

6 Verdauungsapparat (Apparatus digestorius)

H. E. König, Chr. Hinterseher, H.-G. Liebich und
R. Korbel

Der Verdauungsapparat der Vögel (Abb. 6-1) zeichnet sich im Vergleich zu dem der Säugetiere durch folgende Besonderheiten aus:

- Ausbildung eines Schnabels,
- Fehlen einer Trennung zwischen Mund- und Schlundkopfhöhle,
- Fehlen von Zähnen, Lippen und Backen,
- Ausbildung des Kropfes,
- Ausbildung eines Drüsen- und eines Muskelmagens,
- Ausbildung von zwei Blinddärmen und
- Existenz einer Kloake.

Mundhöhle (Cavum oris) und Schlundkopfhöhle (Pharynx)

Die Mund- und Schlundkopfhöhle ist – im Gegensatz zum Säugetier, bei dem sie deutlich unterteilt ist in eine rostrale Pars oralis und eine kaudal angrenzende Pars pharyngis – sowohl **makroskopisch** als auch **funktionell gemeinsam ausgebildet** und wird dorsal und ventral vom Schnabel umgeben.

Man bezeichnet diesen gemeinsamen Raum auch als **Oropharynx**.

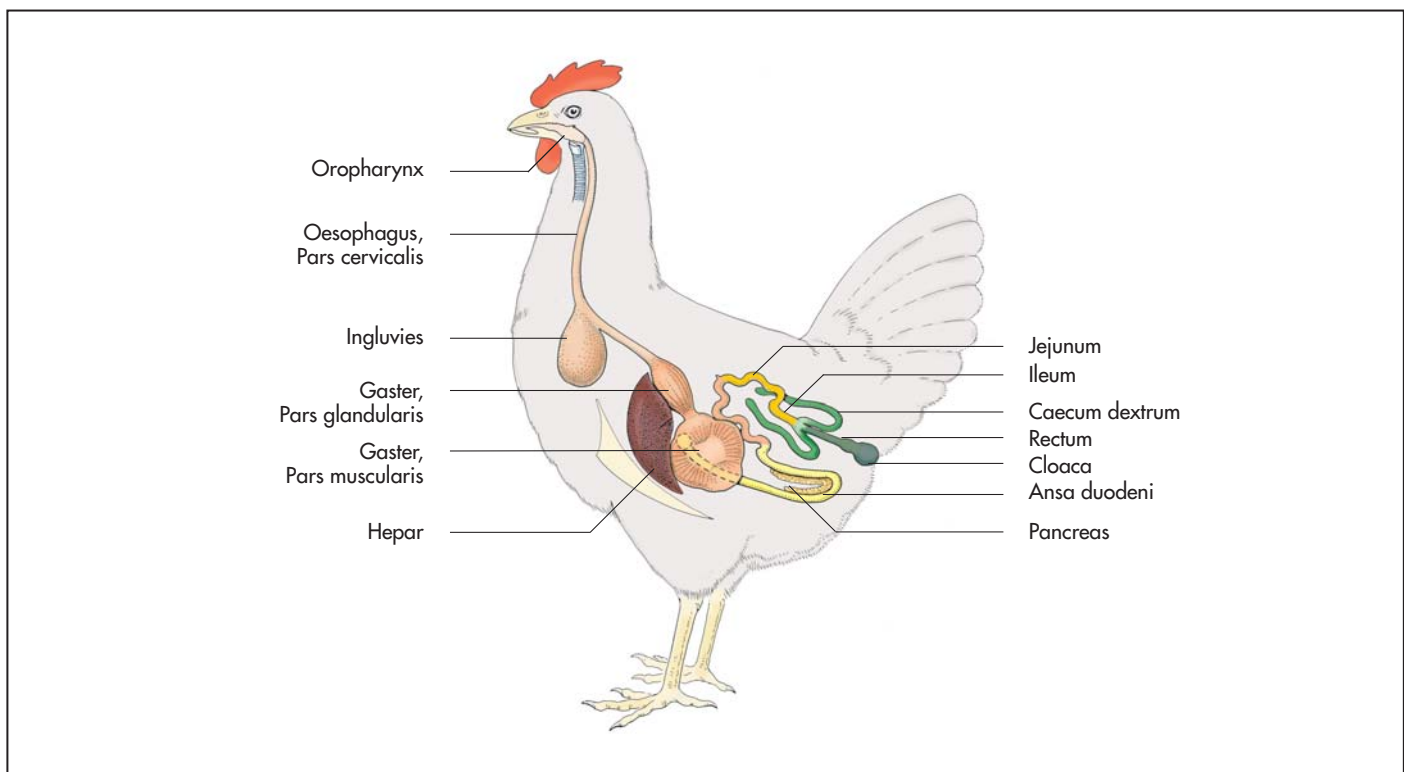


Abb. 6-1. Schematische Darstellung des Verdauungsapparates beim Haushuhn.



Abb. 6-2. Blick in die Schnabelhöhle eines Mäusebussards (*Buteo buteo*) mit Zunge, Ober- und Unterschnabel (Aufnahme Dr. S. Reese, München).



Abb. 6-3. Moschusente (*Cairina moschata*) mit Darstellung des nur von einer dünnen Wachshaut überzogenen Schnabels und der sog. »Schnabelbohne«, die das Schnabelspitzenorgan beinhaltet.



Abb. 6-4. Männlicher Wellensittich (*Melopsittacus undulatus*) mit in der Regel blau gefärbter Wachshaut.



Abb. 6-5. Weiblicher Wellensittich (*Melopsittacus undulatus*) mit in der Regel braun gefärbter Wachshaut.



Abb. 6-6. Männlicher Pfau (*Pavo cristatus*) mit Darstellung des Prachtgefieders und der schlitzförmigen Nasenlöcher.

