

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.

(Schluss.)

Ich führte Ihnen¹⁾ die allgemein angenommenen Lehren vor über die chemischen und physikalischen Fragen der Atmung. Aber noch manche Schwierigkeiten sind bis zu einer befriedigenden Erklärung dieser Funktion zu überwinden. Zum Beispiel: ist die Vereinigung des Hämoglobins mit Sauerstoff ein chemischer oder ein physikalischer Vorgang? Wenn Oxyhämoglobin ein chemischer Körper ist, wie kann der Sauerstoff so leicht mittels der Luftpumpe von ihm entfernt werden? Anderseits, ist er eine physikalische Verbindung, warum wird der Sauerstoff nicht nach dem Gesetze vom Drucke absorbiert? Als bemerkenswerte Thatsache ist hervorzuheben, dass Hämoglobin eine für gewöhnliche Temperatur fast konstante Menge Sauerstoff absorbiert, wie groß auch immer die Sauerstoffmenge sein mag in der Gas-mischung, welcher es ausgesetzt ist. Dies trifft so lange zu, als die Sauerstoffmenge nicht unter ein gewisses Minimum herabsinkt, und weist klar darauf hin, dass die Verbindung des Hämoglobins mit dem Sauerstoff eine chemische Verbindung ist. Gesetzt den Fall, wir verringern die Menge des Sauerstoffes in der eingeatmeten Luft, so wird natürlich auch der Partialdruck des Gases ein geringerer; aber es leuchtet ein, dass es genau dieselbe Wirkung haben muss, wenn wir den ganzen Druck vermindern, anstatt die Menge des Sauerstoffes zu verkleinern. Darum können wir die Schwierigkeiten der Atmung in einer sauerstoffarmen Luft beseitigen, wenn wir den Druck vermehren, unter welchem diese Luft eingeatmet wird; und um anderseits die Gefahren einer unter niederem Drucke stehenden Luft zu heben, sollte man der Theorie nach ihren Gehalt an Sauerstoff erhöhen. Bekanntlich enthält die Luft bei einem Drucke von 760 mm 21 Prozent Sauerstoff; sie müsste danach, wenn der absolute Gehalt an Sauerstoff ungeändert bleiben sollte, bei einem Drucke von 380 mm 42 und bei einem Drucke von 250 mm sogar 63 Prozent enthalten. Entsprechend brauchte bei einem Druck von 5 Atmosphären die Luft nur etwa 4 Prozent Sauerstoff zu enthalten. Mit der Steigerung des Druckes steigern wir auch die in einem gegebenen Raume vorhandene Gewichtsmenge Sauerstoff.

Man erkennt nach dem früher Gesagten, dass in allen diesen Fällen der Partialdruck des Sauerstoffes annähernd der gleiche ist — das heißt, nahezu 157 mm Quecksilber; dass allen diesen Fällen Gemeinsame wäre,

1) Vergl. Nr. 17, 18 und 21 dieses Blattes.

