

Osnabrücker Poultry Academy

OPA

Zertifikatskurs ‚Poultry Professional‘

Erprobungs- Modul 1:

Grundlagen der Anatomie und Physiologie des Nutzgeflügels

Modul begleitender Reader (Version: 3)

Dr. L. Klambeck

Dr. F. Kaufmann

Dr. S. Döhring

Prof. R. Andersson

Stand: Oktober 2019

Inhalt

1. Blut und Kreislaufsystem.....	3
1.1 Thermoregulation.....	3
1.2 Blut.....	5
1.3 Herz.....	6
1.4 Blutkreislauf.....	6
2. Atmung.....	8
2.1 Atmungsablauf.....	11
2.2 Gasaustausch.....	11
3. Nervensystem.....	13
3.1 Zentrales Nervensystem (ZNS).....	13
3.2 Peripheres Nervensystem (PNS).....	15
4. Sinnesorgane.....	19
4.1 Sehsinn.....	20
4.2 Gehör- und Gleichgewichtssinn.....	23
5. Skelettsystem.....	25
5.1 Stützgewebe: Knorpelgewebe.....	26
5.2 Stützgewebe: Knochengewebe.....	26
5.3 Knöchernes Skelett.....	28
6. Verdauungssystem.....	32
6.1 Funktionen des Verdauungssystems.....	33
6.2 Der Verdauungsapparat.....	33
6.3 Darmanhangdrüsen.....	40
7. Harn- und Geschlechtsorgane.....	42
7.1 Harnorgane.....	43
7.2 Geschlechtsorgane Hahn.....	44
7.3 Geschlechtsorgane Henne.....	45
Literatur.....	49

Die Einleitung jedes Themengebietes erfolgt über die Beschreibung eines Phänomens/mehrerer Phänomene aus der Praxis, die inhaltlich Bezug zu dem Thema des Kapitels aufweisen und schließt mit einer Leitfrage, welche am Ende jedes Kapitels in Kürze beantwortet wird.

Grundsätzlich:

Wesentliche **Unterschiede zwischen Vögeln und Säugern** :

- Umbildung der Schultergliedmaße zu Flügeln
- viele luftgefüllte (*pneumatisierte*) Knochen
- Halswirbelsäule sehr beweglich, übrige Wirbelknochen versteift
- Luftsacksystem in Ergänzung zur Lunge
- Fehlen von Zähnen, Harnblase, Zwerchfell
- einseitige Ausbildung der Geschlechtsorgane beim weiblichen Vogel
- Festlegung des Geschlechtes der Nachkommen durch die Eizelle
- Ausbildung eines Gefieders

1. Blut und Kreislaufsystem

Phänomenbeschreibung:

Bei der Haltung von Geflügel -im Speziellen bei der Mastgeflügelhaltung- kommt es in der warmen Jahreszeit gehäuft zu plötzlichen Todesfällen. Insbesondere kritisch sind heiße Tage mit einer hohen relativen Luftfeuchtigkeit (Gewitterwetter).

Welche Ursachen hat dieses Phänomen und warum sind insbesondere Masthybriden davon betroffen?

1.1 Thermoregulation

Vögel sind gleichwarme (*homoiotherme*) Tiere, die Regulation der Körpertemperatur erfolgt selbständig, durch eigene Produktion der Körperwärme (*endotherm*). Die „normale“ Körpertemperatur beträgt bei Geflügel 40°C (+/- 1,5°C) (vgl. Säuger: 37 bis 39°C) und schwankt bei Vögeln im Ruhezustand um 1 bis 2°C (SALOMON und KRAUTWALD-JUNGHANS, 2008).

Die thermoneutrale Zone beschreibt den Temperaturbereich in der Haltungsumwelt, der keinen Energieaufwand zur Regulation der Körperwärme erfordert. Sie spiegelt den Bereich des thermischen Wohlbefindens wider und wird neben der Temperatur auch von Luftfeuchte und Luftgeschwindigkeit beeinflusst. Die Wärmeabgabe kann bei Geflügel durch Leitung (*Konduktion*), Luftbewegung (*Konvektion*), Strahlung (*Radiation*) und Verdunstung (*Evaporation*) erfolgen. Ist die Umgebungstemperatur (Stalltemperatur/ Außentemperatur) höher als die Körpertemperatur muss entgegen eines Temperaturgradienten Wärme abgegeben werden. Das erfolgt beim Vogel vornehmlich

Von dort aus erfolgt die Verteilung des sauerstoffreichen Blutes über die Aorta in den Körperkreislauf. (HUMMEL, 2000)

Zusammenfassende Aussagen

- Die normale Körpertemperatur beim Vogel liegt bei 40°C (+/- 1,5°C), beim Mensch zwischen 36,5 bis 37,5°C.
- Geflügel besitzt keine Schweißdrüsen, hat eine hohe Körpertemperatur im Vgl. zum Säuger, metabolische (stoffwechselbedingte) Wärmeproduktion steigt mit zunehmender Muskelmasse – gleichzeitig kann aber nicht mehr Wärme abgegeben werden
- Die Enthalpie gibt den Gesamtwärmeinhalt der Luft an. Sensible und latente Wärme sowie relative Luftfeuchte werden einbezogen → tolerabel: Werte bis max. 67 kJ / kg
- Bei hoher Außentemperatur (> 30°C) und Luftfeuchtigkeit (> 75%) ist die Wärmeabgabe erschwert. Es besteht die Gefahr der Überhitzung → Hitzetod
- Anzeichen für Hitzestreß: Schnabelatmung, Hecheln, Erhöhung Atemfrequenz

