

gemachten Voraussetzungen durch den Versuch zu prüfen; erst wenn die berechneten Werte mit den experimentell gemessenen übereinstimmend gefunden wären, dürften wir unsere Aufgabe für vollkommen gelöst ansehen. Davon sind wir aber noch sehr weit entfernt. Denn meine Versuche lehren, dass auch bei vollkommen gleichmäßiger, längere Zeit andauernder Fütterung die kalorimetrisch gemessene Wärmeproduktion dennoch große Unterschiede aufweisen kann. Ich will hierfür nur ein Beispiel aus einer längern Versuchsreihe anführen. Ein Hund, welcher schon seit langer Zeit ganz gleichmäßig gefüttert wurde (täglich 200 g Fleisch, 25 g Speck und 75 g Wasser) und dessen Gewicht nur wenig um den Mittelwert von 4300 g schwankte, der sich also im Nahrungsgleichgewicht befand, produzierte an auf einander folgenden Tagen ganz verschiedene Wärmemengen, welche zwischen 2,0 und 5,0 Sekundenkalorien lagen. Die vorausgesetzte Kongruenz zwischen Ernährung und Wärmebildung besteht also jedenfalls nicht in so unbedingter Art, dass man ohne weiteres von der einen auf die andere schließen könnte, ohne Rücksicht auf andere, noch erst zu erörternde Nebenumstände. Diese Erfahrung steht in Widerspruch zu dem oben ausgesprochenen Satz, dass bei regelmäßiger Ernährung die Wärmeproduktion nur innerhalb enger Grenzen schwanke. Aber neben der Ernährung haben eben noch andere Umstände auf die Wärmeproduktion Einfluss. Welcher Art diese Einflüsse sind, das will ich in einem zweiten Aufsatz weiter erörtern.

Erlangen im November 1888.

Die Blutgase.

Aus einem Vortrage, gehalten von Dr. John Gray Mc Kendrick bei der Jahresversammlung der „British Medical Association“ zu Glasgow am 10. August 1888.

(Fortsetzung aus Nr. 17.)

Unsere Kenntnisse von der Kohlensäure im Blute sind nicht so zuverlässig wie diejenigen vom Sauerstoff. Zunächst steht fest, dass fast die ganze zu erhaltende Kohlensäure im Plasma enthalten ist. Defibriniertes Blut gibt nur wenig mehr Kohlensäure ab als dieselbe Menge Serum von demselben Blut. Blutserum gibt an Kohlensäure im Vakuum etwa 30 Raumteile auf hundert ab; davon einen kleinen Teil — nach Pflüger etwa 6 — erst dann, wenn man eine organische oder mineralische Säure zusetzt. Dieser kleinere Teil ist also chemisch gebunden, gradeso wie Kohlensäure in kohlensauren Salzen, aus denen sie nur durch eine stärkere organische oder anorganische Säure ausgetrieben werden kann. Asche von Serum liefert etwa ein Siebentel ihres Gewichtes an Natrium; dieses ist der Hauptsache nach mit Kohlensäure zu Karbonaten verbunden, und ein Teil der Kohlensäure des Blutes besteht aus solchen Salzen. Jedoch hat man gefunden,

dass defibriniertes Blut oder auch Serum, das eine große Zahl Blutkörperchen enthält, eine große Menge Kohlensäure auch ohne Zusatz einer Säure liefern kann. So liefert defibriniertes Blut an Kohlensäure 40 Raumteile vom Hundert — d. h. 34 Raumteile, welche auch von dem Serum desselben Blutes ohne Säure abgegeben werden würden, und 6 Raumteile, welche nach Zusatz einer Säure frei würden. In dem defibrinierten Blute ist also etwas vorhanden, das gleich einer Säure in dem Sinne wirkt, 6 Volumina Kohlensäure frei zu machen. Möglicherweise verursacht das Vakuum eine teilweise Zersetzung von einem Teile des Hämoglobins und bildet so — wie Hoppe-Seyler vermutet — saure Körper.

