Thermophysiologische Untersuchungen

von

J. Rosenthal.

(Vorgetragen am 8. Juli 1878.)

Die Unsicherheit der bisherigen calorimetrischen Bestimmungen an Thieren hat mich veranlasst, solche Untersuchungen von Neuem anzustellen. Ich construirte deshalb ein Calorimeter nach dem Muster der von Dulong und Despretz und neuerdings von Senator benutzten mit einigen unwesentlichen, den Gebrauch erleichternden Verbesserungen. Um jedoch genauere Grundlagen für die Berechnung zu gewinnen, habe ich zunächst mittelst des Bunsen'schen Eiscalorimeters Bestimmungen über die specifische Wärme der thierischen Gewebe gemacht. Trotz der grossen Genauigkeit, welche dieser Apparat für andre Untersuchungen zulässt, ist die vorliegende Aufgabe nur annähernd mit ihm zu lösen. Die Hauptfehlerquelle liegt in der Unmöglichkeit einer hinlänglich genauen Bestimmung der Ausgangstemperatur. Da eine Erhitzung organischer Gewebe auf die Wärme kochenden Wassers nicht möglich ist, ohne erhebliche chemische und physikalische Veränderungen derselben herbeizuführen, so musste von einer Erwärmung über 40° Abstand genommen werden. Die Ausgangstemperatur konnte daher nur durch längeres Verweilen in einem möglichst gleichmässig temperirten Raume und Messung dieser Temperatur mit einem feinen Thermometer bestimmt werden. Ein Irrthum von 0·1° in dieser Bestimmung hat aber schon einen bedeutenden Einfluss auf den zu bestimmenden Werth.

Die von mir gefundenen Werthe machen deshalb keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit, sondern sollen nur als eine erste Annäherung an die wahren Werthe gelten. Immerhin stimmen die Einzelbestimmungen unter einander hinlänglich, um die unten mitgetheilten Mittel als in der ersten Decimale sicher gelten zu lassen. Spätere Berichtigungen durch verbesserte Methoden vorbehalten, gebe ich zunächst die von mir gefundenen Werthe für einige Gewebe:

Compacte Knochensubstanz	0·300
Spongiöse Knochensubstanz	0·710
Fettgewebe	0·712
Muskel, quergestreift	0·825
Blut, defibrinirt	0·927

In diesen Zahlen drückt sich deutlich der Einfluss des Wassergehaltes auf die specifische Wärme aus. In der That kann man wohl die organischen Gewebe als ein Gemenge der eigentlichen Substanz und einer gewissen Menge reinen Wassers ansehen. Dass dieses letztere imbibirte Wasser eine andere specifische Wärme als reines Wasser habe, kann man wohl als unwahrscheinlich ansehen. Und daraus folgt dann, dass der Werth für die specifische Wärme sich um so mehr der Einheit nähern müsse, je wasserreicher das Gewebe ist.

Um diesen Einfluss des Wassergehaltes an einem Gewebe nachzuweisen, stellte ich eine besondere Versuchsreihe am Muskel an. Zuvor habe ich festgestellt, dass lebende und todte Muskelsubstanz keinen merklichen Unterschied zeigen. Gleichgiltig, ob die Starre durch längeres Verweilen bei Temperaturen von 10 - 20° oder durch kurze Einwirkung einer Temperatur von 45° herbeigeführt war, fand ich stets dieselben Werthe, ebenso bei Rindfleisch einige Stunden nach dem Tode des Thieres, als die Starre schon wieder gelöst war. Auch Muskeln, welche in einem geschlossenen Raume auf 100° erhitzt waren, in denen also neben dem Myosin auch andere Eiweisskörper geronnen und auch wohl sonst noch physikalische und chemische Veränderungen vorgegangen waren, zeigten denselben Werth. Als ich aber Muskeln auf dem Wasserbade trocknete, ergab die zurückgebliebene, über Schwefelsäure erkaltete Masse, welche etwa $^3/_4$ ihres ursprünglichen Gewichtes verloren hatte, eine specifische Wärme = 0·330. Da diese Masse noch nicht absolut wasserfrei war, so kann man annehmen, dass die specifische Wärme der eigentlichen organischen Substanz noch etwas unter diesem Werthe liegt. Setzen wir sie beispielsweise = 0·3, so würde für einen Muskel, welcher aus drei Theilen Wasser und einem Theil solcher organischen Substanz bestände, sich als mittlere specifische Wärme 0·825 ergeben, was mit dem aus meinen Versuchen berechneten Mittel genau zusammentrifft.

