

## 7.

**Nachtrag zur Abhandlung „Ueber die Beziehung der Respiration  
zur Muskelthätigkeit und die Bedeutung der Respiration  
überhaupt.“ (Archiv XXI. 386.)**

Von Moritz Traube, Dr. phil. in Ratibor.

Die bisher geltende Ansicht, dass die Respiration im Wesentlichen nur die Wärmeerzeugung zum Zweck habe, hat zu den verkehrtesten Folgerungen Veranlassung gegeben.

So hat man geglaubt, dass der Mehrverbrauch von Sauerstoff bei der Arbeit nur zur Wärmebildung diene und Herr Voit meint (S. 188), dass die Gebirgsbewohner für beschwerliche Bergbesteigungen nur deshalb Fettahrung geniessen, um den überschüssig zugeführten Sauerstoff in Beschlag zu nehmen, der sonst das Eiweiss ihres Körpers angreifen würde. Welche physiologische Bedeutung eine vermehrte Wärmebildung bei der Arbeit haben solle, dafür hat Herr Voit weder eine Erklärung gegeben, noch überhaupt nach einer solchen gesucht. Die Respiration erschien eben nur als Heizapparat und die Wärme in allen Fällen als Selbstzweck. Wo respirirt wurde, musste Wärme entwickelt werden, und wo Wärme zum Vorschein kam, wurde die Respiration für ihre Mutter gehalten.

Alle Thatsachen aber sprechen dafür, dass die bei körperlicher Anstrengung gesteigerte Wärmeentwicklung, wenn auch in letzter Instanz selbstverständlich von chemischen Prozessen herrührend, doch nicht unmittelbare Folge der verstarkten Respiration ist.

Es tritt zunächst

1) zur Herbeischaffung der grösseren Menge Sauerstoff, die die Muskeln für ihre Thätigkeit bedürfen, eine Verstärkung der Herzaction ein, welche durch die Reibung des Blutes in den Gefässen und Capillaren wohl ihrem ganzen Werthe nach in Wärme übergeht.

2) Es erhöht sich, wie unmittelbare Beobachtungen lehren, bei der Contraction die Temperatur der Muskeln selbst.

Hätte diese Temperaturerhöhung eine physiologische Bedeutung in dem Sinne, dass sie zum Zustandekommen der Muskelthätigkeit nothwendig oder behilflich wäre, so müssten die arbeitsfähigsten Organismen auch die meiste Wärme bei der Arbeit entwickeln.

Die tägliche Erfahrung aber belehrt uns vom Gegentheil. Je kräftiger ein Individuum ist, um so weniger erhitzt es sich bei körperlicher Anstrengung — eine Thatsache, die darauf hindeutet, dass die Wärmeentwicklung während der Muskelthätigkeit zu dieser in einem antagonistischen Verhältniss steht, dass sie von Widerständen herrührt, die die Muskeln in sich selbst zu überwinden haben und die verschieden gross sind je nach der Beschaffenheit der Organismen.

In der That müssen die Widerstände in dem Maasse zunehmen, als die Anzahl der contractilen, activen Moleküle im Muskel geringer ist im Verhältniss zu seiner übrigen passiven Masse.

Je schlechter die Muskeln genährt sind, je weniger Muskelfibrin und je mehr Fett oder Wasser (schlecht genährte Muskeln sind bekanntlich wasserreicher, als gut genährte) sie enthalten, um so mehr Kraft müssen die activen Moleküle verwenden, um die Reibungswiderstände der passiven Moleküle zu überwinden und deren Verschiebung zu bewirken. Je weniger active Moleküle überdies in einem Muskel enthalten sind, um so stärker müssen sie sich anziehen, um einen gleichen Grad von Verkürzung des Organs zu erzielen; wodurch eine weitere Vermehrung der Widerstände gesetzt ist.

Aber selbst kräftige, gut genährte Muskeln werden unter Umständen genau dieselben Erscheinungen vermehrter Widerstände darbieten. Bei nicht genügender Entwicklung der Brustorgane können sie die für anstrengende Arbeit erforderlichen Sauerstoffmengen innerhalb gegebener Zeit nicht erhalten. Die nicht mit Sauerstoff gesättigten und dadurch der Contraction unfähigen Moleküle verhalten sich dann, wie im vorerwähnten Falle, die unwesentlichen passiven Muskelbestandtheile, die der Contraction einen mit der Grösse derselben wachsenden Widerstand entgegensetzen.