Zu dem eingangs beschriebenen Phänomen:

Aufgrund fehlender Schweißdrüsen ist der Vogel in seinen Möglichkeiten die Körpertemperatur herunter zu regeln, begrenzt. Die Wärmeabgabe erfolgt primär in Form von Hecheln (Verdunstung, Evaporation) sowie in Form von Konduktion (Wärmeableitung) entgegen eines Temperaturgradienten. Mit zunehmender Wachstumsrate steigt die metabolische Wärmeproduktion. Schwere Tiere weisen im Verhältnis zu ihrer Gewichtsklasse eine geringe Oberfläche auf, was die Wärmeabgabe insgesamt erschwert. Eine hohe relative Luftfeuchtigkeit erschwert gleichzeitig die Möglichkeit, Verdunstungskälte durch Hecheln zu erzeugen, da die Luft bereits feuchtigkeitsgesättigt ist. Beim Hecheln kommt es zur erheblichen Steigerung der Atemfrequenz, was wiederum zu zusätzlicher Wärmeproduktion im Tier führt.

Zu dem eingangs beschriebenen Phänomen 2:

Druck auf Rippen bzw. Brustwand und/oder Bauch kann zur Kompression der Luftsäcke führen und somit ihre Funktion erheblich beeinträchtigen. Das Risiko des Erstickens - beim Zusammendrängen oder beim Greifen - wird durch den geringen Gehalt an Restsauerstoff im Körper noch verstärkt.

3. Nervensystem

Phänomenbeschreibung:

Beim Fangen eines Vogels, insbesondere wenn Druck/ Zug auf die Flügel bzw. Federn ausgeübt wird, kommt es zu heftigen Abwehrreaktionen seitens des Vogels in Form von „Flattern“. Dabei kann es zu Knochenbrüchen im Bereich des Flügels kommen.

Wie kommt dieses reflektorische Verhalten zustande?

Das Nervensystem dient der Reizwahrnehmung und –verarbeitung und der Reaktionsauslösung. Es wird unterteilt in das zentrale Nervensystem (ZNS) sowie das periphere Nervensystem (PNS; Abb. 6) (KÖNIG et al., 2009c).

3.1 Zentrales Nervensystem (ZNS)

Die Hauptabschnitte des **ZNS** bilden das Gehirn und das Rückenmark. Viele Funktionen, die beim Säuger vom Gehirn gesteuert werden, sind beim Vogel **im Rückenmark** lokalisiert und verlaufen **reflektorisch**, d.h. durch einen Reflex ausgelöst. Deshalb finden sich beim Vogel ein verstärkter Eigenapparat des Rückenmarks (kurze Leitungsbahnen) und weniger starke Leitungsbahnen hin zum bzw. weg vom Gehirn. (FREWEIN, 2004; SINOWATZ und FREWEIN, 2004a; KÖNIG et al., 2009c)

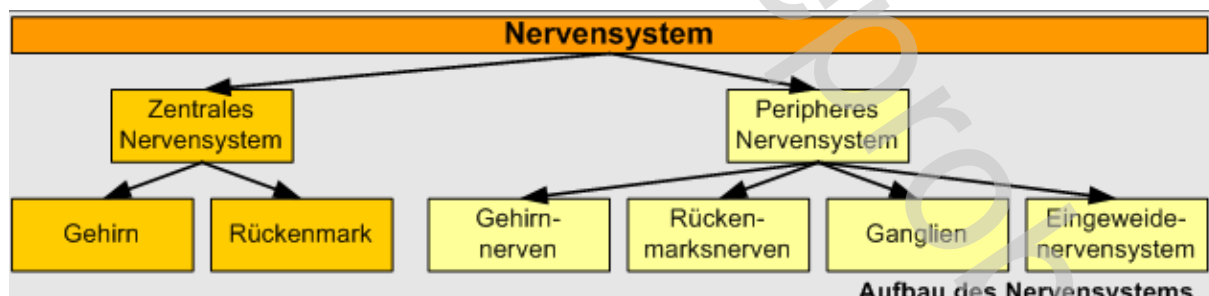


Abbildung 6: Einteilung des Nervensystems

Über die Rezeptoren werden Reize zum Rückenmark und Gehirn weitergeleitet. Mechano- und Schmerzrezeptoren dienen der Oberflächensensibilität. Rezeptoren der Tiefensensibilität befinden sich in Gelenkkapseln, Sehnen, Bändern und der Muskulatur für den Bewegungs- und Kraftsinn. (HUMMEL, 2000)

Die empfindliche Ausstattung des Vogels wird daran deutlich, dass er den Luftstrom (beim Fliegen) am Gefieder wahrnehmen kann und darauf sehr differenziert reagiert.

4.1 Sehsinn

Der Sehsinn ist der am besten ausgebildete Sinn des Huhns. Er dient der Nahrungssuche, dem Erkennen von Artgenossen und Fressfeinden, der innerartlichen Kommunikation sowie der Orientierung im Raum.

Das Auge setzt sich zusammen aus dem Augapfel (*Bulbus oculus*) und den Nebenorganen Augenmuskeln, Augenliedern und Tränenapparat. Das Auge des Vogels ist sehr groß (Gewicht beider Augäpfel beträgt im Vgl. zum Körpergewicht beim Huhn 7-8,5 % und beim Menschen 1 %). Eine übereinstimmende Pupillenreaktion auf Lichtreize bleibt beim Vogel aus, weil die Sehnerven beider Augen einmal die Seiten kreuzen. Der Sehnerv verläuft weiter bis zum Mittelhirn, wo die Reize des Hörens, des Gleichgewichts und des Sehens koordiniert werden und eine Steuerung von Flucht- und Abwehrreaktionen erfolgt. (HUMMEL, 2000)

Grundsätzlich hat das Vogelauge im Vergleich zum Menschen die Besonderheit, dass zwei Sätze visueller Informationen, also vom rechten und vom linken Auge, gleichzeitig verarbeitet werden können. So können Vogel beispielsweise mit dem einem Auge nach Futter suchen und mit dem anderen Auge gleichzeitig nach Feinden Ausschau halten.

Das Sehen des Vogels

1) hohe Flickerfusionsfrequenz (FFF): beschreibt die maximale Auflösung einer Abfolge von Bildern in Einzelbildern (Vogel > 100 Hz = > 100 Bilder/ Sekunde; Vgl. Mensch 18 -30 Hz, Kinofilm 24 Hz = 24 Bilder/ Sekunde). Das hohe Auflösungsvermögen von Bewegungsabläufen ermöglicht schnell bewegliche Objekte lange zu fixieren und führt zu einer ausgeprägten Wahrnehmung sehr langsamer Bewegungsänderungen

- Stroboskoplicht („Diskoeffekt“) bei Nutzgeflügelhaltung unter beispielsweise konventionellen Leuchtstoffröhren mit einer Frequenz von 100 Hz → Mensch nimmt diesen Bereich als kontinuierliches Licht wahr, der Vogel als Flackerlicht (NUBOER et al., 1992; LISNEY et al., 2011; LISNEY et al., 2012)

2) Die Sehschärfe ist über das Auge gleich verteilt, es gibt keine „Zone des schärfsten Sehens“ wie beim Menschen. Das Verhältnis zwischen Zapfen und ableitender Nervenzelle sind beim Vogel geringer als beim Säuger. Zudem sind in den Zapfen der Vögel sogenannte

5.1 Stützgewebe: Knorpelgewebe

Durch Fasern und Grundsubstanz wird die Interzellulärsubstanz gebildet, woraus sich die Knorpelzellen (*Chondrozyten*) bilden. Je nach Funktion gibt es verschiedene Knorpel:

- hyaliner Knorpel (z.B. *Epiphyse*)
- Faserknorpel (z.B. in Sehnen eingelagert)
- elastischer Knorpel (z.B. Ohrmuschel des Menschen)

(SALOMON, 2008)

Der Knorpel ist weitestgehend von Knorpelhaut umgeben (*Peri-chondrium*). Nach Knorpelschäden bei jungen und ausgewachsenen Tieren ist dieser nur begrenzt regenerationsfähig. Im Umgang mit dem Tier ist auch zu berücksichtigen, dass das Knorpelgewebe statische und dynamische Druckkräfte nur begrenzt aufnehmen kann. Mit zunehmender Druckausübung nimmt auch die Steifigkeit des Gewebes zu und der Gelenkknorpel kann irreparabel geschädigt werden. Gründe dafür können Springen, Stöße auf die Gelenke durch Bewegung auf hartem Boden oder ruckartige Änderung der Laufrichtung (z.B. ausgelöst durch Treiben, Panik) sein. Ein konstanter Druck, der über eine andauernde Zeitspanne auf den Knorpel einwirkt, z.B. bei Fehlstellungen der Gliedmaßen nach Brüchen, verursacht eine Stauchung des Knorpelgewebes, die dauerhaft bestehen bleibt. Die Funktionsfähigkeit des Bewegungsapparates bleibt eingeschränkt. (SALOMON, 2008)

5.2 Stützgewebe: Knochengewebe

Die Knochenbildung (*Ossifikation*) erfolgt durch Mineralisation. Beim so genannten Röhrenknochen (Abb. 12) erfolgt zum einen das Dickenwachstum (Knochen verbreitert sich an äußerer Schicht), wodurch eine starre Hülle gebildet wird. Zum anderen wächst der Knochen durch die säulenförmige Anordnung wachsender Knorpelzellen in den Wachstumszonen der knorpeligen Knochenenden (*Epiphysen*) in die Länge. Das Längenwachstum erfolgt von innen nach außen. Die Regulierung des Knochenwachstums und die Re-modellierung ausgewachsener Knochen erfolgt durch Hormone (u.a. Parathormon und Calcitonin), Vitamine (A, D, C) und z.B. mechanische Einflüsse wie Druck oder Zug. (HUMMEL, 2000; SALOMON und KRAUTWALD-JUNGHANS, 2008)

6.1 Funktionen des Verdauungssystems

Allgemeine Funktionen des Verdauungssystems sind die Aufnahme, Zerkleinerung und Verdauung der Nahrung, sowie die Aufnahme verwertbarer Nahrungsbestandteile und Ausscheidung der unverdaulichen Futterreste und Stoffwechselendprodukte (HUMMEL, 2000).