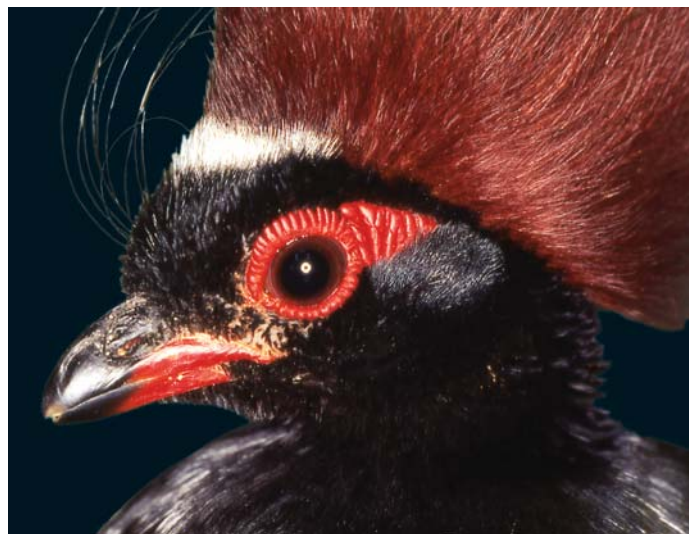


Abb. 6-7. Männlicher Schopftinamuh (*Eudromia elegans*) mit zweifarbig gefärbtem Schnabelhorn.

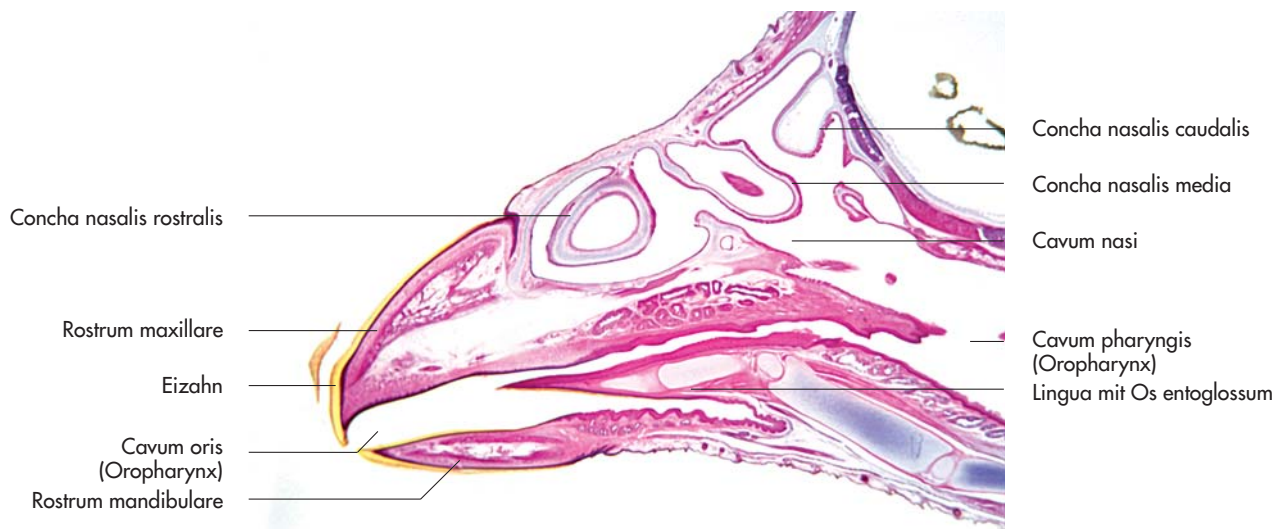


Abb. 6-8. Schnittbild durch den Kopf eines Hühnerküken mit Eizahn (Paramedianschnitt).

Schnabel (Rostrum)

Ein augenscheinliches Merkmal der Klasse Aves ist der **Schnabel**. Erst im Rahmen der ökologischen Konvergenz haben sich evolutionär verschiedene, an die Anforderungen der jeweiligen Vogelspezies angepasste Schnabelformen entwickelt (Abb. 6-2ff.). Der Schnabel ist als besondere aviäre Einrichtung zur **Nahrungsaufnahme** anzusehen, doch dient er insbesondere auch beim Flug als **aerodynamisches Element**.

Als knöcherne Grundstrukturen des Schnabels dienen die **Maxilla des Cranium superius** und die **Mandibula des Cranium inferius**. Beide Knochen werden von einer **Hornscheide (Rhamphotheca)** umgeben (Abb. 6-8). Die Hornscheide wird bei vielen Vogelarten kontinuierlich nachgebildet, wächst also wie ein Fingernagel. Ist bei Heimvögeln eine natürliche Abnutzung nicht gegeben, ist ein fachgerechtes Kürzen des Schnabels angezeigt.

Am Schnabel können ein **Oberschnabel**, das **Rostrum maxillare (Culmen)**, und ein **Unterschnabel**, das **Rostrum mandibulare (Dille)**, unterschieden werden. An der Spitze des Oberschnabels und teilweise auch des Unterschnabels tragen insbesondere die Wasservögel den **harten Nagel (Unguis maxillaris bzw. Unguis mandibularis)**. In der **Schnabelkante (Tomium)** stoßen Deckhorn und Traghorn aneinander. Auf dem First des Oberschnabels sitzt bei schlupffreien Jungvögeln verschiedener Spezies der so genannte **Eizahn**, ein Gebilde aus besonders gehärteten Kalziumverbindungen (Abb. 6-8). Mit dem Eizahn kann der Jungvogel während des Schlupfvorganges die Eihaut einritzen, in einigen Fällen sogar die Eischale in ihrer Gesamtheit aufbrechen. Der Jungvogel verliert den Eizahn bald nach dem Schlupf (s. Kap. 17 »Allgemeine Körperdecke«).

Die **äußere Form des Schnabels** ist art- und gattungsspezifisch (Abb. 6-2 bis 7). Bei Hühnervögeln (Galliformes) ist der Schnabel spitz und hakenförmig gebogen, bei Ente und Gans (Anseriformes) dagegen löffelförmig abgeplattet. Auch die Ausbildung des **Überzugs aus Horn (Rhamphotheca)** unterscheidet sich zwischen den verschiedenen Vogelarten zum

Teil erheblich. Bei den so genannten Körnerfressern ist der Schnabel von einer ausgeprägt harten Hornscheide überzogen. Bei Ente und Gans wird dieser dagegen ganzflächig von einer **weichen Wachshaut (Cera)** bedeckt. Die Schnabelränder dieser Tiere sind zudem mit quergestellten **Hornleisten (Lamellae)** besetzt. Beim Huhn und bei den Taubenvögeln (Columbiformes) beschränkt sich die Wachshaut auf die Basis des Oberschnabels.

Bei den meisten Vogelarten sind in der Schnabelspitze vermehrt Ansammlungen **sensibler Endkörperchen** eingelagert. Sowohl Wachshaut als auch Schnabelkanten-Lamellen werden damit zu **wichtigen Sinnesorganen**.