Es wird uns hierdurch in ausgezeichneter Weise die innige Beziehung der Respirationsorgane zur Leistungsfähigkeit der thierischen Organismen klar, eine Beziehung, die die Praxis längst erkannt hat, ohne dass die Wissenschaft eine Erklärung dafür zu geben im Stande war. Das edle Raçepferd könnte seine herrliche Muskulatur nicht vollständig verwerten, wenn es durch Dehnung seiner mächtigen Lungen nicht in gegebener Zeit grosse Mengen Sauerstoff aufnehmen und seinen Muskeln durch volle Sättigung mit diesem Gase die grösste Leistungsfähigkeit geben, andererseits die Widerstände in denselben auf das unvermeidliche Minimum herabdrücken könnte.

Man sieht auch ein, wie schwer enghüstigen oder herzkranken Menschen, selbst bei guter Ernährung der Muskeln, jede Anstrengung derselben werden muss. Gerade sie, denen die Beschaffung des hierzu nöthigen Sauerstoffs schon an sich ein Gegenstand erhöhter Arbeit ist, sind gezwungen, für gleichen Effect eine grössere Menge Sauerstoff aufzunehmen, weil ein grosser Theil der von ihnen entwickelten Kraft schon im Muskel selbst durch vermehrte Widerstände in Wärme umgesetzt und nutzlos gemacht wird.

Es ist endlich ersichtlich, welchen segensreichen Einfluss fleissige körperliche Bewegung auf die Entwicklung jugendlicher Organismen üben muss. Abgesehen von der Kräftigung der Muskeln selbst, wird hier auch die Entwicklung der Respirationsorgane begünstigt, von welchen, wie wir gesehen haben, der Grad der Leistungsfähigkeit des ganzen Organismus wesentlich abhängt.

Als einen anderen Fall unrichtiger Auffassung, zu welchen die bisherige Theorie der Respiration Veranlassung gab, haben wir die Deutung anzuführen, die man der Respiration der Kaltblüter gegeben hat. Man nahm als selbstverständlich an, dass auch diese Thiere nur der Wärme wegen atmen; ja, Gavarret schlug in Rück-

sicht hierauf sogar vor, sie nicht mehr Kaltblüter, sondern Thiere „mit veränderlicher Temperatur“ zu nennen.

Allerdings sind die Kaltblüter in vielen Fällen etwas wärmer, als die Umgebung; diese Differenz aber beträgt, namentlich bei den kleineren Thieren, gewöhnlich nur Bruchtheile eines Grades, und bei den weiten Grenzen, innerhalb welcher ihre Temperatur überhaupt schwankt, ist es völlig ungerechtfertigt, jenen kleinen Differenzen eine irgend erhebliche physiologische Bedeutung zuschreiben zu wollen. Man wird zugeben, dass die bei dem Frosch beobachtete Temperaturerhöhung von  $0,04^{\circ}\text{C}$ . auf sein Bestinden keinen Einfluss üben kann, da seine Lebensenergie innerhalb der Temperaturgrenzen von  $12$  bis  $24^{\circ}$  keine wahrnehmbare Verschiedenheit zeigt.

Es sind eben nur die so bedeutenden Schwankungen der äusseren Wärme, die auf die Lebenstätigkeit der Kaltblüter eine auffallende Wirkung üben; es ist die Wärme des Frühjahrs, die sie aus der Erstarrung weckt, und wenn der Winter kommt, so vermag sie die geringe Wärme, die sie aus sich selbst entwickeln, nicht gegen die Erstarrung zu schützen, der sie unerbittlich anheimfallen.

Sie verhalten sich in Bezug auf Wärmeentwicklung ähnlich, wie jede beliebige Anhäufung feuchter, organischer Stoffe. Jede gährende Masse, der erste beste Düngerhaufen zeigt eine etwas höhere Temperatur, als die Umgebung und die Energie jedes Gährungsvorganges wächst und fällt mit der äusseren Temperatur.

Die Frage nach der Bedeutung der Respiration bei den Kaltblütern kann uns nicht mehr in Verlegenheit setzen. Der offenbar bedeutungsvollste aller vitalen Vorgänge, der das Leben souverän beherrscht, stellt sich uns nicht mehr dar als der blosse Ofen, der uns in vielen Fällen überflüssig erscheinen musste, sondern als die Quelle der wichtigsten Lebenstätigkeiten, vor Allem der Muskelthätigkeit.

## X.

### Auszüge und Besprechungen.

#### 1.

##### A. Adrian, Ueber die Functionen des Plexus coeliacus und mesentericus. Inauguralabhandlung. Giessen 1861.

Verfasser beginnt mit einer Zusammenstellung der bis jetzt über diesen Gegenstand vorhandenen Angaben, indem er der Arbeiten von Volkmann, Job. Müller, Pincus, Schiff, Budge ausführlich erwähnt. Darnach gibt er im § 2. eine genauere anatomische Beschreibung des genannten Plexus beim Hunde in folgender Weise: