunde entsprechend), in welcher sowohl die Wärmeproduktion wie die CO_2 -Ausscheidung ziemlich schnell von ihren hohen Werten auf den nahezu konstanten des zweiten (nüchternen) Zustandes herabsinken.

Diese Verschiedenheiten in dem Verlauf der Wärmeausgabe und der CO_2 -Ausscheidung sind zum Teil wenigstens durch die physikalischen Verhältnisse bedingt. Nehmen wir zunächst an, dass jeder Steigerung der Wärmeproduktion sofort eine streng proportionale Zunahme der CO_2 -Bildung entspreche. Der Uebererschuss der gebildeten CO_2 wird dann sehr schnell auch zu einer vermehrten Ausscheidung derselben führen. Der Zuwachs an gebildeter Wärme aber muss erst nach und nach den ganzen Tierleib und namentlich seine äußeren Teile erwärmen, ehe es zu einer vermehrten Wärmeausgabe kommen kann. So würde sich erklären, warum die gesteigerte CO_2 -Ausscheidung der gesteigerten Wärmeausgabe vorauseilt, wie wir es bei den kleinen Schwankungen innerhalb des nüchternen Zustands gefunden haben. Aber diese Erklärung reicht nicht aus, die großen Unterschiede zu erklären, welche in dem Zustand der Sättigung, namentlich in den ersten Verdauungsstunden auftreten. Wäre hier

die Wärmeproduktion von Anfang an in dem Maße gesteigert, wie die CO_2 -Ausgabe es anzeigt, so müsste sich die Eigentemperatur des Tieres um 2—3° C. erhöhen. Solche Temperatursteigerungen kommen nicht vor; höchstens erwärmt sich der Körper um einige Zehntelgrade.

Es bleibt also nur übrig anzunehmen, dass die vermehrte CO_2 -Ausscheidung aus dem vorhandenen Vorrat des Körpers herrühre, oder dass in den ersten Stunden der Verdauung auch vermehrte CO_2 -Bildung stattfindet, und zwar in einem stärkeren Verhältnis, als der Steigerung der Wärmeproduktion entspricht. Die erstere Annahme erweist sich aber bei näherer Betrachtung als unmöglich. Der Ueberschuss an CO_2 , welchen mein Hund in den ersten 10 Stunden der Verdauung mehr abgab als in der gleichen Zeit der Nüchternheit, betrug rund 20 g oder reichlich 10 l. Die Gesamtmenge des Blutes dieses Tieres konnte höchstens 400 cm^3 betragen und die Menge der in diesem enthaltenen CO_2 höchstens 200 cm^3 . Selbst wenn wir annehmen wollten, dass in den Gewebssäften noch das vierfache dieses Volums an vorrätiger CO_2 stecke, so kämen wir doch immer nur auf ein Liter. Es bleibt uns also nur die andere Möglichkeit. Im satten Zustand wird mehr CO_2 produziert als im nüchternen. Auch die Wärmeproduktion ist vermehrt, aber die erstere in viel höherem Grade als die letztere. Ist dem aber so, dann finde ich nur eine Erklärung: die Stoffe, welche während des Zustandes der Sättigung verbrennen, müssen eine andere chemische Konstitution haben als diejenigen, welche während des Zustandes der Nüchternheit zur Verbrennung gelangen; sie müssen eine geringe Verbrennungswärme besitzen, aber reichlich CO_2 erzeugen.

Versuchen wir uns die Vorgänge klar zu machen, welche während der Verdauung und nachher in dem Tierkörper Platz greifen. Eine große Menge verbrennlicher Stoffe gelangen durch Resorption aus dem Darm in den Kreislauf und mit diesem in alle Gewebe. Sie kommen hier in das Bereich der lebenden Zellen, deren physiologische Eigenschaften darin gipfeln, dass sie gewisse organische Stoffe, Eiweißkörper, Fette, Kohlehydrate fähig machen, sich mit dem dort vorhandenen Sauerstoff zu verbinden und unter CO_2 -Bildung Wärme zu produzieren. Je reichlicher der Zufluss verbrennbarer Substanz, desto größer wird die Verbrennung, desto mehr steigt die Wärmeproduktion und die CO_2 -Bildung. Aber nicht alle zugeführten Stoffe sind gleich verbrennlich. Aus dem zugeführten Gemenge verbrennen zuerst diejenigen, welche am leichtesten verbrennen können. Nach und nach diese aufgezehrt. Nun beginnt der zweite Abschnitt, die langsame Verbrennung mit geringerer Wärmeproduktion und geringerer CO_2 -Bildung. Die Zusammensetzung dieses Teiles muss eine gleichförmigere sein als die des ersten, denn dieser ändert fortwährend seine Zusammensetzung, erstens wegen des fortdauernden