Diese Endkörperchen sind zu **Tastpapillen** zusammengefasst, die bei der Gans in Höhe des Nagels in einer Dichte von bis zu 25 pro mm² gefunden wurden. In jeder Tastpapille können bis zu 40 sensible Rezeptoren gezählt werden.

Die **Tastpapillen** liegen als zylindrische Einlagerungen innerhalb der Hornsubstanz des Unguis maxillaris und des Unguis mandibularis und erreichen die freie Oberfläche. Sie bestehen aus einem bindegewebigen Innenraum, umgeben von weichen Hornschichten. Die Tastkörperchen werden von markhaltigen, seltener von marklosen Nervenfasern durchzogen.

Man unterscheidet **Herbst-Endkörperchen** und **Grandy-Körperchen**, die vermutlich der Bedeutung der sensiblen Merkel- und Meissner-Körperchen bei den Säugetieren entsprechen. Damit werden beide Anteile des Schnabels und die Wachshaut zu einem besonders empfindlichen Sinnesorgan (**Schnabelspitzenorgan**).

Das **Schnabelspitzenorgan** ist für die Selektion und Prüfung der aufgenommenen Nahrung, insbesondere beim gründenden Wassergeflügel, und für die Gefiederpflege von größter Bedeutung, es fehlt aber bei Tauben und Sperlingen. Bei den Hühnervögeln ist lediglich die Unterschnabelspitze mit Tastpapillen ausgestattet, während diese im Oberschnabel bei dieser Vogelspezies fehlen. Bei Papageienvögeln ist der Schnabel besonders tastempfindlich und kräftig entwickelt, er kann daher auch als Kletterhilfe verwendet werden.

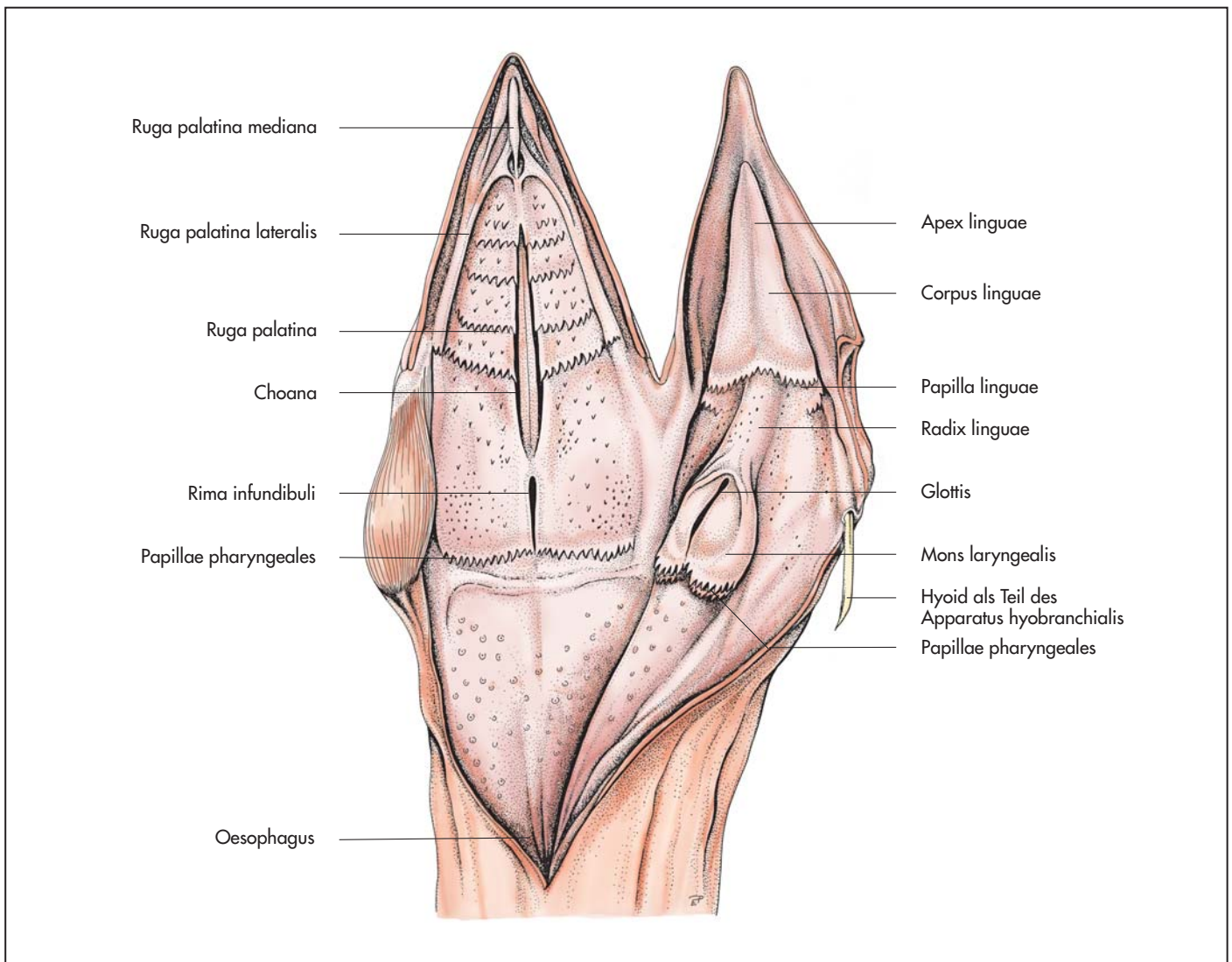


Abb. 6-9. Schematische Darstellung der Mund- und Schlundkopfhöhle des Haushuhnes (eröffnet und verlagert), nach Dyce, Sack und Wensing, 2002.

Dach der Mund- und Schlundkopfhöhle (Oropharynx)

Zwischen dem Dach der Mundhöhle und dem des Schlundkopfes (**Oropharynx**) besteht keine definierte Grenze, da beim Vogel ein **Gaumensegel fehlt**. In der Medianen stellt eine rostrale, mehr oder weniger langgezogene, manchmal querovale, längliche Spalte, die **Choanenspalte (Choana)**, die Verbindung zwischen Mundhöhle und linker und rechter Nasenhöhle her (Abb. 6-9). Der **Gaumen (Palatum)** wird von einer drüsenlosen Schleimhaut mit Tendenz zur Verhornung überzogen und weist **Querwülste (Rugae palatinae)** und flache **Rinnen (Sulci palatini)** auf. Diese tragen insbesondere bei Hühner- und Entenvögeln **Gaumenpapillen (Papillae palatinae)**. Bei den Hühnervögeln ist zusätzlich rostral eine Ruga palatina mediana ausgebildet (Abb. 6-9). Zahlreiche, kaudal gerichtete Papillen sind teils unregelmäßig, teils in querverlaufenden Reihen um die Choanenspalte und die Infundibularspalte angeordnet. Sie haben beim Transport der Nahrung und beim Schutz vor einem Ver-

schlucken von größeren Fremdkörpern **rein mechanische Funktion**.

Kaudal des Daches der Mundhöhle findet sich, anatomisch zum Pharynx gehörig, die kürzere **Infundibularspalte (Rima infundibuli)**, die, analog zur Tuba auditiva Eustachii der Säugetiere, den Pharynx mit dem Mittelohr verbindet (Abb. 6-9). Dabei verbindet sich die **Ohrtrompete (Tuba pharyngotympanica)** der rechten und linken Seite zur geflügeltypischen unpaarigen **Tuba pharyngotympanica communis**, die in eine Bucht der Infundibularspalte mündet. In der drüsenlosen Schleimhaut des Pharynx, um die Infundibularspalte, ist reichlich epithelassoziertes lymphatisches Gewebe eingelagert. Man spricht von einer pharyngealen Tonsille.

Boden der Mundhöhle

Die Form und Ausbildung der **Zunge (Lingua)** richtet sich auffällig nach der Ernährungsform der jeweiligen Vogelspezies. Während die Kolibris und insektenfressenden Spezies

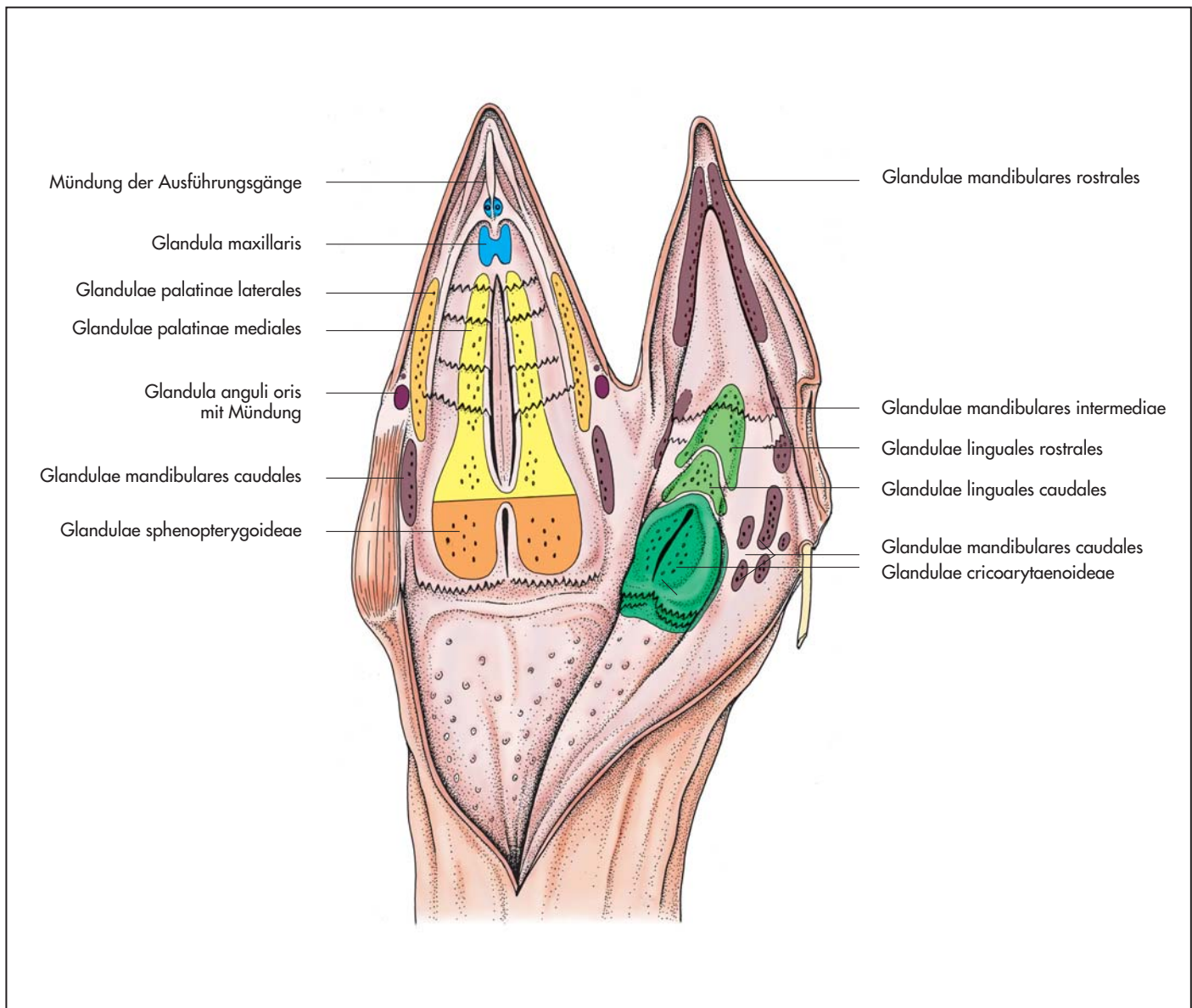


Abb. 6-10. Schematische Darstellung der Speicheldrüsen des Haushuhnes, nach Dyce, Sack und Wensing, 2002.

über eine sehr lange und je nach Bedarf weit hervorstreckbare Zunge verfügen, ist die Zunge bei Papageienvögeln ein besonders muskulöses, bei den Lori-Arten ein pinselförmig ausgebildetes Organ. Dagegen ist bei vielen Vogelarten, insbesondere bei Hühnervögeln, die Zunge apikal spitz ausgezogen, basal leicht verbreitert und erscheint, wenn überhaupt, nur wenig muskulös.

Die Zunge ist der Form des Unterschnabels angepasst. Zwischen **Zungenkörper (Corpus linguae)** und **Zungengrund (Radix linguae)** verläuft beim Huhn eine quergestellte Reihe von kaudal gerichteten **Papillen (Papillae linguae)**. Bei Entenvögeln verdickt sich das kaudale Drittel des Zungenrückens zum **Torus linguae**.

Der Zungenkörper wird durch das **Os entoglossum** in seiner Struktur stabilisiert, eine Binnenmuskulatur ist bei den Hühnervögeln meist nur geringgradig ausgebildet (Abb. 6-8). Allein an der Zungenbasis strahlen extralinguale Muskelbündel ein.

Die Zunge wird ventral von einer verhornten **Platte (Cuticula cornificata lingualis)** gestützt. An den Zungenrändern sind bei Ente und Gans rachenwärts gerichtete spitze Hornpapillen entwickelt, die reusenartig ausgebildet eine selektive Filterfunktion bei der Aufnahme von Plankton übernehmen und sich anatomisch den mechanischen Zungenpapillen (**Papillae mechanicae**) zuordnen lassen.

Auf der Oberfläche der Zunge sind bei den meisten Vogelarten, wenn auch nur spärlich, **Geschmackspapillen (Papillae gustatoriae)** ausgebildet, die in ihrem Zentrum Geschmacksknospen als Rezeptororgan des Geschmackssinns enthalten. Die nervale Versorgung der Geschmackspapillen erfolgt ebenfalls analog zu den Säugetieren meist über Fasern des N. glossopharyngeus (IX), teils aber auch durch Anteile des N. trigeminus (V) bzw. N. facialis (VII).

Das **Zungenbein (Apparatus hyobranchialis)** (Abb. 2-13 u. 14 sowie 7-5) der Vögel ist nicht mit dem der Säugetiere vergleichbar. Es besteht aus den die Zunge stützenden, ven-

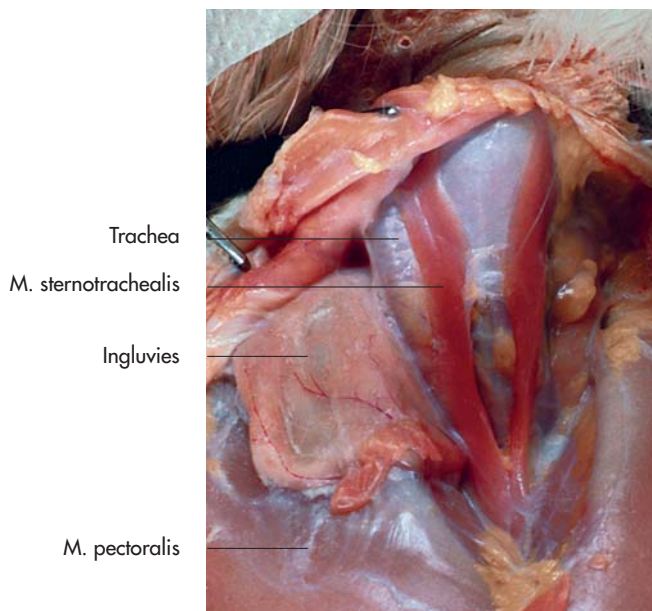


Abb. 6-11. Lage des Kropfes eines Haushuhnes (Ventralansicht).

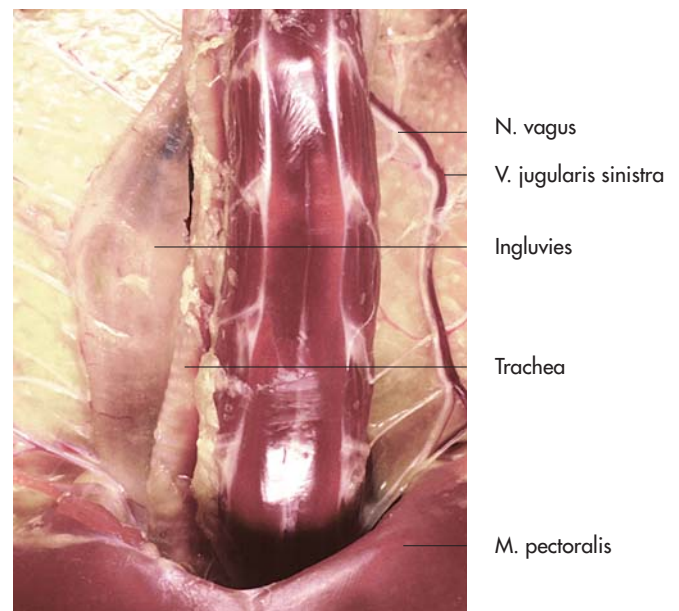


Abb. 6-12. Lage der spindelförmigen Erweiterung der Speiseröhre einer Stockente (Ventralansicht).

tromedian gelegenen Anteilen des Os paraglossum, des Os basibranchiale rostrale et caudale und des Os ceratobranchiale sowie einer hornähnlichen Struktur (Cornu branchiale), die vom Os epibranchiale und den Ossa ceratobranchiale et epibranchiale gebildet wird. Das Cornu branchiale verbindet sich nicht mit der Schädelbasis, sondern zieht auf die seitliche Nackenfläche des Hirnschädels.

Die **Muskeln des Zungenbeins** und der **Zunge** werden in zwei Gruppen eingeteilt. Einige haben ihren Ursprung und Ansatz am Zungenbein, die anderen entspringen an der Mandibula und ziehen entweder zum Zungenbein oder an einen median gelegenen Sehnenstreifen des Kehlgangs.

Vergleichbar mit dem Befund beim Säugetier wird auch die Zunge des Geflügels von mehreren **Gehirnnerven** innerviert. Beteiligt sind rein sensible Anteile des N. trigeminus (V), die Chorda tympani als parasympathischer Anteil des N. facialis (VII), der N. glossopharyngeus (IX) und rein motorisch der N. hypoglossus (XII). Einzelheiten zum Zungenbein, zu seinen Muskeln und zur Zunge sollen der Spezialliteratur vorbehalten bleiben.

Boden der Schlundkopfhöhle

Der Boden des Schlundkopfes schließt einen ausgeprägten **Kehlkopfwulst (Mons laryngealis)** ein, der den Zugang zur Kehlkopfhöhle, der Glottis, umschließt. Die Oberfläche dieses Wulstes ist durch zahlreiche ausgeprägte Papillae pharyngeales überzogen, an seiner Basis münden die Ausführungsgänge der polystomatischen Speicheldrüsen (Abb. 6-8 bis 10).

Speicheldrüsen (Glandulae salivariae)

Die ausreichende Einspeichelung der Nahrung, insbesondere bei den körnerfressenden Spezies, ist beim Geflügel von her-

ausragender Bedeutung. Die **Oberkieferdrüse (Glandula maxillaris)** liegt am Mundhöhlendach (Abb. 6-10). Sie öffnet sich mit einem Ausführungsgang kaudal des Schnabelspitzenorgans am Oberschnabel. Im Bereich ihrer Mündungsstelle liegen vermehrt Geschmacksknospen. In Höhe des Mundwinkels mündet der Gang der **Mundwinkeldrüse (Glandula anguli oris)**.

