

Richard Nickel

Lehrbuch der Anatomie der Haustiere Band V

Leseprobe

[Lehrbuch der Anatomie der Haustiere Band V](#)

von [Richard Nickel](#)

Herausgeber: MVS Medizinverlage Stuttgart



<http://www.unimedica.de/b15636>

Sie finden bei [Unimedica](#) Bücher der innovativen Autoren [Brendan Brazier](#) und [Joel Fuhrmann](#) und [alles für gesunde Ernährung](#), [vegane Produkte](#) und [Superfoods](#).

Das Kopieren der Leseproben ist nicht gestattet.

Unimedica im Narayana Verlag GmbH, Blumenplatz 2, D-79400 Kandern

Tel. +49 7626 9749 700

Email info@unimedica.de

<http://www.unimedica.de>



tionszyklus nur geringfügig. Die Oberflächenspannung von Röhren mit einem derartig kleinen Kaliber ist so hoch, daß allenfalls eine minimale Erweiterung in Frage kommt. An die Wände der Luftkapillaren lagern sich dicht gedrängt netzartig verzweigte Blutkapillaren an.

Beim Gasaustausch müssen wie bei der Säugerlunge folgende Schichten passiert werden: 1. das Endothel der Blutkapillaren, 2. die verschmolzene Basalmembran von Blut- und Luftkapillaren und 3. die Epithelauskleidung der Luftkapillaren. Die Diffusionsschranke ist wesentlich dünner als bei den Säugetieren ausgebildet. So beträgt sie beim *Haushuhn* durchschnittlich nur 0,3 µm. Auch die Größe der Oberfläche, die für den Gasaustausch zur Verfügung steht, ist beim Vogel relativ sehr viel größer als beim Säuger. So beträgt sie mit ca. 18 cm²/g Körpergewicht beim *Haushuhn* etwa das Zehnfache des Wertes beim Menschen. Die Parabronchien des Neopulmo haben grundsätzlich den gleichen Aufbau wie die des Paläopulmo. Im Unterschied zur ziemlich konstanten Länge der Parabronchien des Paläopulmo besitzen aber die stark verzweigten Parabronchien des Neopulmo keine einheitliche Länge. Im Neopulmo können die kürzesten Verbindungen von einem Primärbronchus zu einem Luftsack weniger als 1 mm betragen, während die längsten 100mal so lang sind. Aufgrund der starken Verzweigung sind auch die Strecken mit voll ausgebildetem respiratorischen Mantel kürzer.

Das **Verhältnis von Paläopulmo zu Neopulmo** ist nicht bei allen Vögeln gleich. Bei Wasservögeln (*Ente*, *Gans*, *Schwan*) ist der Neopulmo schwächer, bei der *Taube* schon stärker und bei *Hühnervögeln* am weitesten entwickelt. Dadurch differiert bei diesen Arten die zusätzliche Verbindung zu den hinteren Luftsäcken, die über die Parabronchien des Neopulmo in beiden Richtungen ventiliert werden können. Allerdings geht mit dem Größerwerden des Neopulmo eine Verkleinerung bis hin zum Verschwinden des kaudalen Brustluftsacks einher. Beim *Puter* fehlt dieser Luftsack völlig, dafür ist sein Neopulmo besonders groß und steht allein mit dem Bauchluftsack in Verbindung.

Blutgefäße der Vogellunge

Über die A. pulmonalis, die kranial des Hauptbronchus in den Lungenhilus eintritt, wird der Lunge venöses Blut zugeleitet. Die Arterie teilt sich und zieht mit ihren Ästen auf kürzestem Weg zu den Parabronchien der Paläo- und Neopulmo. Jeder Parabronchus wird in unterschiedlichen Höhen von kleinen Arteriolen erreicht, die gleichzeitig und gleichmäßig sein Blutkapillarnetz speisen. In enger Verflechtung der Blut- und Luftkapillaren im Parenchymmantel des Parabronchus erfolgt der Gasaustausch. Nahe dem Lumen sammelt sich das arterialisierte Blut in Venulen, die zu immer größeren Venen zusammenfließen, um als V. pulmonalis kaudal des Hauptbronchus den Lungenhilus zu verlassen (ausführliche Darstellung bei ABDALLA, 1989).