Besonderheiten des Verdauungssystems im Vergleich zum Säuger

- Ausbildung eines Schnabels
- Fehlen von Zähnen, Lippen, Backen und weichem Gaumen
- Trennung zwischen Mund- und Schlundkopfhöhle fehlt
- nur grobe Zerkleinerung des Futters
- Ausbildung eines Kropfes, Drüsen- und Muskelmagens
- Ausbildung von zwei Blinddärmen
- gemeinsame Ausscheidung von Kot und Harn als Harnsäure → Ausbildung einer Kloake

(SALOMON und KRAUTWALD-JUNGHANS, 2008; KÖNIG et al., 2009e)

6.2 Der Verdauungsapparat

Schnabel (*Rostrum*)

Der Schnabel wird genutzt zur Futteraufnahme, Feindabwehr, Gefiederpflege sowie zum Nestbau. Kiefer und Lippen werden vom Schnabel (*Rostrum*) ersetzt. Er ist von einer Hornscheide umgeben (Abb. 19) und in unterschiedlichem Ausmaß mit einer Wachshaut bedeckt. In dieser Hornschicht befinden sich sehr sensible Tastkörperchen (Schnabelspitzenorgan). Weil der Vogel keine Zähne hat, wird das Futter weitestgehend unzerkleinert als Ganzes abgeschluckt. Die Zunge (*Lingua*) ist schmal und hart und in der Form dem Unterschnabel angepasst. (SALOMON und KRAUTWALD-JUNGHANS, 2008; HUMMEL, 2000; VOLLMERSHAUS und SINOWATZ, 2004; KÖNIG et al., 2009e)



Abbildung 19: Knöcherne Grundlage (links) sowie Hornscheide des Schnabels (rechts) am Beispiel der Schädel von Puten (seitliche Ansicht)

Zerkleinerung der Nahrung. Aufgenommene Steinchen (*Grit*, auch *Gastrolithen*) erleichtern die Zerkleinerung von Körnern und hartem Material. (HUMMEL, 2000; VOLLMERSHAUS und SINOWATZ, 2004; SALOMON und KRAUTWALD-JUNGHANS, 2008; KÖNIG et al., 2009e)

Darm (*Intestinum*)

Beim Vogel weisen sowohl der Dünndarm als auch der Dickdarm sehr unterschiedlich ausgeprägte Darmzotten (*Villi intestinales*) auf. (SALOMON und KRAUTWALD-JUNGHANS, 2008; KÖNIG et al., 2009e)

Die Darmschleimhaut stellt eine Barriere zur Vermeidung des Übertretens krankmachender (*pathogenen*) Keime ins Innere des Körpers dar. Das Verhältnis von Darmlänge zu Körperlänge beträgt beim Vogel 6 - 8:1; Vgl. Schaf (Pflanzenfresser) 27:1, Schwein (Allesfresser) 14:1. Somit haben die meisten Vogelspezies einen verhältnismäßig kurzen Verdauungstrakt. Hochverdauliches Futter ist erforderlich. Der Vorteil kurzer Verweildauer des aufgenommenen Futters besteht in der Gewichtsreduktion (Vorteil beim Fliegen) und im der befristeten Nahrungsgrundlage für Krankheitserreger (*Pathogene*).

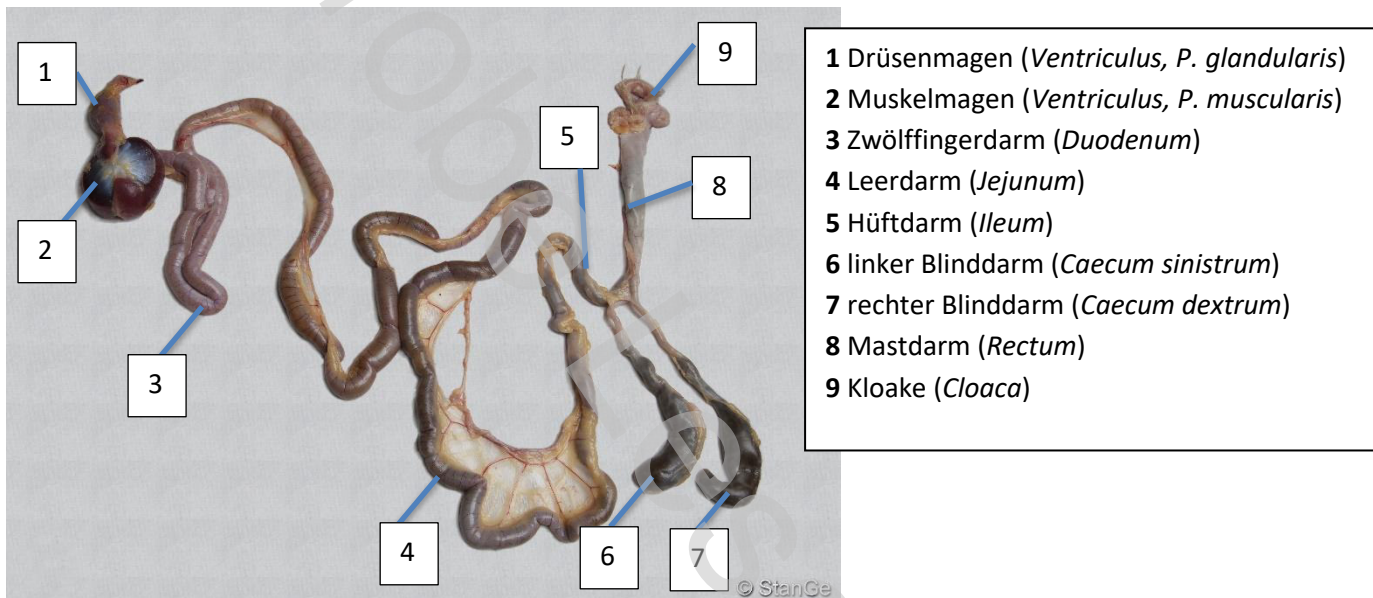


Abbildung 23: Magen- und Darmtrakt einer Legehenne

Dünndarm (*Intestinum tenue*): Im Dünndarm erfolgt die chemische Verdauung und Absorption der Nährstoffe (HUMMEL, 2000; O'MALLEY, 2008).