Am Gaumendach öffnen sich mehrere Gänge der **Gaumen- drüsen (Glandulae palatinae)**, umgeben von zahlreichen Geschmacksknospen. Am Mundhöhlenboden münden mehrere Gänge der **Unterkieferdrüsen (Glandulae mandibulares)** und **Zungendrüsen (Glandulae linguales)**. Die im kaudalen Teil, dem pharyngealen Abschnitt der Mundhöhle, gelegenen Drüsen geben ihre Sekrete über zahlreiche Ausführungsgänge in die gemeinsame Mund- und Rachenhöhle ab.

Schluckvorgang

Nachdem die Nahrung mit dem Schnabel ergriffen wurde, wird sie mit Hilfe der Zunge an den harten Gaumen gepresst, wo sie durch den für das Geflügel typischen, besonders mukösen Speichel festgehalten werden kann. Die Choanenspalte schließt sich reflektorisch. Schnell aufeinanderfolgende Zungenbewegungen befördern die Nahrung schlundwärts. Die Infundibularspalte und die Glottis schließen sich nachfolgend ebenfalls reflektorisch, unterstützt durch zahlreiche lippenähnliche Schleimhautproliferationen, die die Randbereiche von Infundibularspalte und Glottis flankieren.

Abgehackte, peristaltische Bewegungen des Kehlkopfwulstes bewirken einen Weitertransport der Nahrung in den Oesophagus. Unterstützt wird der Schluckvorgang durch die vielen kaudal gerichteten Papillen und den vermehrt vorhandenen Speichel.

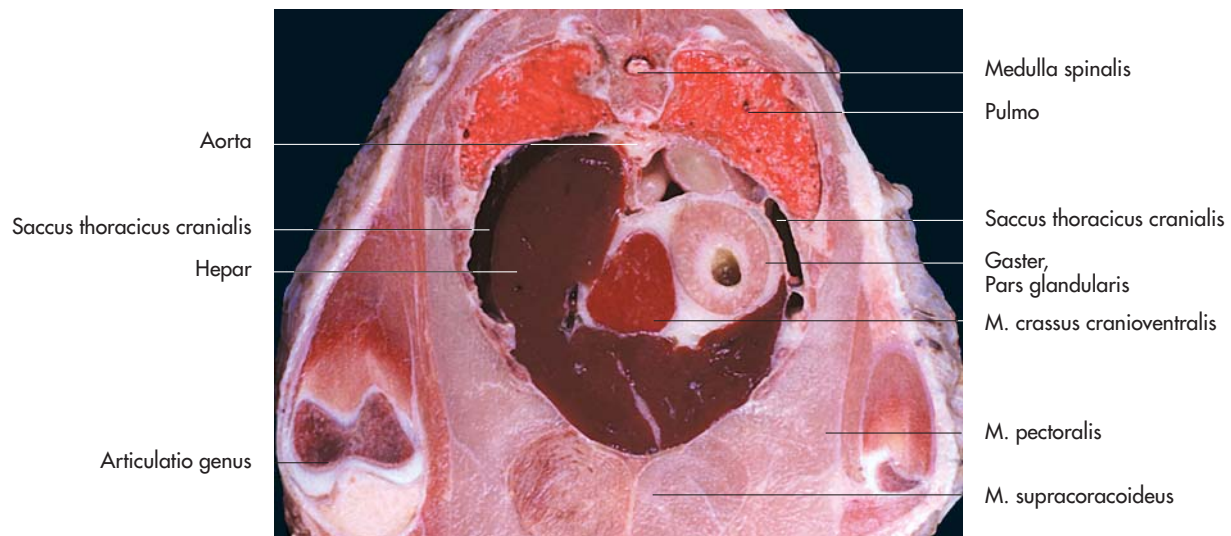


Abb. 6-13. Querschnitt durch die Bauchhöhle eines Haushuhnes in Höhe des Drüsenmagens mit angrenzenden Organen, Präparat Prof. Dr. J. Ruberte, Barcelona.



Abb. 6-14. Paramedianschnitt durch die Bauchhöhle eines Haushuhnes in Höhe des Muskelmagens mit angrenzenden Organen, Präparat Prof. Dr. J. Ruberte, Barcelona.

Verdauungsschlauch (Canalis alimentarius)

Die Abschnitte des Verdauungsschlauches sind:

- **Speiseröhre (Oesophagus):**
 - Kropf (Ingluvies),
- **Magen (Gaster):**
 - Drüsenmagen (Pars glandularis),
 - Muskelmagen (Pars muscularis),
- **Darm (Intestinum):**
 - Dünndarm (Intestinum tenue):
 - Zwölffingerdarm (Duodenum),
 - Leerdarm (Jejunum),
 - Hüftdarm (Ileum),

- Dickdarm (Intestinum crassum):
 - Blinddärme (Caeca),
 - Mastdarm (Rectum),
- **Kloake (Cloaca):**
 - Kotraum (Coprodeum),
 - Harnraum (Urodeum) und
 - Endraum (Proctodeum).

Speiseröhre (Oesophagus)

Die Speiseröhre ist ein dünnwandiger, dehnbarer Schlauch (Abb. 6-15), der kaudal des Kehlkopfwulstes beginnt und in den Drüsenmagen mündet. Im **oberen Teil (Pars cervicalis)** liegt er der Trachea **dorsal** auf und verlagert sich im weiteren Verlauf im mittleren bis unteren Halsdrittel zusammen mit der Luftröhre – im deutlichen Gegensatz zum Säugetier – vorwiegend auf die **rechte Halsseite**.