dass für alle Umstände der Atmung der Druck des Sauerstoffes dem Drucke des Sauerstoffes in der atmosphärischen Luft nahezu gleich bliebe. Da aber die Absorption des Sauerstoffes durch das Hämoglobin unmittelbar nichts zu thun hat mit dem Drucke, ist es nicht notwendig, dass jede Atmosphäre eine hinreichende Gewichtsmenge Sauerstoff für das Hämoglobin im Blute enthält, wenn der Partialdruck des Sauerstoffes annähernd 157 mm beträgt. Denn das Leben kann unterhalten werden bei beträchtlichen Abweichungen von diesem Normaldruck. So kann nach und nach der Druck vermindert werden bis zu dem Punkte, wo die Zerlegung des Oxyhämoglobins eintritt — das heißt bis herab zu $\frac{1}{10}$ Atmosphäre; dagegen vermögen Tiere auch eine Luft zu atmen, welche das Doppelte oder Dreifache der normalen Sauerstoffmenge enthält, und zwar anscheinend ohne davon beeinflusst zu werden. Dies wurde zuerst beobachtet von Regnault und Reiset, und die Beobachtung wurde bedeutend erweitert von Paul Bert. Dieser hervorragende Physiologe fand, dass selbst eine Steigerung bis zu 8 oder 10 Atmosphären keine merkliche Einwirkung verursacht; erst wenn der Druck bis auf 20 Atmosphären gesteigert wird, tritt der Tod ein unter heftigen tetanischen Erscheinungen. Er zeigte auch, dass unter dem Einflusse von Drucksteigerungen die entsprechende Zunahme des absorbierten Sauerstoffes nur sehr klein war. So betrug die Menge des vom Blute absorbierten Sauerstoffes bei dem Drucke von 1 Atmosphäre etwa 20 Volumprocente, ein Druck von 2 Atmosphären bewirkte eine Zunahme von nur 0,9 Prozent, von 3 Atmosphären eine weitere Steigerung um 0,7 Prozent, 4 Atmosphären um 0,6 Prozent, 5 Atmosphären 0,5 Prozent, 6 Atmosphären 0,2 Prozent, 8 Atmosphären 0,1 Prozent, 9 Atmosphären 0,1 Prozent und 10 Atmosphären ebenfalls 0,1 Prozent. Also von 1 Atmosphäre bis zu 10 Atmosphären erreichte die gesamte Zunahme nur 3,4 Prozent, so dass das Blut statt 20 nun 23,4 Volumprocente Sauerstoff enthielt. Diese Thatsachen lassen erkennen, dass innerhalb gewisser Grenzen das Hämoglobin, wenn es ganz mit Sauerstoff gesättigt ist, indifferent wird gegen weitem Sauerstoff, der durch Druck in das Blut hineingezwängt wird, und dass somit das Blut von Tieren, welche eine die gewöhnliche atmosphärische Luft an Sauerstoffreichtum überragende Luft atmen, nicht höher mit Sauerstoff beladen ist als normales Blut. Auch folgt daraus das praktische Ergebnis, dass es bei der Behandlung von Krankheiten zwecklos ist, die Patienten eine Luft atmen zu lassen, die reicher an Sauerstoff ist als gewöhnliche Luft, weil bei gewöhnlichem atmosphärischem Drucke auf diese Weise nicht mehr Sauerstoff in das Blut eingeht; dass aber, wenn es wünschenswert wäre, das Blut an Sauerstoff überreich zu machen, dies nur geschehen könnte durch Atmung von Sauerstoff unter einem Drucke von 3 oder 4 Atmosphären, in einem Raume, in welchem der Körper des Patienten demselben Drucke unterworfen ist.

Hierbei ist es wichtig, die ungemein große Absorptionsfläche zu beachten, welche dem Sauerstoffe durch die roten Blutkörperchen des Menschen dargeboten wird. In jedem Kubikmillimeter sind enthalten ungefähr 5 000 000 rote Blutkörperchen. Jedes Blutkörperchen hat eine Oberfläche von 0,000 128 Quadratmillimeter. Die im menschlichen Körper vorhandene Blutmenge durchschnittlich zu 4,5 Litern oder 4 500 000 Kubikmillimeter angenommen, beträgt die Anzahl der Blutkörperchen ungefähr 22 500 000 000 000, und dies wiederum würde eine Oberfläche von 2 880 000 000 Quadratmillimetern oder 2880 Quadratmetern ergeben. Das Hämoglobin in einem roten Blutkörperchen macht etwa 12/13 von dessen Gewicht aus. Das Blut eines Menschen von mittlerer Größe kann auf 4536 Gramm geschätzt werden. Dieses Blut enthält ungefähr 13,083 Prozent Hämoglobin; 4536 Gramm werden also etwa 593 Gramm Hämoglobin enthalten. Einen vermutlich wesentlichen Bestandteil des Hämoglobins macht das Eisen aus, und 100 Gramm Blut enthalten davon 0,0546 Gramm. Die gesamte Blutmenge enthält folglich in 4536 Blut etwa 2,48 Gramm Eisen. 150 Tropfen Tinctura ferri chlorati enthalten etwa 0,25 Gramm reines Eisen, und somit leuchtet ein, dass nicht viele Dosen erforderlich sind, um in den Körper eine ebenso große Eisenmenge einzuführen, wie in dem gesamten Blute vorhanden ist.