Aber was ist die Bedingung für das Festgehaltenwerden von 30 Volumprozenten Kohlensäure, die man allein mittels des Vakuums herausbekommen kann? Ein Teil davon ist wahrscheinlich einfach vom Serum absorbiert; dieser Teil entweicht im Verhältnis zur Abnahme des Druckes, und er kann als physikalisch absorbiert betrachtet werden. Ein anderer Teil dieser Kohlensäure muss in chemischer Verbindung vorhanden sein, wie hervorgeht aus der Thatsache, dass Blutserum viel mehr Kohlensäure aufnimmt, als von reinem Wasser absorbiert wird. Andererseits kann diese chemische Verbindung nur eine lockere sein, da sie leicht durch das Vakuum gelöst wird. Es unterliegt keinem Zweifel, dass ein Teil dieser Kohlensäure locker mit dem kohlen-sauren Natrium im Serum Na_2CO_3 verbunden ist, wahrscheinlich zu saurem kohlen-saurem Natrium, NaHCO_3 . Diese Verbindung besteht nur bei bestimmtem Drucke. Sinkt der Druck, so zerfällt sie in Natriumkarbonat und Kohlensäure, und die letztere wird frei. Ein dritter Teil der Kohlensäure befindet sich wahrscheinlich in lockerer Verbindung mit einem Natriumphosphat Na_2HPO_4 , einem Salz, welches nur im Blutserum vorkommt. Fern et hat gezeigt, dass es zwei Moleküle Kohlensäure auf ein Molekül Phosphorsäure bindet. In beträchtlicher Menge findet man dieses Salz nur im Blute karnivorer und omnivorer Tiere, während in dem Blute von Pflanzenfressern, wie Rind und Kalb, nur Spuren vorhanden sind. Für letztere Fälle kann nicht angenommen werden, dass dieses Salz viel Kohlensäure in chemischer Verbindung hält; da muss es vielmehr andere chemische Stoffe geben, welche Kohlensäure im Blute binden, und man hat die Vermutung aufgestellt, dass ein Teil mit dem Plasma-Albumin verbunden sei.

Nach Zuntz halten die Blutkörperchen selbst einen Teil der Kohlensäure fest, weil das ganze Blut weit mehr Kohlensäure aus einer daran reichen Gasmischung oder aus einer reinen Kohlensäure-Atmosphäre aufnehmen kann, als das Serum von der gleichen Blutmenge zu absorbieren vermag. Es ist jedoch keine Verbindung der Kohlensäure mit den Blutkörperchen bekannt.

Der Stickstoff, welcher im Blute bis zur Höhe von 1,8 bis

2 Volumprozenten enthalten ist, wird vermutlich einfach absorbiert, denn auch reines Wasser kann bis 2 Volumprocente von diesem Gase absorbieren.

Wenn wir demnach das Blut als ein respiratorisches Medium ansehen, welches Gase in Lösung enthält, so haben wir zunächst zu betrachten, was von der Atmung der Gewebe selbst bekannt ist. Spallanzani war unzweifelhaft der erste, welcher beobachtete, dass Tiere von vergleichsweise einfachem Bau Sauerstoff verbrauchten und Kohlensäure abgaben. Aber er ging weiter und zeigte, dass verschiedene Gewebe und Flüssigkeiten der Tiere — wie das Blut, die Haut und Teile von andern Organen — in ähnlicher Weise thätig wären. Diese Beobachtungen wurden vor Anfang dieses Jahrhunderts gemacht, aber es scheint, als hätten sie wenig oder keine Aufmerksamkeit erregt bis zu den Untersuchungen von Georg Liebig über die Atmung des Muskels, veröffentlicht in 1850. Dieser legte dar, dass frisches Muskelgewebe Sauerstoff verbrauchte und Kohlensäure abgab. In 1856 bewirkte Matteucci einen wichtigen Fortschritt durch seine Beobachtung, dass Muskelkontraktion von gesteigertem Sauerstoff-Verbrauch und gesteigerter Kohlensäure-Abgabe begleitet wäre, und seitdem haben Claude Bernard und Paul Bert, besonders der letztere, viele Beobachtungen über diesen Gegenstand gemacht. Paul Bert fand, dass Muskelgewebe die größte Absorptionskraft hat. Somit gelangen wir zu dem wichtigen Schlusse, dass der lebende Körper eine Zusammensetzung lebender Partikel ist, von denen jedes in dem von dem Blute ausgehenden respiratorischen Medium atmet.

Während das Blut, welches mit seinem Farbstoffe (Hämoglobin) verbundenen Sauerstoff enthält, langsam durch die Kapillaren strömt, durchdringt Flüssigkeit die Wände der Gefäße und benetzt die umliegenden Gewebe. Der Druck oder die Spannung des Sauerstoffs in dieser Flüssigkeit ist größer als die Spannung des Sauerstoffs in den Geweben selbst, weil der Sauerstoff ein Teil der lebenden protoplasmatischen Substanz wird, und somit wird Sauerstoff von dem Hämoglobin frei und von den lebenden Geweben selbst angeeignet, nun zu einem Bestandteil von deren Protoplasma werdend. So lange es am Leben ist, oder immer, wenn es thätig seine Funktionen verrichtet, so bei der Kontraktion eines Muskels oder bei jenen Umsetzungen, welche wir Sekretion in einer Zelle nennen, unterliegt das lebende Protoplasma schnellen Zersetzungen, welche zu der Bildung von verhältnismäßig einfachen Stoffen führen. Zu diesen gehört die Kohlensäure. Da es feststeht, dass die Spannung der Kohlensäure in der Lymphe geringer als ihre Spannung im Venenblute ist, so ist es für den ersten Anschein schwierig, die Absorption der Kohlensäure durch das Venenblut zu erklären: aber ihre Spannung ist höher als die der Kohlensäure im Arterienblute, und man darf nicht vergessen, dass die Lymphe Gelegenheit gehabt hat, sowohl in dem Binde-

gewebe als auch in den Lymphgefäßen ihre Spannung durch engen Kontakt mit dem Arterienblute zu ändern. Strassburg gibt den Druck der Kohlensäure in den Geweben auf 45 mm Quecksilber an, während er im Venenblute nur 41 mm beträgt. Wir können annehmen, dass, in dem Maße wie die Kohlensäure frei wird, sie auch von dem Blute absorbiert wird, indem sie mit den Karbonaten und Phosphaten desselben eine lockere Verbindung eingeht und es dadurch aus der arteriellen in die venöse Beschaffenheit versetzt. Hierin besteht die Atmung der Gewebe.

Anknüpfend an die Gewebe-Atmung, wie diese durch die Analyse der Blutgase und Atmungs-gase bestimmt wird, entsteht die interessante Frage nach dem Verhältnis zwischen der Menge des absorbierten Gases und der Menge der ausgegebenen Kohlensäure, und da sind nun bei den Tieren sehr auffallende Verschiedenheiten ermittelt worden. So beträgt bei den Herbivoren das Verhältnis des aufgenommenen Sauerstoffes zu der ausgeatmeten Kohlensäure, oder — wie Pflüger es nennt — der Atmungs-Quotient, $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$ von 0,9 bis 1,0, während er bei den Karnivoren 0,75 bis 0,80 beträgt. Bei den Omnivoren, für welche der Mensch als Beispiel gelten mag, stellt sich $\frac{\text{CO}_2}{\text{O}} = 0,87$. Der Quotient wird größer im Verhältnis zu der Menge der in der Nahrung aufgenommenen Kohlehydrate, ob nun die Tiere karnivor, omnivor oder herbivor sind. Der Atmungs-Quotient wird derselbe, etwa 0,75, bei hungernden Tieren, ein Beweis dafür, dass die Oxydationen unterhalten werden auf kosten des Körpers selbst, oder — mit andern Worten — das hungernde Tier ist karnivor. Die Intensität der Atmung bei verschiedenen Tieren ist gut ersichtlich aus der folgenden Tabelle, in welcher die Menge des verbrauchten Sauerstoffes für eine Stunde und für ein Kilogramm des Körpergewichtes angegeben ist [aus Dr. Immanuel Munk, Physiologie des Menschen und der Säugetiere, 1888, S. 82]:

