Berthelot, La chaleur dégagée par l'action de l'oxygène sur le sang.

Comptes rendus de l'acad. des sciences. Séance du 15 novembre 1889.

Als Lavoisier erkannt hatte, dass die tierische Wärme die Folge einer Verbrennungserscheinung sei, legte er sich auch sofort die Frage vor, ob diese Verbrennung in den Lungen, wo das Blut den Sauerstoff absorbiert und Kohlensäure abgibt, oder aber ob sie in allen Teilen des Organismus stattfinde, nachdem der Sauerstoff infolge einer chemischen Reaktion zwischen ihm und dem Blute von letzterem aufgenommen worden ist. Lavoisier's eigene Ansichten über diese Frage wechselten. Seitdem wurde dieselbe entschieden durch die Entdeckung der Wirkung, welche die roten Blutkörperchen auf den Sauerstoff ausüben, nämlich der Fähigkeit des Hämoglobins, mit diesem Gas in der Lunge eine lockere chemische Verbindung einzugehen, dasselbe dann in die Gewebe mitzunehmen und dort an oxydierbare Substanzen wieder abzugeben.

Aber die Hauptfrage, wie sich die Wärmeproduktion auf die Lungen und die Gewebe verteilt, ist unentschieden geblieben, da es an Experimenten fehlte, auf Grund deren man Berechnungen hätte anstellen können.

Solche Experimente nun hat Berthelot angestellt. Er maß die Wärmemenge, welche bei der Verbindung des Sauerstoffes mit dem Blut frei wird, und zwar bevor derselbe Zeit hat, Kohlensäure zu erzeugen. Diese Untersuchungen bedürfen einer sehr schwer erreichbaren Genauigkeit: denn es sind sehr winzige Wärmemengen zu bestimmen, die Wärmewirkung der Kohlensäure ist zu eliminieren, und endlich müssen alle diese Bestimmungen sehr genau und unter ganz gleichen Bedingungen gemacht werden.

Folgende Werte hat B. zuletzt erhalten; dieselben müssen einer Sättigung des Blutes mit Sauerstoff nahe kommen:

100 Volumina Blut haben in einem Experiment 20,2 Volumina Sauerstoff
und in einem andern 18,5 „ „
absorbiert.

Dabei wurde eine Wärmemenge frei, welche, auf das Molekulargewicht des Sauerstoffs, $O_2 = 32$ bezogen,

beim ersten Versuch . . + 14,63 Calorien,
beim zweiten Versuch . . + 14,91 „
im Mittel also . . . . + 14,77 Calorien betrug.

Dieser Wert lässt sich vergleichen mit der Bildungswärme wahrer Oxyde, deren Elemente schwache Verwandtschaft zum Sauerstoff haben, z. B. mit der des Silberoxyds (bei seiner Bildung werden für 32 g Sauerstoff genau + 14,0 cal. frei); oder mit der Bildungswärme des Bariumsuperoxyds aus Bariumoxyd (+ 24,2 cal.); oder auch der des Bleisuperoxyds aus Bleioxyd (+ 24,5 cal.) u. s. w.

Bevor wir die hieraus entspringenden Folgerungen betreffs der tierischen Wärme betrachten, wollen wir noch die Ergebnisse anführen, zu welchen B. bei ähnlichen Untersuchungen mit Kohlenoxyd und Blut gelangte. Zwei Bestimmungen, welche er mit Blut machte, das in dem einen Fall 24, in dem andern 48 Stunden vorher gesammelt war, ergaben für die Absorption des Molekulargewichts CO = 28 g + 18,0 cal. und + 19,4 cal., im Mittel + 18,7 cal. Dieser Wert ist gleicher Ordnung, wie der beim Sauerstoff beobachtete, aber, wie man erwarten durfte, ein wenig größer: denn die Kohlenoxydverbindung des Hämoglobins zerfällt zwar wie die Sauerstoffverbindung im Vacuum, aber das Kohlenoxyd verdrängt der Sauerstoff aus dem Oxyhämoglobin. Die beobachteten Werte entsprechen also den Voraussetzungen der Theorie.

Beschäftigen wir uns nun mit der Oxydation des Blutes. Die Wärme, welche bei dieser Reaktion, soweit man annehmen kann, dass sie innerhalb der Lunge vor sich geht, entwickelt wird, beträgt + 14,8 cal. Das ist ungefähr ein Siebentel der Verbrennungswärme der Kohle durch die gleiche Menge Sauerstoff (+ 97,65 cal.). Diesen Wert hat man bekanntlich der ersten annähernden Berechnung der tierischen Wärme zu Grunde gelegt.

Die tierische Wärme lässt sich also einteilen: in einen ersten Teil, etwa ein Siebentel des ganzen, welcher in der Lunge selbst entwickelt wird, bei der Bindung des Sauerstoffs; und in einen zweiten, die übrigen sechs Siebentel, welche bei den Reaktionen in den Geweben frei werden. Es ist nicht nötig die Wichtigkeit dieser Bestimmung hervorzuheben, welche zum ersten mal eine seit hundert Jahren strittige Frage entscheidet.

Diese Aufgabe hat ihrerseits zu einer zweiten geführt, nämlich die Temperaturerhöhung des Blutes in der Lunge zu bestimmen. Auch hier kam man bis jetzt zu sehr verschiedenen Schlüssen.

Es konnte nicht anders sein, denn B. zeigt, dass das Blut in der Lunge ebensogut abgekühlt wie erwärmt werden kann, je nach der Temperatur und dem Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft und ohne Zweifel auch je nach dem normalen oder pathologischen Zustand des Lungengewebes. Aber diese Erwärmung wie diese Abkühlung kann unter normalen Umständen ein Zehntel Grad nicht viel überschreiten: dies erklärt die Schwierigkeiten, welchen die Physiologen bei ihren Versuchen, die Temperaturveränderungen zu messen, begegnet sind.

B. macht nun folgende Berechnungen: er nimmt zuerst als einfachste Bedingungen die etwa in den Tropen vorkommenden, dass die Atmungsluft die Temperatur des Blutes, ungefähr 37°, hat und mit Wasserdampf gesättigt ist: dann muss er von den durch seine Versuche gefundenen 14,8 Calorien, welche durch die Absorption des Sauerstoffes frei werden noch die Wärmemenge abziehen, welche durch

das gleichzeitige Uebergehen der im Blute absorbierten Kohlensäure in den gasförmigen Zustand gebunden wird. Er nimmt an, dass ihr Volum gleich dem des absorbierten Sauerstoffes sei, und dass die Kohlensäure im Blute im wesentlichen ebenso gebunden ist wie in reinem Wasser: unter diesen Voraussetzungen werden durch das Vergasen der Kohlensäure 5,6 cal. absorbiert: es werden also bei dem Austausch der Kohlensäure für Sauerstoff nur 9,2 cal. frei. Dann wird nach B.'s Berechnungen die Bluttemperatur in der Lunge um etwas weniger als $^1/_{10}{}^0$ erhöht. Wenn man mit Wasserdampf gesättigte Luft von noch höherer Temperatur atmet, so ist diese Temperaturerhöhung natürlich beträchtlich größer.

Um zu zeigen, dass das Blut in der Lunge auch abgekühlt werden kann, macht B. folgende Voraussetzungen: die geatmete Luft habe eine Temperatur von 0^0 und sei frei von Wasserdampf; sie verlässt die Lunge wieder mit einer Temperatur von 37^0 und mit Wasserdampf gesättigt. Dann nimmt er an, dass die Luft $4\,^0/_0$ ihres Volums an Sauerstoff abgibt und dafür das gleiche Volum Kohlensäure erhält. Für solche Verhältnisse berechnet er, dass die Erwärmung der Luft ungefähr 6 cal., ihre Sättigung mit Wasserdampf 15,0 cal. verbraucht, zusammen 21,0 cal. Nach der obigen Berechnung werden beim Gasaustausch 9,2 cal. frei: $+9{,}2-21{,}0=-11{,}8$ cal.: Daraus ergibt sich eine Abkühlung der Bluttemperatur um ungefähr $^1/_{10}$ Grad. Die Sauerstoffabsorption wirkt temperaturerhöhend, die Vergasung der Kohlensäure und des Wasserdampfes dagegen setzt die Temperatur des Blutes herab. Die Temperatur der Atmungsluft kann in dem einen oder andern Sinne wirken, je nachdem sie höher oder niedriger als die des Organismus ist.

Zu diesen Berechnungen B.'s lässt sich bemerken, dass bei Warmblütern der Fall wohl nie vorkommt, dass trockene und kalte Luft in die Lungen gelangt, da sie schon in den Luftwegen Wasserdampf und Wärme aufnehmen muss, während B. für normale Verhältnisse annimmt, dass die Luft mit 15^0 und beinahe mit Wasserdampf gesättigt in die Lunge kommt und dieselbe ganz gesättigt und mit 30^0 verlässt. Unter seiner Voraussetzung heben sich die verschiedenen Wirkungen so ziemlich auf. Wenn aber, wie nach neueren Untersuchungen angenommen werden darf, die Erwärmung und Sättigung mit Wasserdampf schon in Mund und Nasenhöhle beinahe vollständig stattfindet, so gilt die Berechnung, welche B. für feuchte Tropenländer aufstellt, auch für gemäßigte Klimate. **W.**

Die Herren Mitarbeiter, welche **Sonderabzüge** zu erhalten wünschen, werden gebeten, die Zahl derselben auf den Manuskripten anzugeben.

Einsendungen für das „Biologische Centralblatt“ bittet man an die **„Redaktion, Erlangen, physiologisches Institut“** zu richten.

Verlag von Eduard Besold in Erlangen. — Druck der kgl. bayer. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Fr. Junge (Firma: Junge & Sohn) in Erlangen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Biologisches Zentralblatt

Jahr/Year: 1890-1891

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Anonymos

Artikel/Article: Bemerkungen zu Berthelot: La chaleur dégagée par l'action de l'oxygéne sur le sang. 318-320