Die Absorption von Sauerstoff geht demnach wahrscheinlich in folgender Weise vor sich: die eingeatmete Luft ist in den Lungenalveolen durch zarte epitheliale Zellen und durch die endotheliale Wandung der Lungenkapillaren von dem Blute getrennt, welches in letztern zirkuliert. Die Auswechselung der Gase findet durch diese dünnen porösen Häute hindurch statt, so zwar, dass die Schnelligkeit des Ueberganges eine so zu sagen augenblickliche ist. Da der Sauerstoff locker an das Hämoglobin der Blutkörperchen gebunden ist, können die Gesetze der Diffusion nur einen untergeordneten Einfluss auf seinen Durchgang haben, nämlich nur insofern, als er in das Plasma übergehen muss, um die Blutkörperchen zu erreichen. Das Plasma absorbiert bei 35° C etwa 2 Volumprocente, wenn wir den Absorptions-Koeffizienten des Plasmas demjenigen destillierten Wassers gleich annehmen. Viele der Körperchen des Lungenblutes enthalten bei ihrer Rückkehr aus den Geweben ihr Hämoglobin in reduziertem Zustande; letzteres reißt sofort Sauerstoff von dem Plasma an sich. Im nächsten Augenblicke geht Sauerstoff von der Luft in der Lunge in das Plasma über, von welchem wiederum der Sauerstoff schnell durch das Hämoglobin der Körperchen entnommen wird, und so fort. Wenn der Sauerstoff sich nicht in lockerer chemischer Verbindung befände, so würde er nur absorbiert werden, und die absorbierte Menge würde von dem augenblicklichen barometrischen Drucke abhängen, indem sein Partialdruck in demselben Verhältnis wie der Gesamtdruck zu- und abnehmen würde. Eine solche Einrichtung müsste unfehlbar

die Gesundheit beeinflussen. Sänke der Druck bei der Besteigung eines hohen Berges von etwa 400 bis 600 Meter Höhe über dem Meeresspiegel auf annähernd die Hälfte, so müsste dann das Blut nur noch die Hälfte von der normalen Sauerstoffmenge enthalten, und Störungen in den Funktionen des Organismus wären unvermeidlich. Hochfliegende Vögel, in Luftschichten schwebend, wo der Drucke unter die Hälfte eines Atmosphärendruckes herabsinkt, würden unter dem Mangel an Sauerstoff zu leiden haben; aber tief in den Bergwerken und hoch oben auf großen Höhen befinden sich Mensch und Tiere wohl, und der schnell atmende Vogel verfügt über eine genügende Menge Sauerstoff für seine wunderbare Entfaltung von Energie, weil die Menge des im Blute enthaltenen Sauerstoffes nicht vom Druck abhängt. Kempner hat auch dargethan, dass so bald als der Sauerstoffgehalt in der Atmungsluft nur einige wenige Prozente unter das Normale sinkt, der Verbrauch von Sauerstoff durch die Gewebe und die Bildung von Kohlensäure ebenfalls sinken, weil die Oxydationsprozesse im Körper weniger lebhaft werden.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, dass unter gewissen Umständen Gewebe und sogar Organe ihre Funktionen fortsetzen können mit nur wenig Sauerstoff oder ohne denselben. So schreibt Max Marekwald in seinem Werke über die „Innervation der Atmung beim Kaninehen“: „Kronecker und Mac Guire fanden, dass das Herz des Frosches gradeso kräftig schlägt mit Blut, das seiner Gase beraubt ist, wie mit solchem, welches Sauerstoff enthält, während das Asphyxie-Blut, oder Blut mit reduziertem Hämoglobin, bald seine Thätigkeit hemmt“.

Ferner hat Kronecker gefunden, dass Hunde die Ersetzung ihres Blutes durch zwei Drittel bis sogar vier Fünftel seiner Menge von einer 0,6prozentigen Kochsalzlösung ertragen, und von Ott entzog einem Hunde 14/15 seines Blutes und ersetzte dieselben durch Serum vom Pferde, welches frei von Blutkörperchen war. Ein bis zwei Tage nach der Transfusion hatte der Hund nur den fünfundfünfzigsten Teil der normalen Zahl roter Blutkörperchen, so dass er auch nur 1/55 der normalen Sauerstoffmenge besaß. Aber dieser Hund zeigte keine besondern Erscheinungen ausgenommen Schwäche und Schlafsucht; er litt auch nicht an Atemnot, eine merkwürdige Thatsache, wenn wir bedenken, dass das Blut eines erstickten Hundes noch 3 Prozente Sauerstoff enthält, und dass große Atemnot eintreten kann, wenn noch ein Sechstel von der normalen Sauerstoffmenge im Blute vorhanden ist.

