

Interessant wäre es natürlich, wollten nun, nachdem sich mir zufällig eine derartige Erscheinung geboten, Forscher, die z. B. Fischzucht treibenden Anstalten oder Aquarien näher stehen, das Leben auch anderer Arten in der bestimmten Richtung während und außerhalb der Paarungszeit beobachten und nachsehen, ob analoge Beziehungen vorkommen. [33]

Breslau, den 16. Dezember 1896.

Zur physiologischen Bedeutung der Luftsäcke bei Vögeln.

Scheinbar angeregt durch meine Dissertation „Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Atemwerkzeuge bei Vögeln“ hat v. Lendenfeld in Bd. XVI Nr. 21 dieser Zeitschrift eine Arbeit über die physiologische Bedeutung der Lufträume bei den fliegenden Tieren veröffentlicht, worin er in Erwägung zieht, ob die Lufträume der Vögel und Insekten 1. ausschließliche accessorische Atmungsorgane oder Atmungshilfsorgane, 2. ausschließliche Bewegungs- (Gleichgewichtserhaltungs- oder das spezifische Gewicht regulierende) Organe seien oder ob sie 3. beide Funktionen zugleich verrichten. Dabei kommt er zu einem Schlusse, welcher von der von mir vertretenen Anschauung wesentlich abweicht, dass nämlich die Luftsäcke namentlich bei den Vögeln die Atmungsthätigkeit zwar einigermaßen unterstützen, dass aber deren „Hauptzweck doch ein mechanischer, das spezifische Gewicht des ganzen Tieres herabsetzender, das spezifische Gewicht und die Größe seiner Teile sowie die Lage des Schwerpunktes regulierender“ sei.

Ganz abgesehen davon, dass es bis jetzt keinem einzigen von den Vielen, die sich mit der physiologischen Bedeutung der Luftsäcke befasst haben, und mir zu allerletzt eingefallen ist, dieselben ausschließlich als Atmungsorgane anzusprechen, was aus Abs. 1 S. 76 meiner Dissertation klar hervorgehen dürfte¹⁾, — ist nach meiner Ansicht eine derartige Abstufung bezüglich der Wichtigkeit der verschiedenen Funktionen eines Organs durchaus unwissenschaftlich gedacht.

Denn angenommen zunächst die Ansichten Lendenfeld's wären richtig — so wären dennoch die Luftsäcke ebenso unentbehrlich für die normale Atmung wie für das Fliegen notwendig.

Mit gleichem Rechte könnte man ja auch die Frage aufwerfen, ob die Harnröhre der männlichen Säuger wichtiger sei, für die Ausfuhr der Produkte der Harnorgane oder der Geschlechtsorgane!

Nun ist aber die das spezifische Gewicht herabsetzende Wirkung der Luftsäcke eine längst abgethane Sache. Es wird allgemein anerkannt, dass durch die Anwesenheit der Luftsäcke im Vogelkörper

1) Ich sagte dort: „Ueber die Bedeutung des pneumatischen Apparates für die Verminderung des Gesamtgewichtes und dessen sonstige Beziehungen zur Flugbewegung etc. ist kaum etwas Neues zu sagen“.

dessen äußere Oberfläche eine Vergrößerung erfährt ohne entsprechend an Gewicht zuzunehmen; auch ist der Inhalt der Luftsäcke höher temperiert und folglich leichter als die Außenluft. Aber diese Gewichtsverminderung ist eine geringe und die Flugfähigkeit ist davon sicherlich unabhängig. Denn wie sollte man sich — um zu einem alten Beispiele zu greifen — diese Wirkung der Luftsäcke vorstellen, bei einem Sperling, der sich den Kropf mit Körnern gefüllt hat oder gar bei einem Adler der ein Lamm in die Lüfte emporträgt, das schwerer ist als er selbst?

Was aber die Unterstützung der Gleichgewichtserhaltung (Verlagerung des Schwerpunktes) durch Veränderung der Füllungsgrade der verschiedenen Luftsäcke während des Schwebens betrifft, worauf v. Lendenfeld das Hauptgewicht legt, so hat genannter Forscher zunächst ganz außer Acht gelassen, dass für diesen Fall — wie ich dies zuerst gethan habe — angenommen werden müsste, dass während des Fluges eigentliche Atembewegungen gar nicht ausgeführt werden sondern der Brustkorb inspiratorisch festgestellt bleibt. Denn da eine regelmäßige Atmung, wie wir sie am ruhenden Vogel beobachten ohne fortwährende Verengerung und Erweiterung der Luftsäcke schlechterdings unmöglich ist, so müsste — wollte man die v. Lendenfeld'sche Ansicht gelten lassen — der schwebende Vogel mit jedem Atemzuge seine Stellung ändern. Allein selbst unter dieser Voraussetzung haben die Annahmen v. Lendenfeld's kaum eine Berechtigung. Es ist zunächst mehr als unwahrscheinlich, dass der schwebende oder fliegende Vogel im Stande ist durch Kontraktion seiner Körpermuskeln die Luftsäcke einzeln zusammenzuziehen oder auszudehnen. Der Vogel kann alle Luftsäcke gleichzeitig erweitern oder zusammenziehen, hat es aber nicht in seiner Gewalt, die Luft aus einem Luftsack in einen andern hineinzupressen, jenen zu verkleinern, diesen aufzublähen. Geradezu undenkbar wäre eine derartige Verschiebung der Luft aus Luftsäcken der rechten Körperhälfte nach den der linken oder umgekehrt.

Außerdem würde diese willkürliche Zusammenziehung der Körpermuskulatur nur mit unverhältnismäßig hohem Kraftaufwand erreicht und der Effekt wäre ein äußerst minimaler. Die geringste Aenderung der Kopf- bezüglich Hals- und Schwanzhaltung oder der Flügelstellung — und die gleiche Wirkung ist leichter und rascher hervorgebracht, besonders wenn es sich um richtige Ausnützung der Windkraft handelt.

Luftsäcke des Kopfes, von denen v. Lendenfeld spricht, giebt es nicht; es giebt hier wohl lufthaltige Knochen, allein diese stellen durchaus nichts dem Vogel allein zukommendes dar, sind vielmehr vollkommen identisch mit den Luft enthaltenden Knochen (Nasennebenhöhlen u. s. w.) der Säger, wenn auch bei Vögeln viel voll-

kommener. Stärker als z. B. beim Condor sind sie übrigens bei Eulen ausgebildet.

Um nun zur Bedeutung der Luftsäcke für die Atmung — nach v. Lendenfeld deren Nebenfunktion — überzugehen, so vertrete ich die Ansicht, dass die Luftsäcke den mechanischen Teil der Atmung d. h. die Ventilation des äußerst blutreichen, an sich aber kaum einer Volumsveränderung fähigen Lungengewebes besorgen und zwar in ausgezeichneter Weise, indem sie sowohl bei der Ein- als auch bei der Ausatmung große Menge verhältnismäßig sauerstoffreicher Luft an den Lungenkapillaren vorbeijagen. Hiegegen wendet v. Lendenfeld ein, dass „die anatomischen Verhältnisse nicht für die Richtigkeit meiner Auffassungen sprächen. Wenn das die einzige oder hauptsächlichste Funktion der Luftsäcke wäre, so müsste man jedenfalls erwarten, Einrichtungen anzutreffen, welche bewirkten, dass die ganze Luft der Luftsäcke oder doch der größte Teil derselben den eigentlich respiratorischen Teil des Atmungssystemes passierte“.

Jedermann, der nun aber meine Abhandlung aufmerksam gelesen hat, wird mir darin beistimmen, dass die darin vertretene Atemtheorie auch anatomisch durchaus begründet ist.

Gerade die im Verhältnis zu den Lungen außerordentliche Größe der Luftsäcke ist es, welche bedingt, dass auch bei der Ausatmung große sauerstoffreiche Luftmengen die Lungen passieren. Bei der expiratorischen Verengerung der Luftsäcke werden große Luftquantitäten zunächst in den Hauptbronchus eingepresst, der seinerseits wieder siebartig durchlöchert ist von zahlreichen weiten (nicht „engen“ wie v. Lendenfeld meint) Bronchialabzweigungen der Lungen. In diese muss nun die unter hohem Drucke stehende Luft eindringen; dies wird ihr aber um so leichter als die Alveolarräume und Lungenpfeifen benachbarter Lungenteile häufig mit einander in offener Verbindung stehen, so dass die Luft überall frei durchstreichen kann.