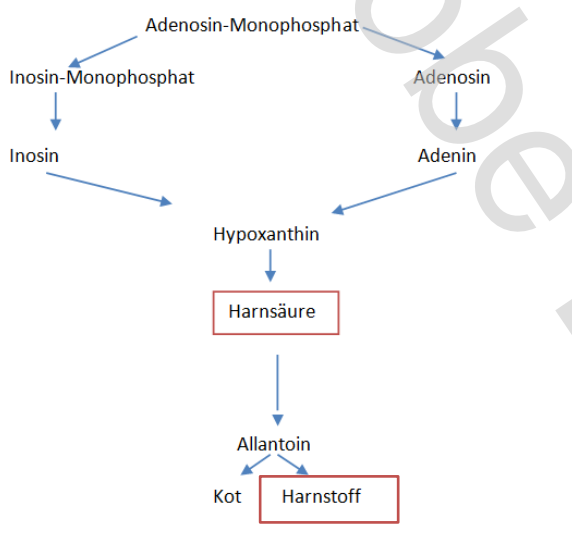
Durch die Abgabe der Verdauungsenzyme aus der Bauchspeicheldrüse (*Pankreas*; Abb. 24) werden Enzyme freigesetzt, die die in der Nahrung vorhandenen Kohlenhydrate, Proteine und Fette in deren Bestandteile aufschließen, damit diese über den Darm aufgenommen (*absorbiert*) werden können. (HUMMEL, 2000)

7.1 Harnorgane

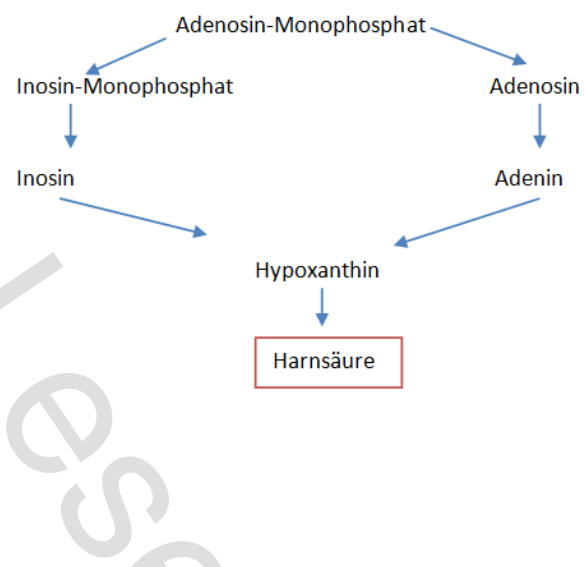
Bei Vögeln sind Harnblase und Harnröhre nicht vorhanden (HUMMEL, 2000). Vögel bilden als Ausscheidungsprodukt der nicht der nicht genutzten Stickstoffverbindungen Harnsäure (*Uricotolie, sprich: Urico-telie*), im Gegensatz dazu bauen Säuger Stickstoffverbindungen zu Harnstoff ab (*Ureotelie*). Weil Vögeln das Enzym Uricase fehlt, können sie die Harnsäure nicht weiter zu Allantoin aufspalten. Deshalb können nur sehr geringe Mengen Harnstoff gebildet werden. Folglich kann es bei Ausscheidungsstörungen der Nieren zu einem erhöhten Harnsäuregehalt im Blut und somit zur Ablagerung von Uraten z.B. an den Gelenken kommen (Gichterkrankung). Für die Ausscheidung von überschüssigem Stickstoff wird nur wenig Wasser benötigt. Der Vogelharn ist hell, schleimig, reich an schwer löslicher Harnsäure. (HUMMEL, 2000; CARETTO et al., 2009)

Im Folgenden ist der Abbau von Stickstoffverbindungen schematisch dargestellt:

Säuger:



Vogel:



Niere (Nephros, Ren)

Sie ist bei Vögeln in drei Abschnitte geteilt: vorderer Nierenabschnitt (*Divisio renalis cranialis*), mittlerer Nierenabschnitt (*Divisio renalis media*) und hinterer Nierenabschnitt (*Divisio renalis caudalis*; Abb. 29). Die Niere ist paarig angelegt und liegt im Becken. Beim Huhn ist dieses Organ ca. 7-9 cm lang und 2 cm breit. (SALOMON und KRAUTWALD-JUNGHANS, 2008)

Die Nieren des Vogels haben, im Gegensatz zum Säuger, ein renales Pfortadersystem, das ist ein zweites, nachgeschaltetes venöses Kapillarnetz. Dadurch kann Blut aus dem hinteren Körperdrittel durch die Niere geleitet und über die Hohlvene (*V. cava caudalis*) abtransportiert werden. Dadurch wird das Blut sehr gut filtriert (CARETTO et al., 2009). Folglich kann sich am Einzeltier die Applikation von Medikamenten in das hintere