Luftsäcke, Sacci pneumatici

Der Lunge sind blasebalgähnliche Anhangsorgane, die Luftsäcke, angeschlossen. Sie stellen passiv dehnbare, sehr dünnwandige Gebilde dar, die mit ihrer Umgebung, Organen und Muskeln, zum Teil bindegewebig verwachsen, zum Teil außen mit Serosa bedeckt, zum Teil aber auch zur Pneumatisation von Knochen als Divertikel in Skelettelemente eingedrungen sind. Ihre Wand wird aus Bindegewebe, das elastische Elemente und glatte Muskelfasern enthält, gebildet. Sie sind von einem einschichtigen Plattenepithel ausgekleidet. In der Umgebung der Verbindung zur Lunge wird das Epithel hochprismatisch. Gelegentlich

werden dort auch Zilien beobachtet. Die Blutversorgung der Luftsackwand ist gering. Die Luftsäcke sind am Gasaustausch nicht beteiligt.

Die Lage und Benennung folgt bei allen Vögeln dem gleichen Schema: Paarig ausgebildet sind der **Halsluftsack**, *Saccus cervicalis*, der **vordere und hintere Brustluftsack**, *Saccus thoracicus cranialis* und *Saccus thoracicus caudalis*, sowie der **Bauchluftsack**, *Saccus abdominalis*. Zu einem unpaaren Sack ist bei den meisten Vogelarten der ursprünglich aus vier Komponenten entstandene **Schlüsselbeinluftsack**, *Saccus clavicularis*, fusioniert. Wegen funktioneller Zusammenhänge bezüglich der Ventilation gehören die genannten Luftsäcke zwei Gruppen an:

Die **vordere Luftsackgruppe**, bestehend aus dem paarigen Halsluftsack, dem unpaaren Schlüsselbeinluftsack und dem paarigen kranialen Brustluftsack, ist den Medioventrobronchien angeschlossen: In der Inspirationsphase füllen sie sich mit Luft, die über die Mediodorso- und Lateroventrobronchien zu den gasaustauschenden Parabronchien geführt wurde und nun verbraucht durch die Medioventrobronchien in die vorderen Luftsäcke eingezogen wird; in der Expirationsphase geben sie die verbrauchte Luft direkt über die Medioventrobronchien an den Hauptbronchus und damit via Luftröhre nach außen ab.

Die **hintere Luftsackgruppe** besteht aus dem paarigen kaudalen Brustluftsack und dem paarigen Bauchluftsack. Sie sind dem Hauptbronchus bzw. dem größeren Lateroventrobronchus direkt angeschlossen. In der Inspirationsphase ziehen sie frische, unverbrauchte Luft ein; in der Expirationsphase pressen sie diese Luft durch die Mediodorso- und Lateroventrobronchien in die Parabronchien hinein, von wo sie verbraucht über die Medioventrobronchien dem Hauptbronchus und der Trachea weitergeleitet wird.

Im einzelnen zeigen die **Sacci pneumatici** beim Huhn (Abb. 156) folgende Besonderheiten:

Die Halsluftsäcke, *Sacci cervicales* (156/b'-b'''), sind bilateral symmetrisch angeordnet und werden vom ersten Ventrobronchus über das Ostium cervicale belüftet. Sie bestehen aus je einem blasenförmigen, im Brustraum untergebrachten Teil und einem langgestreckten, schlauchförmigen Abschnitt, der die Wirbelsäule vom 3. bzw. 4. Brustwirbel bis zum 2. Halswirbel begleitet. Sein zentraler Teil liegt dem Schlüsselbeinluftsack auf und hat nachbarliche Beziehungen zum Kropf und der Speiseröhre bis zum Drüsenmagen. Jeder der beiden Halsluftsäcke entläßt den nach kraniodorsal aufsteigenden *Ductus intertransversarius*, der gemeinsam mit der A. und V. vertebralis durch den Canalis transversarius der Halswirbelsäule verlaufend, bis zum Atlas reicht. Dabei gibt er unterwegs die den Gelenkfortsätzen aufliegenden *Diverticula vertebralia* sowie die durch die Foramina intervertebralia in den Wirbelkanal eintretenden *Diverticula supramedullaria* ab. Diese besitzen kleinkalibrige Ausläufer, die sich mit dem im Wirbelkanal bis zum 1. Halswirbel reichenden *Ductus supramedullaris* verbinden. Von diesem vielfach gegliederten vertebralen Divertikelsystem werden auch die Halswirbel selbst pneumatisiert. Weitere Divertikel pneumatisieren die ersten Brustwirbel und die wirbelnahen Enden der entsprechenden Rippen.

Bei manchen Vogelarten treten *Diverticula intermuscularia* zwischen die Halsmuskeln und *Diverticula subcutanea* unter die Haut des Halses.

Der unpaare, bilateral symmetrische Schlüsselbeinluftsack, *Saccus clavicularis* (156/a'-a'''), ist durch mediane Vereinigung selbständiger Säcke entstanden und steht infolgedessen über je ein Ostium clavicularis mit dem dritten Ventrobronchus der rechten bzw. linken Lunge in Verbindung. Der *Saccus clavicularis* liegt kranial von Herz und Lunge und wird vom knöchernen Schultergürtel und Brustkorb eingeschlossen. An ihm lassen sich ein zentraler, ein rechter und linker kraniolateraler sowie ein kaudaler Abschnitt unterscheiden, denen zahlreiche Divertikel angeschlossen sind. Dieser Luftsack umschließt die ventral von ihm gelegenen Organe wie Trachea, Syrinx, Oesophagus, und die großen, aus dem Herzen kommenden Arterien und Venen. Sein kaudaler Abschnitt entsendet ein bilateral symmetrisches System von Divertikeln, die, ihrer Lage entsprechend als *Diverticulum supracordale* (-/a''') und *Diverticulum subcordale* (-/a'') bezeichnet, das Herz umklammern, sowie solche, die das Sternum und das Korakoid pneumatisieren. Besondere Erwähnung verdienen das *Diverticulum axillare* mit seinem intra- (-/a') und extrathorakalen Teil (-/a'') sowie das *Diverticulum humerale* (-/a'''). Der extrathorakale Abschnitt des *Diverticulum axillare* schiebt sich mit kleinen Buchten zwischen die Muskeln des Schultergürtels ein, während das *Diverticulum humerale* durch ein medial am Proximalende des Humerus befindliches Foramen pneumaticum diesen Knochen fast vollständig ausfüllt.

Die kranialen Brustluftsäcke, *Sacci thoracales craniales* (156/c), stehen über das Ostium thoracale craniale mit einem Ast des dritten Ventrobronchus ihrer Seite in Verbindung. Sie sind in dem von dem horizontalen und dem schrägen Septum sowie von der Brust- und Bauchwand begrenzten Cavum subpulmonale ihrer Seite untergebracht. Divertikel können bei manchen Vogelarten in den sternalen Teil der Rippen entlassen werden.

Im subpulmonalen Raum befinden sich auch die rechten bzw. linken kaudalen Brustluftsäcke, *Sacci thoracales caudales* (156/d). Diese Säcke erhalten ihre Luft über den größten Lateroventrobronchus ihrer Seite.

Die Bauchluftsäcke, *Sacci abdominales* (156/e–e^{IV}), die über das Ostium abdominale mit dem Hauptbronchus ihrer Seite in Verbindung stehen, übertreffen die bisher beschriebenen Luftsäcke bei weitem an Größe, wobei der rechte voluminöser als der linke ist. Dorsal liegen sie den Nieren an und reichen vom Kaudalende der Lunge bis in das Becken hinein. Ihre Lateralfäche grenzt in großer Ausdehnung an das schräge Septum



sowie an die Bauch- und Beckenwand, während sie mit ihren Medialflächen die Baueingeweide umschließen. Damit passen sich die Bauchluftsäcke in Form und Ausdehnung weitgehend den im Eingeweidebauchfell-sack eingeschlossenen Organen (–/6–16) in deren unterschiedlichen Funktionsstadien an. An der Dorsalwand des Bauchluftsacks finden sich den Nieren anliegende *Diverticula perirenalialia* (–/e^{II}), muldenförmige Impressionen der Nieren (–/7) und der dort verlaufenden Blutgefäße (–/8).

Besondere Divertikel umgeben als *Diverticula acetabularia* (–/e^{III}) das Hüftgelenk, während das paarige *Diverticulum iliosynsacrale* (–/e^{IV}), aus dem entsprechenden Bauchluftsack dorsal etwa in Höhe der 7. Rippe hervorgehend, in den Canalis iliosynsacralis eintritt. Es reicht bis etwa zur Höhe des Hüftgelenks und pneumatisiert auch das Synsacrum sowie die angrenzenden Teile des Os ilium.

Die Luftsäcke müssen bereits beim Schlupf in relativer Größe ausgebildet sein, damit sie die Lunge ventilieren können. Zuvor hatte die Chorioallantois den Gasaustausch besorgt. Mit dem Wachstum des Jungtieres nimmt auch die Größe der Luftsäcke zu. Erst mit Ende der Wachstumsphase bilden sich jene Divertikel, die einige Skelettknochen pneumatisieren. Diese Divertikel stehen nämlich nicht im Dienst der Ventilation, sondern sie nehmen den Platz des jugendlichen Knochenmarks ein und tragen zur Gewichtsverminderung des Körpers bei.