Tunica muscularis

Tela submucosa

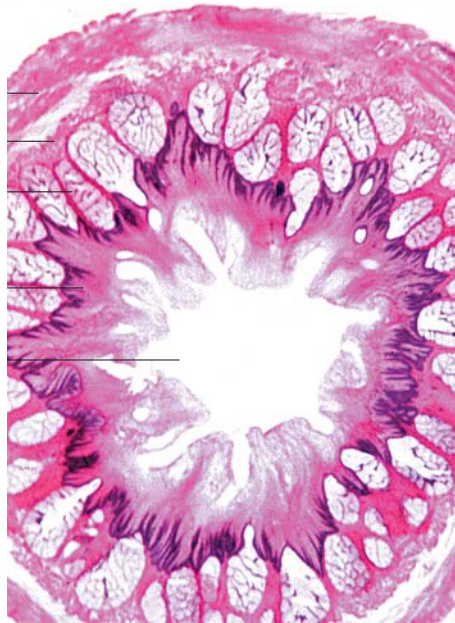
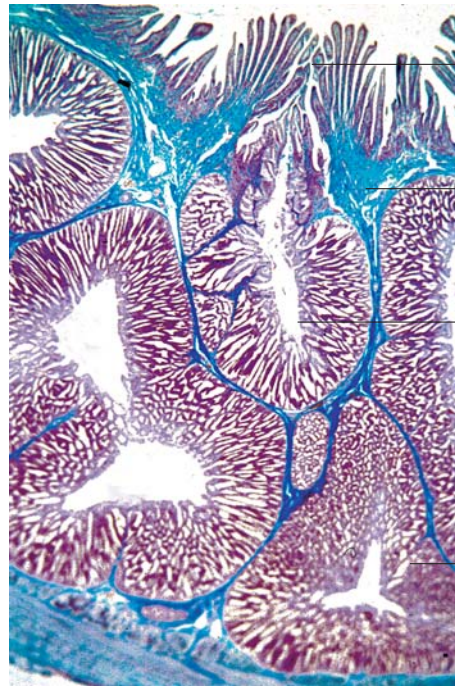
Lamina propria
mucosae mit
DrüsenEpithelium
mucosaeLumen des
Oesophagus

Abb. 6-15. Histologisches Schnittbild durch den Oesophagus eines Haushuhnes (Übersicht).

Glandulae
proventriculares
superficialesBindegewebe der
Lamina propria
mucosae mit Lamina
muscularis mucosae

Drüsenlumen

Glandulae
proventriculares
profundae

Abb. 6-16. Histologisches Schnittbild durch den Drüsenmagen eines Haushuhnes (Übersicht).

Die Speiseröhre erweitert sich in Höhe der Brustapertur zum **Kropf**, der bei den meisten Vogelarten ventral gelegen ist. Danach legt sich der Oesophagus wieder dorsal auf die Luftröhre und verläuft nachfolgend **ventral der Lunge** über die Herzbasis bis zu seiner Einmündung in den Drüsenmagen im Bereich des 3.–4. Interkostalraums. Im thorakalen Abschnitt wird die Speiseröhre von Anteilen der Hals-, Schlüsselbein- und Brustluftsäcke ummantelt.

Kropf (Ingluvies)

Kurz vor Eintritt in die Brusthöhle erweitert sich die Speiseröhre zum Kropf. Es werden vielfache Funktionen des Kropfes unterschieden. Allgemein dient er der temporären Speicherung der Nahrung, dem Quellen, Einweichen und Vorverdauen schwer fermentierbarer Nahrungsbestandteile. Beim amerikanischen Schopfhuhn (Hoatzin) hat der Kropf Kaufunktion, bei anderen Spezies, wie etwa den Fregattvögeln, dient der Kropf auch verschiedenen Balzritualen (»Balzkropf«).

Bei allen Enten- und Hühnervögeln stellt der Kropf eine einfache spindelförmige Erweiterung der Speiseröhre dar, bei den Taubenvögeln ist dieser in zwei große Säcke geteilt. In der Dorsalwand des Kropfes verläuft in Verlängerung der Speiseröhre die so genannte »**Kropfstraße**«.

Bei Taubenvögeln (Columbiformes) wird im Kropf die **Kropfmilch** als stark proliferiertes und anschließend abgeschilfertes Kropfepithel gebildet, bestehend aus Lipiden, Proteinen, Zucker, Kasein und Epithelzellen. Sie dient der Ernährung der Nestjungen. Bei körnerfressenden Vögeln erreicht der Kropf beachtliche Dimensionen (Abb. 6-11 u. 12).

Der **Wandbau des Kropfes** entspricht grundsätzlich dem

der Speiseröhre. Die **Schleimdrüsen des Kropfes (Glandulae ingluviales)** gleichen den Oesophagusdrüsen, sie liegen beim Huhn in Bereich der »Kropfstraße«, bei der Taube im Fundus des Kropfes.

Durch kräftige Kontraktionen der Kropfmuskulatur und der Muskulatur der »Kropfstraße« gelangt das Futter in den Magen.

Magen (Gaster)

Grundsätzlich lassen sich **drei unterschiedliche Magentypen bei verschiedenartigen Vogelspezies** unterscheiden:

- fisch- und fleischfressende Spezies,
- pflanzen(plankton)fressende Spezies, bei denen der Magen einer physikalisch-chemischen Vorbereitung des Futters dient; hierbei wird eine mehr oder weniger deutliche Unterteilung in Drüsen- und Muskelmagenanteil vorgenommen, und
- Intermediärformen (Fruchtfresser, »Nektarfresser«).

So ist der Magen, z.B. bei Möwen und Störchen, die große Mengen an tierischem eiweißreichem Futter in kurzer Zeit verschlingen, stark dehnbar, wenig muskulös und zeigt eine ungeteilte Sackform. Bei körnerfressenden und herbivoren Arten wie dem Huhn, der Taube, der Gans und der Ente ist der Magen deutlich in zwei Abschnitte, den Drüsen- und den Muskelmagen, getrennt (Abb. 6-17ff.). Bei obstfressenden Vögeln, z.B. bei Prachtmeisen, reduziert sich der Magen zu einem rudimentären Divertikel.

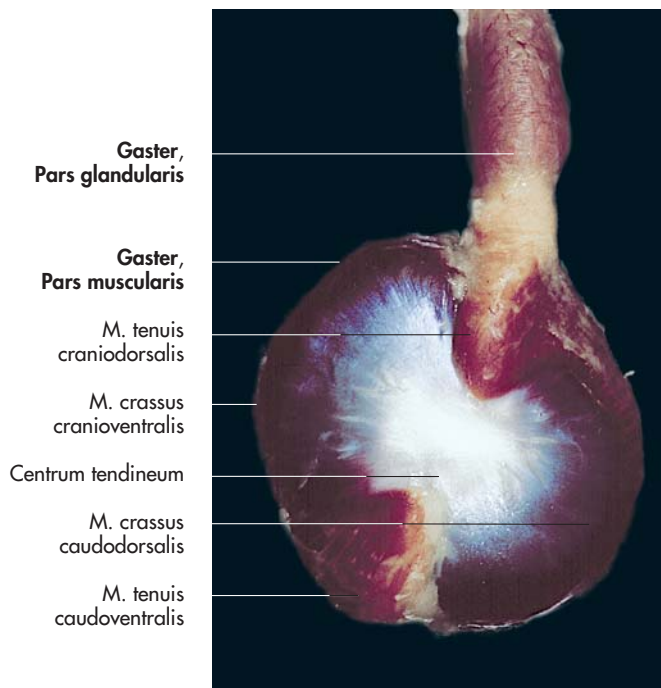


Abb. 6-17. Muskel- und Drüsenmagen eines Haushuhnes.