Literatur

Fett: Empfohlene Standardwerke

- Achilles, W. Salomon, F.-V. (2008): Anatomie der Reptilien. In: Salomon, F.-V., Geyer, H., Gille, U.: Anatomie für die Tiermedizin. Enke Verlag, Stuttgart, S.822
- Anonym (2013): Merkblatt zur Vermeidung von Hitzestress bei Puten. In: Bundeseinheitliche Eckwerte für eine freiwillige Vereinbarung zur Haltung von Mastputen. Verband Deutscher Putenerzeuger e.V., Berlin, S. 1
- Barber, J.; Daly, J. (2013): Das Huhn. Geschichte, Biologie, Rassen. Bern: Haupt.
- Barber, C.L., Prescott, N.B., Jarvis, J.R., Le Sueur, C., Perry, G.C. u. Wathes, C.M. (2006): Comparative study of the photopic spectral sensitivity of domestic ducks (*Anas platyrhynchos domesticus*), turkeys (*Meleagris gallopavo gallopavo*) and humans. *British Poultry Science*, 47:3, 365-374
- Behr, K.-P., Lüders, H. (2012): Systemische Hypertonie. In: Siegmann, O., Neumann, U.: Kompendium der Geflügelkrankheiten. - 7. Aufl. – Hannover, S.357-358
- Bowmaker, J. K.; Heath, L. A.; Wilkie, S. E.; Hunt, D. M. (1997): Visual pigments and oil droplets from six classes of photoreceptor in the retinas of birds. *Vision Research* 37 (16), S. 2183–2194
- Bowmaker, J. K.; Knowles, A. (1977): The visual Pigments and Oil droplets of the chicken Retina. *Vision Research*, Vol. 17, S. 755-764
- Burkhardt, D. (1989): Die Welt mit anderen Augen. Wie Insekten und Vögel die Welt und ihre Farben sehen. *Biologie Unserer Zeit* 19 (2), S. 37–46.
- Caretto, A., König, H. E., Liebich, H.-G., Hinterseher, Chr., Korbelt, R. (2009): Harnorgane. In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G. (Hrsg): Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik. Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 141-148
- Cawthraw, S.A., Wassenaar, T.M., Ayling, R., Newell, D.G. (1996): Increased colonization potential of *Campylobacter jejuni* strain 81116 after passage through chickens and its implication on the rate of transmission within flocks. *Epidemiol. Infect.* 117 (1), S. 213-215
- Cottin, E. (2004): Einfluss von angereicherter Haltungsumwelt und Herkunft auf Leistung, Verhalten, Gefiederzustand, Beinstellung, Lauffähigkeit und Tibiale Dyschondroplasia bei männlichen Mastputen. Diss. med.vet TiHo Hannover (http://elib.tiho-hannover.de/dissertations/cottine_ws04.pdf)
- Deeg, C. A. (2009): Sehen. In: Engelhardt, W. und Breves, G.: Physiologie der Haustiere. Enke Verlag, Stuttgart, S. 274-276**
- Frewein, J. (2004): Nervensystem. In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band V Anatomie der Vögel. Parey Verlag, Stuttgart, S.331-364
- Frewein, J., Sinowatz, F. (2004): Sinnesorgane. In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band V Anatomie der Vögel. Parey Verlag, Stuttgart, S. 365-386

- Gerstberger, R., Barth, S.W. (2010): Physiologie der Haustiere. Reproduktion beim Vogel. In: Engelhardt, W. v., Breves, G.. Enke im Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart, S. 580-595
- Gerstberger, R., Barth, S.W. (2010): Physiologie der Haustiere. Reproduktion beim Vogel. In: Engelhardt, W. v., Breves, G.. Enke im Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart, S. 580-595
- Gethie, V., Chitescu, S., Cotofan, V., Hillebrand, A. (1976): Atlas de Anatomie a Pasarilor Domestice. Bucuresti: Ed. Academiei Republici Socialiste Romania
- Gros, G. (2010): Atmung. In: Engelhardt, W. und Breves, G.: Physiologie der Haustiere. Enke Verlag, Stuttgart, S. 274-276**
- Hart, N.S., Partridge, J.C. u. Cuthill, I.C. (1999): Visual pigments, cone oil droplets, ocular media and predicted spectral sensitivity in the domestic turkey (*Meleagris gallopavo*), *Vision Research*, 39, 3321-3328
- Hart, N. S. (2001): The Visual Ecology of Avian Photoreceptors. *Progress in Retinal and Eye Research* 20 (5), S. 675–703.
- Heldmaier, G. und Neuweiler, G. (2004): Vergleichende Tierphysiologie. Band 2. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- Huber, K. (2010): Muskulatur. In: Engelhardt, W., Breves, G.(Ed.): Physiologie der Haustiere. Enke Verlag Stuttgart, 140
- Hummel, G. (2000): Anatomie und Physiologie der Vögel. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 19-23, 74, 80-89
- Jeroch, H.; Simon, A.; Zentek, J. (2013): Geflügelernährung. Ulmer, Stuttgart, S. 75**
- König, H. E., Bragulla, H., Liebich, H.-G., Korbelt, R., (2009): Männliche Geschlechtsorgane. In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G. : Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik. Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 149-156
- König, H. E., Hinterseher, Chr., Walter, I., Bragulla, H., Korbelt, R., (2009): Weibliche Geschlechtsorgane. In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G.: Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik. Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 157-166
- König, H. E.; Liebich, H.-G.: Einführung – Gehirn und Sinnesorgane. In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G. (2009): Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik. F. K. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S. 18-21
- König, H. E.; Maierl, G., Weissengruber, G., Forstenpointer, G.: Einführung – Bewegungsapparat. In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G. (2009d): Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik. F. K. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S. 21-23
- König, H.E., Hinterseher, Chr., Liebich, H.-G. (2009e): Verdauungsapparat. In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G.: Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik. Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 99-120