Das Eiscalorimeter von Bunsen gestattet jedoch nur eine sehr beschränkte Anwendung. Schon bei den eben erwähnten Be-

stimmungen der specifischen Wärme hatte ich überdies mit mannichfachen Schwierigkeiten zu kämpfen. Ich war genöthigt, dem Apparate grössere Dimensionen geben zu lassen, als sie Bunsen angewandt hatte. Das gelang dem Glaskünstler nur schwierig und die Apparate waren so gebrechlich, dass mehrere während der Arbeit, besonders beim Herstellen des Eiscylinders, sprangen. Als ich aber die Wärmeproduction bei der Muskelthätigkeit bestimmen wollte, ergab sich eine neue Schwierigkeit in dem Umstand, dass der Vorgang nur bei der niederen Temperatur des Eispunktes untersucht werden konnte und dass der zu untersuchende Körper in Wasser versetzt werden musste. Letzterer Uebelstand lässt sich umgehen, ersterer wird bei allen physiologischen Versuchen eine unbequeme Schranke sein, aber auch bei manchen physikalischen, z. B. bei der Bestimmung der specifischen Wärme von Substanzen, welche bei Temperaturen zwischen 0° und 100° ihren Aggregatzustand ändern.

Ich habe deshalb ein neues Calorimeter construirt, zunächst mit besonderer Rücksicht auf die Lösung gewisser physiologischer Probleme, welches aber auch zu anderen Zwecken brauchbar ist. Das Princip des Apparates ist genau genommen dasselbe, welches dem Eiscalorimeter zu Grunde liegt. Die zu messende Wärme, welche dem Apparate zugeführt wird, kann die Temperatur desselben nicht verändern; sie wird dazu verwandt, einen Körper aus einem Aggregatzustand in einen anderen überzuführen. An Stelle von Eis benutze ich jedoch eine auf ihren Siedepunkt gebrachte und darauf erhaltene Flüssigkeit, und die Wärmemenge wird bestimmt durch die Menge des entstandenen Dampfes.

Bei der Wahl der zu benutzenden Flüssigkeit war zu beachten, dass der Siedepunkt derselben über dem Nullpunkt und unter den für lebende organische Substanzen kritischen Temperaturen von 40° bis 45° liegen musste. Es boten sich da namentlich zwei Flüssigkeiten dar: 1) Acetylaldehyd ($CH_3 \cdot COOH$) mit dem Siedepunkt 21°, und 2) Aethylaether ($C_2H_5 \cdot O \cdot C_2H_5$) mit dem Siedepunkt 34·9°. Beide Temperaturen sind für physiologische Versuche brauchbar. Die höhere von beiden liegt sehr nahe der Grenze, bei welcher nach meinen früheren Untersuchungen [1]) die Wärmeregulirung der Warmblüter noch normal vor

1) Zur Kenntniss der Wärmeregulirung bei den warmblütigen Thieren. Programm u. s. w. Erlangen 1872.

sich geht; die niedere entspricht einer Wärme, in welcher sich alle Thiere vollkommen wohl befinden. Da man nun den von mir construirten Apparat auch mit Eis füllen kann, wo er dann nichts weiter als ein in seiner Form modificirtes Bunsen'sches Calorimeter vorstellt, so hat man die Möglichkeit, einen und denselben Vorgang bei den Temperaturen: 0°, 21° und 34·9° zu untersuchen, und festzustellen, welchen Einfluss die Umgebungstemperatur auf den Vorgang hat.

Ohne auf Einzelheiten in der Construction des Apparates einzugehen, will ich hier nur kurz andeuten, in welcher Weise eine genaue Messung ermöglicht ist. Die zu verdampfende Flüssigkeit ist in einem cylindrischen Gefässe enthalten, welches von einem weiteren, gleichfalls cylindrischen Gefässe umgeben ist. Ich will das innere das Messgefäss, das äussere den Mantel nennen. Der Mantel enthält dieselbe Flüssigkeit wie das Messgefäss. Von jedem dieser Gefässe geht eine Röhre zu je einem flachen, dosenförmigen Behälter, welcher zum Theil mit Quecksilber gefüllt ist und in eine calibrirte horizontale Röhre übergeht.