Tier	O in Grammen	Atmungs-Quotient
		$\frac{\text{CO}_2}{\text{O}}$
Katze	1,007	0,77
Hund	1,183	0,75
Kaninchen	0,918	0,92
Huhn	1,300	0,93
Kleine Singvögel	11,360	0,78
Frosch	0,084	0,63
Maikäfer	1,019	0,81
Mensch	0,417	0,78
Pferd	0,563	0,97
Rind	0,552	0,98
Schaf	0,490	0,98

Kleinere Tiere haben somit in der Regel eine größere Atmungs-Intensität als größere. Bei kleinen Singvögeln ist die Intensität eine sehr beträchtliche, und man ersieht, dass dieselben zehnmal mehr Sauerstoff brauchen als ein Huhn. Andererseits ist die Intensität niedrig bei kaltblütigen Tieren; so bedarf ein Frosch 135 mal weniger Sauerstoff als ein kleiner Singvogel. Der Sauerstoff-Bedarf ist demnach sehr verschieden bei verschiedenen Tieren. So stirbt ein Meer-schweinchen in einem wenig Sauerstoff enthaltenden Raume bald unter Krämpfen, während ein Frosch viele Stunden in einem Raume mit ebenso wenig Sauerstoff leben kann. Es ist bekannt, dass Fische und Wassertiere im allgemeinen einer nur geringen Menge Sauerstoff bedürfen, und dies steht in Einklang mit der Thatsache, dass das Meerwasser nur geringe Mengen dieser Luftart enthält. So schreibt Prof. Dittmar in seinen fleißigen Untersuchungen über die Gase des Seewassers, wie er es aus vielen Teilen der großen Ozeane und aus mannigfachen Tiefen von der Challenger-Expedition heimbrachte: „— Das Meer kann nirgends mehr enthalten als 15,6 cem Stickstoff oder mehr als 8,18 cem Sauerstoff im Liter; und der Stickstoff wird niemals unter 8,55 cem fallen. Aehnliches können wir aber nicht vom Sauerstoff sagen, weil sein theoretisches Minimum von 4,30 cem auf das Liter noch weiterer Verminderung ausgesetzt ist durch Prozesse des Lebens und der Fäulnis und Oxydations-Prozesse.“ [Dittmar, Proceedings of Phil. Soc. of Glasgow, vol. XVI p. 61]. So gab thatsächlich eine Wasserprobe aus einer Tiefe von 2875 Faden nur 0,6 cem Sauerstoff im Liter Wasser, während eine andere aus einer Tiefe von 1500 Faden 2,04 cem Sauerstoff im Liter Wasser enthielt. 15° C als Durchschnitts-Temperatur genommen würde ein Liter Seewasser nur 5,31 cem aufgelösten Sauerstoff enthalten — das ist also etwa 0,5 cem in 100 cem. Stellen wir das dem Arterienblut gegenüber, welches 20 cem Sauerstoff in 100 cem Blut enthält, so erhalten wir also vierzigmal so viel Sauerstoff im Arterienblut als im Seewasser. In großen Tiefen aber ist die Menge des Sauerstoffs noch viel geringer, und doch bestehen in diesen großen Tiefen viele Lebewesen. Fische sind aus einer Tiefe von 2750 Faden hervorgeholt worden, wo die Menge des Sauerstoffs wahrscheinlich nicht einmal 0,06 auf 100 cem Wasser, oder dreihundertmal weniger betrug als im Arterienblut. Ziehen wir auch in betracht, dass die im Fischblute enthaltene Sauerstoffmenge kleiner ist als die Menge des Sauerstoffs im Blute der Säugetiere, so leuchtet doch ein, dass das Blut der Fische viel mehr Sauerstoff enthalten muss, als das gleiche Volumen Meerwasser. Nun müssen wir ja ohne Zweifel berücksichtigen, dass das Wasser beständig erneuert wird, und dass der Sauerstoff darin im Zustande der Absorption sich befindet, oder -- mit andern Worten — in einem flüssigen Zustande. Aber es bleibt die Frage übrig: woher erhalten jene Tiefsee-Geschöpfe ihren Sauerstoff?