Die Bedingungen, welche die Ausscheidung von Kohlensäure regeln, sind ganz verschiedenartig. Wir haben gesehen, dass Kohlensäure fast ausschließlich im Blutplasma enthalten ist, der kleinere Teil davon einfach absorbiert, der größere chemisch gebunden — ein Teil in einer ziemlich festen Verbindung als Natriumkarbonat, ein zweiter Teil

locker und leicht zersetzbar als saures kohlen-saures Natrium, und ein dritter in Verbindung mit Natriumphosphat. In der atmosphärischen Luft ist Kohlensäure nur in Spuren vorhanden, und ihre Spannung in der Luft ist fast gleich Null. Die in den Lungen enthaltene Luft wird nicht bei jedem Atemzuge gänzlich ausgetrieben, sondern es bleibt immer ein Teil der Exspirationsluft, reich an Kohlensäure, in der Lunge zurück. Es versteht sich alsdann, dass durch Vermischung der eingeatmeten Luft mit derjenigen, welche in den Alveolen enthalten ist, letztere reicher an Sauerstoff und ärmer an Kohlensäure werden wird; jedoch wird die Luft in den Alveolen stets mehr Kohlensäure enthalten als die atmosphärische Luft. Pflüger und Wolffberg haben ermittelt, dass die Menge der Kohlensäure in der Alveolenluft rund 3,5 Volumprocente beträgt, sonach wird ihre Spannung betragen

$$\frac{3,5 \times 770}{100} = 27 \text{ mm Quecksilber.}$$

Die Spannung der Kohlensäure in dem Blute der rechten Herzkammer (das als Beispiel gelten soll für venöses Lungenblut) beträgt nach Strassburg bis zu 5,4 Prozent = 41 mm Quecksilber und ist um 14 mm höher als diejenige in der Alveolenluft. Kohlensäure wird deshalb mittels Diffusion aus dem Blute so lange in die Alveolenluft übergehen, bis die Spannung der Kohlensäure in dieser und im Blute gleich geworden ist. Ehe das Gleichgewicht erreicht ist, beginnt die Ausatmung und entfernt einen Teil der Luft aus den Alveolen, so dass die Spannung der Kohlensäure wieder geringer als im Blute wird. Während der Expiration und der darauffolgenden Pause nimmt die Ausstoßung von Kohlensäure ihren Fortgang. Diese physiologische Einrichtung bietet einen Vorteil für die Diffusion; würde durch die Ausatmung alle Luft aus den Lungen ausgestoßen, so dass die Lungen von Luft entleert würden, so würde die Diffusion während der Expiration und der darauffolgenden Pause ganz und gar aufhören, und sie wäre nur möglich während der Inspiration. Damit würde eine weniger vollkommene Trennung der Kohlensäure von dem Lungenblute verbunden sein. Da aber Luft in den Lungen verbleibt, vollzieht sich die Diffusion zwischen Lungenblut und Lungenluft ununterbrochen, und Schwankungen treten nur in der Schnelligkeit ein (Munk).

Jede Betrachtung der gasigen Bestandteile des Blutes würde unvollständig sein ohne einen Hinweis auf die geistreiche, neuerdings aufgestellte Theorie von Professor Ernst Fleisohl von Marxow in Wien, dargelegt und veranschaulicht in seinem Werke „Die Bedeutung des Herzschlages für die Atmung; eine neue Theorie der Respiration“ — ein ausgezeichnetes Werk gleichermaßen durch den Nachdruck, mit welchem eine gründliche Kenntnis der Physik auf physiologische Probleme angewendet ist, wie durch eine scharfsinnige und feine Dialektik. Der Verfasser beginnt mit den einander widersprechenden Behauptungen: von allen tierischen Stoffen ist Hämö-

globin derjenige, welcher die größte Anziehungskraft auf Sauerstoff ausübt — oder es gibt Stoffe in dem Tierkörper, welche, wenigstens gelegentlich, eine stärkere chemische Hinneigung zum Sauerstoff haben als Hämoglobin. Wenn die Gewebe eine größere Anziehungskraft auf Sauerstoff ausüben als Hämoglobin, woher kommt es, dass in dem Blute von erstickten Tieren noch eine beträchtliche Menge Sauerstoff, in einigen Fällen bis 5 auf 100 Raumteile, sich vorfindet? Es ist wohlbekannt, dass das Blut solcher Tiere ohne Unterschied das Spektrum des Oxyhämoglobins giebt. Die Gewebe verbrauchen somit nicht allen Sauerstoff des Oxyhämoglobins, und sie können also nicht eine größere Anziehungskraft auf den Sauerstoff ausüben als Hämoglobin. Da aber die Gewebe zweifellos Besitz von dem Sauerstoff ergreifen und dasselbe dem Hämoglobin desselben entziehen, so möchte es anderseits doch so scheinen, als übten sie wirklich eine stärkere Anziehungskraft auf ihn aus. Nach Fleischl von Marxow besteht somit hier ein Widerspruch, und daraus folgt, dass unsere Theorien über die letzten chemischen Veränderungen bei der Atmung nicht ausreichend begründet sind.

Es könnte bezüglich dieses Punktes entgegnet werden, dass der Tod eines Tieres infolge von Erstickung, wobei Sauerstoff noch im Blute zurückbleibt, kein Beweis ist dafür, dass die Gewebe ihre Fähigkeit verloren haben, Sauerstoff vom Hämoglobin zu entnehmen. Dies zeigt nur an, dass gewisse Gewebe, wahrscheinlich diejenigen der nervösen Zentren, mehr Sauerstoff bedürfen als ihnen zugeführt wird; deshalb bleibt dieser Teil des körperlichen Mechanismus stillstehen, was den Tod des ganzen Körpers zur Folge hat. Andere Gewebe leben noch und verbrauchen Sauerstoff so lange, als ihre Lebensfähigkeit dauert. Allerdings muss ich zugeben, dass es ein auffälliger Umstand ist, wenn die Nervengewebe aufhören thätig zu sein, ehe sie das letzte Atom Sauerstoff aus dem Blut an sich gerissen haben.

Haben aber, wie alle annehmen, die Gewebe eine Verwandtschaft zum Sauerstoff, und räumen wir zum Zwecke der Beweisführung ferner ein, dass diese Verwandtschaft nicht stark genug ist, um den Sauerstoff von dem Oxyhämoglobin vollkommen zu trennen, können wir dann irgend eine physikalische Thätigkeit bemerken, welche in erster Stelle das Werk der Trennung vollbringen und damit den Geweben den Sauerstoff in einer Form darbieten würde, in welcher sie denselben schnell aufnehmen könnten? Fleischl behauptet, dass er eine solche Wirkung oder Thätigkeit in dem Schlage des Herzens entdeckt habe. Er gründet diese Lehre auf einige bemerkenswerte Versuche, welche leicht mit einer fest schließenden Spritze nachgemacht werden können. 1) Man tauche die Spritze ganz in Wasser ein, drücke einen Finger auf die Mündung, ziehe den Stöpsel auf ungefähr die Hälfte der Länge in der Spritze empor und entferne dann plötzlich den Finger von der Mündung. Das Wasser wird hinein-

schießen, gleichzeitig aber wird Gas in beträchtlicher Menge abgegeben werden, so dass das Wasser für kurze Zeit ganz schaumig ist. Das konnte man vorausschen. 2) Man entleere sorgsam die Spritze von Luft und ziehe sie allmählich halb voll Wasser. Hernach lege man den Finger auf die Mündung und ziehe den Stöpsel ein wenig an, so dass ein Vakuum über der Flüssigkeit bleibt. Unter solchen Bedingungen werden einige große Gasblasen aus dem Wasser entweichen, aber das Wasser wird nicht schaumig werden. 3) Man entleere die Spritze, fülle sie halb voll Wasser, hebe sie schräg empor, so dass der Stöpselgriff oberhalb des Wassers ist, schlage auf den Griff kräftig mit einem Stücke Holz, letzteres wie einen Hammer gebrauchend; dann ziehe man den Stöpsel ein wenig in die Höhe, so dass ein Vakuum oberhalb der Flüssigkeit entsteht. Man wird jetzt beobachten, wie eine so bedeutende Gasmenge abgegeben wird, dass sie die Flüssigkeit schäumen macht. Bei diesem Versuche hat ersichtlich der Schlag auf den Stöpselgriff die Art und Weise verändert, in der das Gas entweicht, wenn ein Vakuum über der Flüssigkeit hergestellt wird. Diese Versuche können auch mit einer langen Barometer-Röhre angestellt werden, welche mit einem Hahn an dem einen Ende versehen ist und am andern durch einen Kautschukschlauch mit einem beweglichen Quecksilberbehälter in Verbindung steht. Bewegt man den letztern nach unten, so kann ein Toricelli'sches Vakuum hergestellt und Wasser kann eingelassen werden, ebenso wie bei der Spritze. Ueber die Wirkungen des Schlages kann unter diesen Umständen kein Zweifel bestehen; die Versuche sind äußerst interessant vom physikalischen Standpunkte aus. Fleischl behauptet, dass, wenn Gase in Flüssigkeiten absorbiert sind, ähnliche Bedingungen herrschen wie bei der Auflösung krystallinischer Körper. Schüttelt man eine gashaltige Flüssigkeit, zumal durch einen plötzlichen scharfen Ruck, so wird die zwischen den Molekeln der Flüssigkeit und denen des Gases bestehende lockere Verbindung getrennt, und die Gasmolekeln liegen außerhalb der Flüssigkeitsmolekeln und zwischen diesen. Ein Stoß also verwandelt eine wirkliche Lösung in eine solche, in welcher Flüssigkeits- und Gasmolekeln neben einander sich befinden; und wenn bald nach dem Stoße ein Vakuum gebildet wird, so treten kleine Gasblasen leichter auf, als wenn ein solcher Stoß nicht angewendet worden war.

Er wendet alsdann diese Theorie auf die Erscheinungen der Zirkulation und Respiration an. Von der Frage ausgehend, warum der Schlag des Herzens so plötzlich und so heftig sein sollte, wenn eine viel sanftere und in die Länge gezogene rhythmische Bewegung genügend wäre, um in dem Arteriensystem diejenige Spannung zu erhalten, von welcher die Bewegung der Flüssigkeit abhängt, stellt er kühn die Meinung auf, dass jener Schlag zur Absonderung der Gase diene. Das Blut wird in Bewegung erhalten durch aufeinander

folgende schnelle plötzliche Stöße, weil für die Entnahme des Sauerstoffes durch die Gewebe und die Absonderung der Kohlensäure durch die Lungen es nicht genügt, dass das Blut in gleichmäßiger Bewegung seinen Kreislauf zurücklegt; und deshalb wird ihm ein kurzer harter Stoß gegeben, unmittelbar ehe es in die Lungen eintritt, und unmittelbar nachdem es die Lungen verlassen hat. Diese Stöße machen die Gase aus dem Zustande der echten Absorption frei, sie werden nun in der Flüssigkeit vielmehr in einem Zustande feiner Verteilung vorhanden sein. Dieses Verhältnis ist günstig für die Abgabe der Kohlensäure in den Lungen und für den Verbrauch des Sauerstoffes durch die Gewebe.

Fleischl behauptet dann weiter, dass auch lockere chemische Verbindungen durch Stöße gelöst werden können, indem das Gas in den Zustand feiner molekularer Verteilung übergeht, und dass eine schnelle Wiederholung der Stöße eine Wiedervereinigung verhindert. Als Beispiele für solche lockere Verbindungen führt er Oxyhämoglobin an und die Verbindungen der Kohlensäure mit den Salzen des Plasmas. Hier aber krankt nach meiner Ansicht die Theorie an dem Mangel experimentellen Beweises. Kein Beweis liegt vor dafür, dass Stöße, wie diejenigen der Zusammenziehung des rechten und linken Herzventrikels es sind, Gase aus solchen lockern chemischen Verbindungen frei machen können; der Vergleich mit der plötzlichen, explosiven Zerlegung chemischer Verbindungen durch Stoß oder schwingende Bewegungen scheint mir doch zu gewagt.

Einige der Anwendungen der Theorie sind sehr überraschend. So vermutet beispielsweise Fleischl, dass Asphyxie eintritt, ehe der Sauerstoff aus dem Blute verschwunden ist, weil letzterer von dem Hämoglobin so fest gehalten werde, dass die Gewebe sich nicht seiner bemächtigen können. Nehmen wir an, es würde durch die Atmung gar kein Sauerstoff eingeführt. Man weiß, dass alles Blut im Körper durch Herz und Lungen in der Zeit einer vollkommenen Zirkulation hindurehgeht — das ist in etwa zwanzig Sekunden. Wir wissen durch Pflüger, dass innerhalb dieser Zeit etwa ein Drittel des Sauerstoffes von den Geweben aufgebraucht wird. Nach der Perkussions-Theorie macht der Stoß des linken Ventrikels das Blut arteriell, das heißt macht den Sauerstoff des Hämoglobins frei, und dieses arterielle Blut geht nun zu den Geweben. Das Hämoglobin jedoch bekäme nicht Zeit genug, um wieder mit Sauerstoff sich zu verbinden, und zwar wegen der aufeinander folgenden Stöße des Herzens und der in den Arterienverzweigungen anhaltenden vibrierenden Bewegung. Der freie Sauerstoff wird bei dem Kreislauf durch die Kapillaren bis zu einem Drittel von den Geweben aufgebraucht. Nach dem Verlassen der Kapillaren verbinden sich die zwei Drittel wieder mit dem Hämoglobin und kehren in diesem Zustande zu dem Herzen zurück, zugleich mit einem Drittel des Hämoglobins, welches

seinen Sauerstoff verloren hat. Unter gewöhnlichen Bedingungen würde dieses eine Drittel wieder Sauerstoff aus den Lungenalveolen erhalten; aber wenn dort aller Sauerstoff aufgebraucht worden ist, kann es natürlich gar keinen Sauerstoff aufnehmen. Das Blut fließt von den Lungen zum linken Ventrikel, wo es wieder arteriell gemacht und wieder durch die Arterien hinausgesendet wird; aber da nun in der kapillaren Zirkulation eine große Menge freien Hämoglobins vorhanden ist, so wird dieses von einem Teile des Sauerstoffes Besitz ergreifen, und die Gewebe werden weniger davon abbekommen als ihr gewöhnlicher Bedarf ausmaecht. Mit jedem weitem Kreislaufe wird die für die Gewebe verwertbare Sauerstoffmenge kleiner und kleiner werden, bis zuletzt die Gewebe keinen erhalten, weil aller durch den Schlag des linken Herzventrikels freigemachte Sauerstoff bei der Zirkulation durch die Kapillaren von dem reduzierten Hämoglobin mit Beschlag belegt wird. Die Gewebe sterben am Mangel an Sauerstoff, weil zu viel reduziertes Hämoglobin anwesend ist, ein Stoff, der eine größere Anziehungskraft auf den Sauerstoff ausübt, als es die Gewebe vermögen; und dieses Ergebnis würde, wie es beim ersticken der Fall ist, wahrscheinlich innerhalb der Dauer von sechs bis acht ganzen Kreisläufen — das heißt nach drei bis vier Minuten eintreten.

Aus den Verhandlungen gelehrter Gesellschaften.

Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin.

Sitzung vom 16. Oktober 1888.

Herr Nehring sprach über den Einfluss der Domestikation auf die Größe der Tiere, namentlich über Größenunterschiede zwischen wilden und zahmen Grunzochsen (*Poëphagus grunniens*). Es ist eine alte Kontroverse, ob die wilden Tierarten durch Domestikation größer oder kleiner werden; manche Autoren haben die erstere, manche die letztere Ansicht vertreten. Nach meinem Urteil lässt sich eine allgemein giltige Antwort auf jene Frage überhaupt nicht geben; es kommt auf die Umstände an. Dennoch scheint es die Regel zu sein, dass die Domestikation¹⁾, namentlich in ihren ersten Stadien und insbesondere bei den langsam wachsenden Säugetieren, eine deutliche Verkleinerung der Statur und eine ansehnliche Verminderung der Körpermasse herbeiführt. — Im allgemeinen ist die freie Natur die beste Tierzüchterin, d. h. sie bietet den Tieren, sofern das Klima und die sonstigen Verhältnisse des betr. Landes überhaupt für die in betracht kommenden Arten passen, die günstigsten Bedingungen für ein dauerndes Gedeihen dar. Dagegen pflegt die Domestizierung von seiten des Menschen zunächst durchweg eine Verschlechterung der Existenzbedingungen für die betroffenen Tiere mit sich zu führen, und da fast alle erfolgreichen Domesti-

1) Ich verstehe hier die Ausdrücke „Domestikation“ und weiterhin „domestiziert“ in dem allgemeineren Sinne, in welchem Darwin sie gebraucht, nicht in dem engeren Sinne, den Settegast (Die Tierzucht, 5. Aufl., I. S. 56) damit verbindet.

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. 755-763](#)