Daß die einzelnen Luftsäcke bei den verschiedenen Vogelarten, teils auch in Abhängigkeit zur Differenzierung des Neopulmo, unterschiedlich gestaltet sein können, wurde bereits kurz erwähnt. So kann der **kaudale Brustluftsack** klein sein oder beim Puter ganz fehlen. Der **Schlüsselbeinluftsack** kann bei der gleichen Vogelart mit einem ursprünglich paarigen Anteil auch paarig bleiben, während der zweite paarige Anteil, wie bei den meisten Arten alle vier Komponenten, konfluieren. KING (1966) berichtet über Vogelarten, bei denen alle vier Säcke auch im Adulten isoliert bleiben. Bemerkenswert ist auch, daß bei einigen Vogelarten *Diverticula femoralia* aus dem Bauchluftsack abzweigen und zwischen die Muskeln des Oberschenkels und in den Markraum des Oberschenkelbeins eintreten.

Atembewegungen

Wie bereits eingangs erwähnt, liegen die Lungen volumenkonstant extrem dorsal im Thorax und sind allseitig verwachsen. Für ihre Ventilation müssen die Luftsäcke sorgen, die wie Blasebälge wirken, indem die Expirations- und Inspirationsmuskeln sie komprimieren und erweitern. Dazu wird das Sternum unter Führung der Rippen gegen die Wirbelsäule gehoben bzw. von ihr entfernt, wobei die gedachte Achse dieser Kippbewegung etwa durch die Schultergelenke läuft.

Damit wird verständlich, daß die kranialen Luftsäcke in schwächerem, die kaudalen Luftsäcke in stärkerem Ausmaß an der Ventilation beteiligt sind. Besonders augenfällig wird das Heben und Senken des Kaudalrandes des Brustbeins, aber auch die Bewegung der Rippen. An der Expiration sind folgende Muskeln aktiv beteiligt: die Mm. intercostales interni sowie alle Bauchmuskeln, unterstützt von der Pars minor des M. costosternalis und vom M. costoseptalis. Als Inspirationsmuskeln wirken: Mm. levatores costarum, M. scalenus, Pars major des M. costosternalis und die Mm. intercostales externi (siehe auch Mm. trunci S. 90).

◀ Abb. 156. Lungen-Luftsacksystem eines Huhnes, nach Schummerschen Plastoid-Korrosionspräparaten gezeichnet (WIEK, 1963).

1 linke Seitenansicht; 2 Dorsalansicht; 3 Ventralansicht

A Trachea; B Lunge

a^I–a^{VII} Schlüsselbeinluftsack: a^I zentraler Teil, a^{II} lateraler Teil des Brusteingangs, a^{III}, ^{IV} Divertikel, die das Herz umfassen, a^{III} Diverticulum supracobordale, a^{IV} Diverticulum subcordale, a^V, ^{VI} Diverticula axillaria, a^V intrathorakale Abteilung, a^{VI} extrathorakale Abteilung, a^{VII} Diverticulum humerale, a^{VIII} Diverticulum coracoideum; b^I–b^{III} Halsluftsack: b^I Ursprung, b^{II} Divertikel in den Halswirbeln und um das Halsmark, b^{III} Divertikel in den Brustwirbeln, b^{IV} intrathorakaler Teil; c kranialer Brustluftsack; d kaudaler Brustluftsack; e–e^{IV} Bauchluftsack: e^I Divertikel, die die Mägen umfassen, e^{II} Divertikel, die den Nieren anliegen, e^{III} Divertikel um das Hüftgelenk, Diverticula acetabularia, e^{IV} Divertikel im Canalis iliosynsacralis

4 Ostien und Saccobronchien zum kaudalen Brustluftsack; 5 zum Bauchluftsack; 6–16 Impressionen, hervorgerufen durch 6 die Rippen, 7 die Nieren, 8 die Aorta abdominalis, 9 das Herz, 10 die Leber, 11 den Drüsenmagen, 12 die Milz, 13 den Muskelmagen, 14 den Eierstock, 15 den Eileiter, 16 die Kloake



Richard Nickel

[Lehrbuch der Anatomie der Haustiere](#)
[Band V](#)

Band 5: Anatomie der Vögel

464 Seiten, geb.
erschienen 2004



bestellen

Mehr Bücher zu gesund leben und gesunder Ernährung www.unimedica.de