Wahrscheinlich durch eine Art von Aufspeicherungs-Methode. Biot hat in der Schwimmblase solcher Fische 70 Volumprocente reinen Sauerstoff gefunden, ein Gas, in dem ein glühender Holzspan wieder entflammt wird. Dieser Sauerstoff versorgt wahrscheinlich dann das Blut, wenn der Fisch in die dunkeln und fast luftlosen Tiefen des Ozeans hinabtaucht.

Wasseratmer jedoch, wenn sie in einem Medium mit wenig Sauerstoff leben, haben den Vorteil, dass sie nicht von freier Kohlensäure belästigt werden. Eine der auffallendsten, von den Challenger-Chemikern entdeckten Thatsachen ist, dass Seewasser keine freie Kohlensäure enthält, ausgenommen an einigen Stellen, wo das Gas infolge vulkanischer Thätigkeit aus der Erdrinde hervorströmt, wo letztere den Meeresgrund bildet. Gewöhnlich findet sich im Meerwasser keine freie Kohlensäure, weil jegliche gebildete Kohlensäure sofort von dem vorhandenen Ueberschuss an alkalischer Base verschluckt wird. So atmet der Fisch nach dem Grundsatz von Fleuss's Tauchapparat, in dem die erzeugte Kohlensäure durch eine alkalische Flüssigkeit absorbiert wird. Es gibt nichts Neues unter der Sonne. Der Fisch erhält den Sauerstoff von dem Meerwasser zweifellos durch die chemische Verwandtschaft des Hämoglobins, welches jedes Sauerstoffmolekül, dem es begegnet, auffängt, während es die Kohlensäure leicht loswird, da ja nicht allein im Meerwasser keine Kohlensäure-Spannung vorhanden ist, um dies zu verhindern, sondern auch genug Base da ist, um in dem Augenblick, wo Kohlensäure gebildet wird, von derselben Besitz zu nehmen. Könnten wir ebenso leicht die Kohlensäure aus der ausgeatmeten Luft loswerden, so könnten wir in einer Atmosphäre leben, welche einen viel kleinern Prozentsatz von Sauerstoff enthält.

(Schluss folgt.)

W. Marshall, Atlas der Tierverbreitung.

9 kolorierte Karten in Kupferstich mit 45 Darstellungen. J. Perthes, Gotha.

Mit besonderer Freude muss man diese Arbeit Marshall's begrüßen, in welcher er den Versuch machte, die bisher bekannt gewordenen Thatsachen über die geographische Verbreitung der Tiere zu sammeln und mit der graphischen Methode eine Uebersicht über dieselben zu geben. Die tiergeographische Einteilung der Erde schließt sich an die bahnbrechenden Arbeiten von Wallace an, dessen Anschauungen dem Verfasser vor andern Versuchen auch jetzt noch den Vorzug zu verdienen scheinen, weil sie einer möglichst großen Zahl von Thatsachen Genüge leisten. Man muss diese Anschauung als eine berechnete gelten lassen und sich freuen, dass durch diese graphische Uebersetzung von Wallace's großen Arbeiten dessen Ideen so anschaulich zutage liegen und hoffentlich den Anstoß zu regerer Beschäftigung mit tiergeographischen Fragen geben. In 45 kleinern Karten ist die Verbreitung der landbewohnenden Wirbeltiere, Weichtiere, Großschmetterlinge und der ausgezeich-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1888-1889

Band/Volume: [8](#)

Autor(en)/Author(s): Anonymos

Artikel/Article: [Die Blutgase. 664-669](#)