Vollkommen überflüssig sind unter diesen Umständen „Einrichtungen, welche bewirkten, dass die ganze Luft der Luftsäcke“ etc. die Lungen passierten. Oder sollte man nicht auch erwarten, dass sich in der Säuglerlunge (bezüglich dem Blute) Einrichtungen fänden, welche bewirkten, dass sämtlicher Sauerstoff der Atemluft aufgebraucht würde, während wir doch wissen, dass bloß etwa ein Fünftel desselben gebraucht wird?

An dieser Stelle dürfen die neuerdings veröffentlichten Versuche von Siefert¹⁾ nicht unerwähnt bleiben, durch welche festgestellt wurde, dass Tauben auch nach Zerstörung sämtlicher erreichbarer Luftsäcke und des Zwerchfells weiter zu atmen im Stande sind. Hiedurch glaubt Siefert einwandfrei bewiesen zu haben, dass „weder

1) Ueber die Atmung der Reptilien und Vögel von Ernst Siefert. Bonn 1896. Separat-Abdruck aus dem „Archiv f. d. ges. Physiologie“, Bd. 64.

die Luftsäcke noch das sog. Diaphragma“ nötig seien, um den Luftwechsel in den Lungen zu unterhalten.

Abgesehen von der Zerstörung des Zwerchfells habe ich die gleichen Versuche wie Siefert angestellt (bereits Ende 1894; meine Arbeit wurde im April 1895 abgeschlossen) und dabei auch wesentlich die gleichen Ergebnisse erreicht. Zugleich konnte ich — nebenbei bemerkt — feststellen, dass dadurch (nach Vernähung der zur Operation notwendigen Bauchwunde) das Flugvermögen meiner Versuchstiere nicht im Geringsten beeinflusst wurde.

Allein auch diese Befunde entkräftigen meine Annahmen keineswegs weil 1. alle Luftsäcke überhaupt nicht zerstört werden können und 2. die Zerstörung der erreichbaren Luftsäcke hochgradige Atemnot ja Erstickungsgefahr mit sich bringt. Siefert führt diese Atemnot auf den Ausfall der „abdominalen“ Expirationsmuskeln zurück, eine Ansicht die um so weniger Berechtigung verdient, als ich beobachtet habe, dass schon die bloße Eröffnung eines Luftsackes bei vollkommen intakter Bauchdecke oder die Anbohrung eines lufthaltigen Extremitätenknochens eine nicht unwesentliche Steigerung in der Zahl und Tiefe der Atemzüge bedingt, die wieder schwindet, sobald die künstliche Oeffnung verschlossen wird. Gerade aus diesen Versuchen glaube ich mich (und glaube mich noch) berechtigt, Schlüsse auf die Unentbehrlichkeit der Luftsäcke für die normale Atmung zu ziehen.

Man muss einen solchen Versuch mit angesehen haben, um sich einen Begriff davon machen zu können, wie dieses „Weiteratmen“ geschieht. In der durch diese Manipulationen hervorgerufenen äußersten Atemnot wird der Thorax in einer Weise erweitert, wie dies eben bloß in der höchsten Dyspnoë, nie aber bei normaler Atmung geschieht; dazu kommt, dass nun die Lungen außer durch die Trachea auch noch durch etwa 6 weite Oeffnungen Luft schöpfen. Ein derartiges Atmen ist aber durchaus pathologisch und kann uns über physiologische Vorgänge keinen oder nur beschränkten Aufschluss geben.

Meines Erachtens sind die Luftsäcke der Vögel für die Durchlüftung der Lungen, ganz besonders für den Atemmechanismus während des Fluges unentbehrlich, ohne dass ich deren anderweitige Bedeutung für den Vogel bestreiten will.

In den vorstehenden Erörterungen habe ich die Lufträume der Insekten ganz außer Acht gelassen, denn wenn ich auch in meiner Dissertation auf gewissen Ähnlichkeiten zwischen den Luftsäcken der Vögel und dem Tracheensystem der Insekten aufmerksam gemacht habe, so betrachte ich beide doch als zwei grundverschiedene Einrichtungen und würde mir nie einfallen lassen — wie dies v. Lendenfeld thut — Condor und Libelle in einer Klammer zu vereinigen.

M. Baer (Tübingen). [31]

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [17](#)

Autor(en)/Author(s): Baer Max

Artikel/Article: [Zur physiologischen Bedeutung der Luftsäcke bei Vögeln.
282-285](#)