- König, H.E., Misek, I., Liebich, H.-G., Korbelt, R.: Nervensystem. In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G. (2009c): Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik. Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 199-222
- König, H.E., Navarro, M., Zengerling, G., Korbelt, R. (2009a): Atmungsapparat. In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G. (Ed.): Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik. Schattauer GmbH, Stuttgart, S. 127-140
- König, H.E., Probst, A., Liebich, H.-G., Korbelt, R. (2009b): Körperhöhlen. In: König, H.E., Korbelt, R. u. Liebich, H.-G. (Ed.): Anatomie der Vögel. Schattauer, Stuttgart
- Korbelt, R. (2012): Visuelle Perzeption des Wirtschaftgeflügels. Vortrag 4. Osnabrücker Geflügelsymposium „Diskussionsstand zum Geflügelmanagement – Huhn, Pute, Wassergeflügel“, 7. Februar 2013, Osnabrück
- Kram Y. A.; Mantey S.; Corbo J.C. (2010): Avian Cone Photoreceptors Tile the Retina as Five Independent, Self-Organizing Mosaics. PLoS ONE 5(2): e8992. doi:10.1371/journal.pone.0008992
- Lewis, P., Morris, T. (2006): Poultry Lighting-the theory and practice. Northcott, S. 1
- Lisney, T. J.; Ekesten, B.; Tauson, R.; Håstad, O.; Ödeen, A. (2012): Using electroretinograms to assess flicker fusion frequency in domestic hens Gallus gallus domesticus. Vision Research 62, S. 125-133
- Lisney, T. J.; Rubene, D.; RÓzsa, J.; Løvlie, H.; Håstad, O.; Ödeen, A. (2011): Behavioural assessment of flicker fusion frequency in chicken Gallus gallus domesticus. Vision Research 51, S. 1324-1332
- Loeffler, K., Gäbel, G. (2008): Anatomie und Physiologie der Haustiere.** Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 74
- Maier, E. J. (1994): Das UV-Sehen der Vögel: Neue Ergebnisse über den spektralen Sehbereich der Vögel. Journal für Ornithologie, S. 179–192
- Maierl, G., König, H. E.; Liebich, H.-G., Korbelt, R.: Schultergliedmaße. In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G. (2009b): Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik. F. K. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S. 50-51
- Maierl, G.; Liebich H.-G., König, H. E., Korbelt, R.: Beckengliedmaße. In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G. (2009): Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik. F. K. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S. 70-73
- Maierl, G.; Liebich H.-G., König, H. E., Korbelt, R.: Kopf und Stamm. In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G. (2009a): Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik. F. K. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S. 36-41
- McLelland, J. (1990): A colour atlas of avian anatomy. Wolfe Publishing Ltd., London.

- Miwa, N., Takegahara, Y., Terai, K., Kato, H., Takeuchi, T. (2003): *Campylobacter jejuni* contamination on broiler carcasses of *C. jejuni* - negative flocks during processing in a Japanese slaughterhouse. *Int. J. Food Microbiol.* 84(1), S. 105-109
- Müller-Lindloff, J., Schulze, H.-W., Mischok, D., Sieverding, E. (1992): Diagnose, Prophylaxe, Therapie bei Putenkrankheiten. Moorgut Kartzfehn von Kameke OHG, Bösel
- Nuboer, J. F. W., Coemans, M.A.J.M., Vos, J.J. (1992): Artificial lighting in poultry houses: do hens perceive the modulation of fluorescent lamps as flicker? *British Poultry Science* 33, S. 123-133
- O'Malley, B. (2008): *Klinische Anatomie und Physiologie bei kleinen Heimtieren, Vögeln, Reptilien und Amphibien.* Urban und Fischer Verlag/ Elsevier GmbH, München, S. 136, 153, 158
- Powell, F.L. (2000): Respiration. In: Whittow, G.C. (Hrsg.): *Avian Physiology.* Academic Press. London, UK., S. 233-259
- Prescott, N. B.; Wathes, C. M. (1999): Spectral sensitivity of the domestic fowl (*Gallus g. domesticus*). *British Poultry Science* 40, S. 332–339
- Prinzinger, R., Preßmar, A. und Schleucher, E. (1991): Body Temperature In Birds. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 99:4, 499-506
- Reich, F. (2007): Quantifizierung und Prävalenz thermophiler *Campylobacter* ssp. in der Broilerschlachtung und Fleischverarbeitung im Rahmen einer Langzeitstudie. Dissertation, Hannover, S. 38, 44
- Reese, S.; Korbelt, R; Liebich, H.-G. (2009): Sehorgan (Organum visus). In: König, H.E., Korbelt, R., Liebich, H.-G. (Hrsg.): *Anatomie der Vögel - Klinische Aspekte und Propädeutik.* F. K. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S. 239-241
- Romer, A. (1990): *Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.* Parey Verlag, Hamburg, Berlin.
- Rudolph, R., Dahme, E. (2007): Herz und Herzbeutel. In: Dahme, E., Weiss, E. (Ed.): *Grundriss der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere.* Enke Verlag, Stuttgart
- Salomon, F.-V. (2008): Bewegungsapparat. In: Salomon, F.-V., Geyer, H., Gille, U. (Hrsg.): *Anatomie für die Tiermedizin.* Enke Verlag, Stuttgart, S. 27-28, 30-38
- Salomon, F.-V., Krautwald-Junghans, M.-E. (2008): Anatomie der Vögel. In: Salomon, F.-V., Geyer, H., Gille, U.: *Anatomie für die Tiermedizin.* Enke Verlag, Stuttgart, S. 756-757
- Scheid, P. (1990): Avian respiratory system and gas exchange. In: Sutton, J.R., Coates, G., Remmers, J.E. (eds.): *Hypoxia-The Adaptations,* B.C. Decker, Toronto.
- Schrader, L. (2008): Verhalten, Haltung, spezielle Managementfaktoren. In: Brade, W., Flachowsky, G. und Schrader, L.: *Legehennenzucht und Eierzeugung.* Landbauforschung, Sonderheft 322, S.94
- Sinowatz, F (2004): Allgemeine Anatomie des Bewegungsapparates. In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E.: *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.* Band V Anatomie der Vögel. Parey Verlag, Stuttgart, S. 50, 51