Das Messgefäss mit seinem Mantel liegt in einem mit Wasser gefüllten Kessel, welcher erwärmt wird, bis das Wasser den Siedepunkt der Flüssigkeit erreicht hat. Ein sehr empfindlicher Wärmeregulator sorgt dafür, das Wasser auf dieser Temperatur zu erhalten. Jede etwa noch übrigbleibende Temperaturschwankung wird durch den Mantel gleichsam abgefangen und kann auf die im Messgefäss enthaltene Flüssigkeit nicht wirken. Letztere kann also von aussen weder Wärme empfangen, noch Wärme nach aussen abgeben. In der Axe des Messgefässes befindet sich ein Rohr, welches durch den Mantel und Kessel hindurchgeht und frei nach aussen mündet, während sein inneres, innerhalb des Messgefässes liegendes Ende halbkugelig abgeschlossen ist. Das Rohr besteht, soweit es innerhalb des Messgefässes verläuft, aus dünnem Kupferblech; sein äusserer Theil kann durch einen Stopfen verschlossen werden, welcher aus vielen aufeinander gelegten Filzscheiben besteht, die durch Glasröhren zwischen Hartkautschukplatten festgehalten werden und die Lichtung des Rohres ganz ausfüllen. Sie lassen nur eine von der Aussenwelt durch die schlecht leitende Masse der Filzscheiben abgeschlossene Höhle übrig, welche ganz innerhalb des Messgefässes liegt. In diese Höhle münden zwei Röhren. Durch

die eine wird Luft eingesogen, welche vorher in Schlangenwindungen durch die im Mantel enthaltene Flüssigkeit geleitet wird, also in die Höhle mit der Siedetemperatur eintritt. Durch die zweite Röhre wird die Luft abgesogen, welche in Schlangenwindungen durch die Flüssigkeit des Messgefässes geführt wird. Ein Körper, welcher in der Höhle sich befindet, muss daher jeden Ueberschuss von Wärme theils durch die dünne, gut leitende Wand der Höhle hindurch, theils durch Vermittelung jenes Luftstromes vollkommen an die im Messgefäss enthaltene Flüssigkeit abgeben, und da sich diese schon auf ihrem Siedepunkt befindet, so muss eine der zugeführten Wärmemenge proportionale Flüssigkeitsmenge in Dampf verwandelt werden. Der dadurch entstehende Volumszuwachs wird durch das Volumen des verdrängten Quecksilbers in dem calibrirten Rohr gemessen. Jener oben erwähnte Luftstrom dient zugleich dazu, lebenden Thieren, welche man in die Höhle gebracht hat, die nothwendige Luftmenge zuzuführen und gestattet, wo dies erforderlich ist, die Producte der Respiration zu bestimmen.

Der von mir construirte Apparat erlaubt, kleine Thiere, z. B. weisse Mäuse, in den Apparat zu bringen. Es würde principiell nichts entgegenstehen, dem Apparat auch grössere Dimensionen zu geben, doch würde derselbe dann weniger handlich sein und zu seiner Füllung sehr grosse Mengen Aldehyd bezw. Aether erfordern. Ich habe es daher vorgezogen, ihn vorerst nur in dieser kleineren Form ausführen zu lassen. In dieser eignet er sich auch vortrefflich, um die bei der Muskelthätigkeit entstehende Wärme zu messen. Ich habe solche Versuche ausgeführt, welche die schönen Untersuchungen der HH. Helmholtz, Heidenhain und Fick wesentlich ergänzen. Ueber diese und andere mit dem neuen Apparate gewonnenen Ergebnisse werde ich mir erlauben in einer folgenden Mittheilung Bericht zu erstatten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Physikalisch-Medizinischen Sozietät zu Erlangen

Jahr/Year: 1875-1878

Band/Volume: 10

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

Artikel/Article: Thermophysiologische Untersuchungen 196-200