Nachschubs vom Darm her, dann wegen der allmählichen Abnahme der leichter verbrennlichen Anteile des Gemenges. Die anderen Stoffe aber, diejenigen, welche in der zweiten Hälfte der täglichen Periode verbrennen, sind viel gleichmäßiger zusammengesetzt; sie werden langsamer verbrennen und daher in gleichen Zeiten weniger Wärme und weniger CO₂ liefern, aber relativ zu letzterer mehr Wärme, und das Verhältnis beider zu einander wird nahezu konstant sein.

Es scheint mir wahrscheinlich, dass jene leicht verbrennlichen Bestandteile der Nahrung vorzugsweise durch die Peptone, die schwer verbrennlichen vorzugsweise durch die Fette vertreten seien. (Kohlehydrate kommen bei unserem Versuchstier nicht in Betracht.) Die Peptone, welche gerade in der ersten Zeit der Verdauung reichlich in das Blut gelangen, werden meiner Ansicht nach nur zum allergeringsten Teil in Eiweiß zurückverwandelt. Sie verbrennen vielmehr schnell und dienen dazu, das Organeiß vor dem Zerfall zu schützen. Ich will jedoch auf die weitere Verfolgung dieser Betrachtungen jetzt nicht eingehen. Meine späteren Mitteilungen werden zu erweisen haben, welchen Wert die hier vorgetragene Hypothese für das tiefere Verständnis der Stoffwechselforgänge beanspruchen kann.

Neurologische Untersuchungen.

H. Gudden - München, Beitrag zur Kenntnis der Wurzeln der Trigemiusnerven. Allgem. Zeitschr. für Psych. Bd. 48.

Eine lückenlose Serie von Frontalschnitten durch ein Kalbsgehirn, dem der rechte Tractus olfactorius und der rechte N. trigeminus fehlen, sowie ein mehrfach lädiertes Kaninchenhirn mit nachfolgenden Atrophien zeigten, dass die motorische Wurzel aus dem motorischen Kern derselben Seite entspringt, die absteigende Wurzel aus den großblasigen im zentralen Höhlengrau um den Aqueductus gelagerten Zellen. Die partielle Kreuzung der motorischen und der absteigenden Wurzel bezieht sich nur auf wenige Fasern. Die aufsteigende Wurzel entsteht im untern Halsmarke bereits aus der Substantia gelatinosa.

F. Sgobbo, Sulla rigenerazione del middolo spinale nei vertebrati. La Psichiatria 1890. fasc. 344.

Nach Versuchen an Tritonen, Eidechsen, Froschlarven, Fröschen, Tauben, Hunden konnte S. feststellen, dass bei den Tritonen die Reflexzentren in der ganzen Spinalaxe, einschließlich des Kaudalteils liegen und sich in den wieder gewachsenen Schwänzen regenerieren. Die Integrität der ganzen Medulla ist für die Regeneration des Schwanzes nicht unbedingt nötig, jedoch erfolgt dieselbe nach Verletzung des Rückenmarks langsamer und weniger ausgiebig. Die Regeneration des Nervengewebes geht vom Epithel des Zentralkanal aus. Bei Tauben fand sich nirgends eine Spur von Regeneration von Nervengewebe; transplantierte Stücke wurden ganz resorbiert und

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [12](#)

Autor(en)/Author(s): Rosenthal Josef

Artikel/Article: [Kalorimetrische Untersuchungen an Säugetieren 468-476](#)