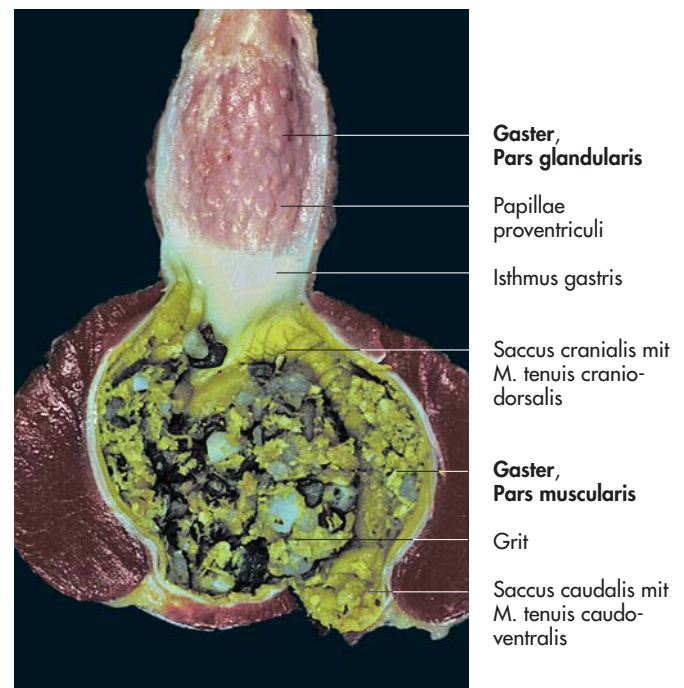


Abb. 6-18. Muskel- und Drüsenmagen eines Haushuhnes (eröffnet).

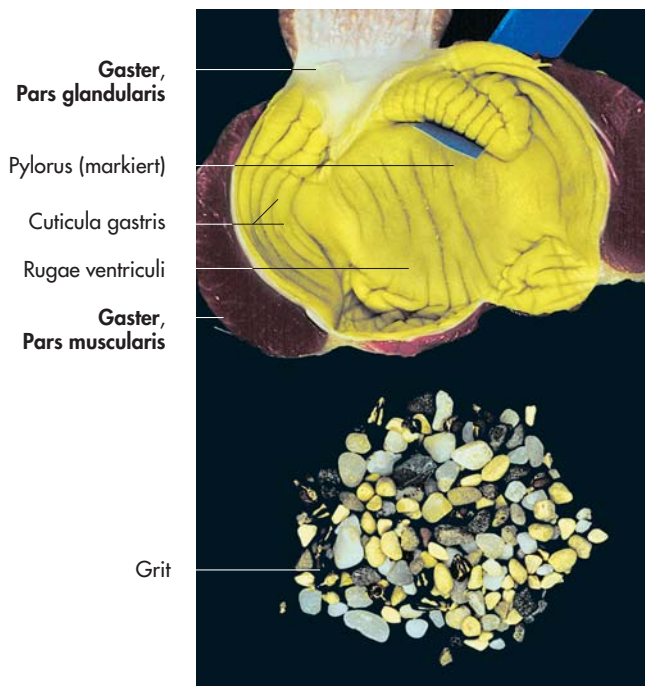


Abb. 6-19. Muskelmagen eines Haushuhnes (eröffnet und Grit isoliert).

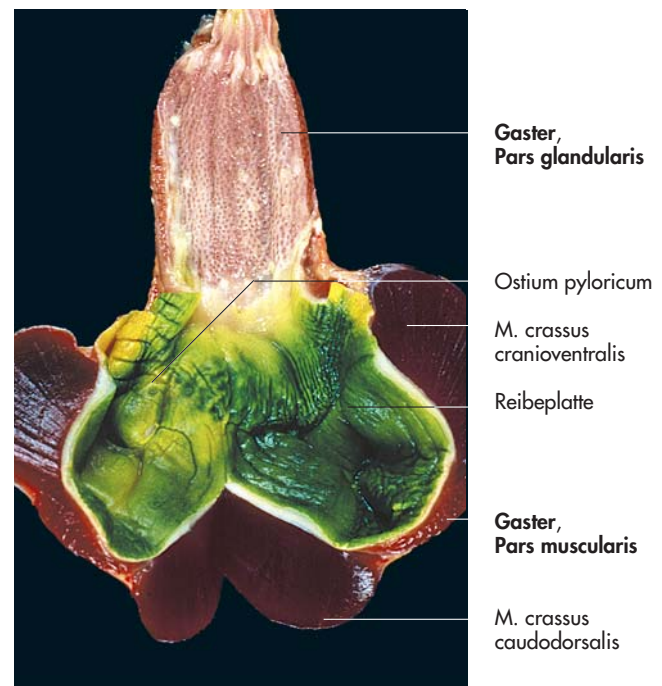


Abb. 6-20. Magen einer Laufente (eröffnet und Inhalt entfernt).

Drüsenmagen (Proventriculus, Pars glandularis)

Der Oesophagus geht ohne deutliche Grenze in den Drüsenmagen über. Dieser schmiegt sich der Facies parietalis der Leber an (Abb. 6-17 u. 18). Zusammen mit der links von ihm liegenden Milz ist der Drüsenmagen in einer Nische des Eingeweidebauchfellsacks untergebracht. Bei den meisten Vögeln ragen charakteristische Schleimhautfalten in sein Lumen vor (Abb. 6-18ff.). Man unterscheidet:

- oberflächliche Vormagendrüsen (Glandulae proventriculares superficiales) und
- tiefe Vormagendrüsen (Glandulae proventriculares profundae).

Die **Wand der Schlauchdrüsen** wird von sekretionsaktiven Zellen gebildet, die im Gegensatz zum Säugetier nicht in Haupt-, Beleg- und Nebenzellen untergliedert werden. Diese