- Sinowatz, F., Frewein, J. (2004a): Haut und Hautgebilde. In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band V Anatomie der Vögel. Parey Verlag, Stuttgart, S.47-49
- Sinowatz, F., Frewein, J. (2004b): Endokrine Drüsen. In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band V Anatomie der Vögel. Parey Verlag, Stuttgart, S.270-271
- Steigerwald, K.: Sehleistung des Vogelauges, Perspektiven und Konsequenzen für die Haltung von Zier- und Wirtschaftsgeflügel unter Kunstlichtbedingungen. Dissertation. München, S.118, 219
- Steinlechner, S. (2010): Wärmebilanz und Temperaturregulation. In: von Engelhard, W. u. Breves, G.: Physiologie der Haustiere. Enke Verlag, Stuttgart, S. 490
- TierSchNutzV (2017): Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S.2043), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 2 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2147) geändert worden ist
- Teeter, R.G., Mooney, M. und Beker, A. (2002): Umwelt- und wachstumsbedingter Stress begrenzt die Produktivität von Geflügel. Lohmann Information 3/2002. Lohmann Tierzucht, Cuxhaven
- TVT (2010): Die Vermeidung von Hitzeschäden bei landwirtschaftlichen Nutztieren (Geflügel, Schweine, Rinder) Merkblatt Nr. 100. Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz, Bramsche
- v. Holleben, K., v. Wenzlawowicz, M., Gregory, N., Anil, H., Velarde, A., Rodriguez, P., Cenci Coga, B., Catanese, B., Lambooi, B. (2010): Bericht über gute und nachteilige Praktiken bei der religiösen Schlachtung - Tierschutzbedenken aus tiermedizinischer Sicht im Bezug auf Schlachtverfahren. Aus: WP1 Religion, Recht und Tierschutz: Widersprüchliche Standards. dialrel 2/2010 <http://www.dialrel.eu/images/recommandations-de.pdf>; Download vom 1.2.2012, 48-50, 52-56, 59, 90
- v. Wenzlawowicz, M. (2005): Elektrische Betäubung von Geflügel im Wasserbad und per Kopfdurchströmung. Kontrollpunkte am Wasserbadbetäuber und Reaktionen während und nach der Betäubung und Entblutung. Seminar: Tierschutz am Schlachthof, Anforderungen, Umsetzung, Überwachung (Geflügel). Beratungs- und Schulungsinstitut für schonenden Umgang mit Zucht- und Schlachttieren (bsi), Schwarzenbeck. Seminarunterlagen: 06. Sep. 2005, Hamburg, 9-14
- VO (EG) 1099/2009 (2009): Verordnung (EG) Nr. 1099/2009 des Rates über den Schutz von Tieren zum Zeitpunkt der Tötung; veröffentlicht im Amtsblatt der Europäischen Union, vom 24.09.2009; Anhang 1 Tabelle 1 Nr. 6
- Vollmerhaus, B. (2004): Spezielle Anatomie des Bewegungsapparates. In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band V Anatomie der Vögel. Parey Verlag, Stuttgart, S. 54-55, 127-130
- Vollmerhaus, B., Sinowatz, F. (2004): Verdauungsapparat. In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E.: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band V Anatomie der Vögel. Parey Verlag, Stuttgart, S.176, 180, 189, 195, 199, 203, 208, 210, 213-223

- Vollmershaus, B., Sinowatz, F. (1992): Verdauungsapparat. In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. V. Vollmershaus, B. (Hrsg.) Anatomie der Vögel. 2. Auflage, Parey Verlag, Berlin, Hamburg.
- Vollmershaus, B., Sinowatz, F. (2004): Atmungsapparat. In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. V. Vollmershaus, B. (Hrsg.) Anatomie der Vögel. 3. Auflage, Parey Verlag, Berlin, Hamburg.
- Von Engelhardt (2010): Besonderheiten der Verdauung bei Vögeln. In: von Engelhardt, W., Breves, G.: Physiologie der Haustiere. 3. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, S. 447-448
- Waibl, H., B., Sinowatz, F. (1992): Harn- und Geschlechtsapparat. In: Nickel, R., Schummer, A., Seiferle, E. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. V. Vollmershaus, B. (Hrsg.) Anatomie der Vögel. 2. Auflage, Parey Verlag, Berlin, Hamburg.
- Walde, I.; Schäfer, E. H.; Köstlin, R. G. (1997): Atlas der Augenerkrankungen bei Hund und Katze. 2. Aufl., Schattauer, Stuttgart, New York. Zitiert in: Bohnert, N. (2007): Augenuntersuchungen beim Vogel. Eine interaktive CD-Rom zum Erlernen des opthalmologischen Untersuchungsganges. Dissertation. Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilian-Universität München, München
- Whittow, G.-C. (2000): Avian Physiology. Academic Press. London, UK., S. 233-259
- Woernle, H., Jodas, S. (2006): Geflügelkrankheiten. 3. Aufl. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, S. 6-8, 16-18, 20, 87
- Yahav, S., Rusal, M. und Shinder, D. (2008): The Effect of Ventilation on Performance Body and Surface Temperature of Young Turkeys. Poultry Science, 87, 133–137
- Zimmer, K. (1935): Beiträge zur Mechanik der Atmung bei den Vögeln in stand und Flug. Zoologica, 33