

2. Literatur

2.1. Laufvögel

2.1.1. Klassifikation

MERREM (1813) teilte Vögel in Struthioniformes (Laufvögel) und Carinaten (Flugvögel) ein.

Die Carina (*Crista sterni*) ist nur bei Flugvögeln vorhanden und proportional zur Flugstärke des Vogels ausgebildet. Damit stehen sie den Struthioniformes (Laufvögel/Ratiten) gegenüber, deren einzigartiges ventral flaches Sternum mit seiner konkaven Form durch das lateinische Wort *rates* (kiellooses Fahrzeug) treffend beschrieben wird.

Die Familie der Strauße (*Struthionidae*) gehört ebenso wie die südamerikanischen Nandus (*Rheidae*), die australischen Emus (*Dromaiidae*), die neuseeländischen Kiwis (*Apterygidae*) und die Kasuare (*Casuariidae*) aus Australien und Neu-Guinea zur Ordnung der Laufvögel (Struthioniformes). Der Lebensraum der Struthioniformes ist auf die südliche Hemisphäre beschränkt, wobei der Strauß die Ausnahme bildet und als einziger Vertreter auch in der nördlichen Hemisphäre vertreten ist.

Der Strauß ist heutzutage noch in vier Unterarten vertreten:

- 1) der afrikanische Strauß (*Struthio camelus camelus*)
- 2) der Somali Strauß (*Struthio camelus molybdophanes*)
- 3) der Massai Strauß (*Struthio camelus massaicus*)
- 4) der Damarastrauß (*Struthio camelus australis*).

Eine Kreuzung zwischen dem *S. c. camelus* und dem *S. c. australis* stellt eine eigene Varietät dar (*S. c. varatio domesticus*) und bildet die Grundlage der südafrikanischen kommerziellen Straußenzucht.

Struthioniformes weichen in einigen Punkten deutlich vom Körperaufbau der Carinaten ab. Daher soll hier auch auf die anatomischen Besonderheiten – jedoch nur soweit relevant für diese Studie - des Straußes eingegangen werden.

2.1.2. Anatomie (Abb. 1 und 2)

Die spezifische Anatomie von Vögeln, und Straußen insbesondere, soll hier rekapituliert werden, da ein solides anatomisches Wissen sowohl für die Erarbeitung von standardisierten bildgebenden Verfahren als auch bei der Bewältigung von antizipierten Problembereichen notwendig ist.

Die Anatomie des Straußes wurde intensiv von verschiedenen Autoren im 19. und 20. Jahrhundert studiert. Verwirrend hierbei war die Vielzahl von unterschiedlichen Angaben zu einigen Themenkreisen. Insgesamt entspricht die Anatomie des Straußes jedoch generell der anderer Vögel, jedoch gibt es einige signifikante Unterschiede.

Zölon

Eine Abgrenzung von Brust-, Bauch- und Beckenhöhle ist beim Vogel nur sehr bedingt möglich. Stattdessen besitzt er eine einheitliche Rumpfhöhle, *Cavum trunci commune*, ohne Zwerchfell als transversale Trennwand zwischen Brust- und Bauchhöhle und ohne *Linea terminalis* des knöchernen Beckens als Grenzlinie zwischen Bauch- und Beckenhöhle wie dies bei den Säugetieren der Fall ist (DONAT, 1987). Einige Autoren beziehen sich dennoch auf die Brust- und Bauchhöhle, wobei BEZUIDENHOUT (1986) gerne den Begriff der thorako-abdominalen Höhle („thoraco-abdominal cavity“) benutzt.

Die von diesen Autoren verwendete Terminologie wurde im Literaturteil beibehalten, um so zitatreu wie möglich zu sein. Für den restlichen Teil der Arbeit wurde der Begriff des Zöloms oder der zöломischen Körperhöhle verwandt.

Skelettsystem

In der Literatur findet man unterschiedliche Angaben bezüglich der Anzahl der Wirbelkörper. BAUMEL et al. (1993) unterscheiden lediglich drei Wirbelsäulenabschnitte: einen zervicalen (19), thorakalen (29) und kaudalen (8) Abschnitt. DONAT (1987) gibt 18 Hals-, 9 Brust-, 4 Lenden-, 10 Kreuz- und 9 Schwanzwirbel an. JOST (1993) hingegen beschreibt 18 Halswirbel und 9 Brustwirbel für die kraniale Wirbelsäule. Diese unterschiedlichen Angaben lassen sich teilweise darauf zurückführen, daß die kaudalen Brustwirbel als Teil des Synsacrums verschmelzen. Ferner werden unterschiedliche Definitionen für Brustwirbel und auch Rippen benutzt.

Gemäß BEZUIDENHOUT (1999) besitzen die letzten 2 bis 3 Hals- und die ersten 7- 8 Brustwirbel vertebrale Rippen. Dies steht jedoch im Widerspruch zur Definition nach NICKEL et al. (1992), wonach ein Brustwirbel derjenige Anteil der Wirbelsäule ist, welcher gut entwickelte Rippen trägt. Dieser Terminologie wurde auch im Rahmen dieser Arbeit gefolgt. Die Rippen weichen von denen der Säugetiere ab, da sie bei vollständiger Ausbildung aus den beiden Knochen *Os vertebrocostale* (einer vertebrale Rippe, die dem knöchernen Anteil der Rippe bei Säugetieren entspricht) und dem *Os sternocostale* (einer sternalen Rippe, die dem knorpeligen Anteil der Rippe bei Säugetieren entspricht) bestehen. Ferner besitzen Vögel einen nach kaudal gerichteten *Proc. uncinatus* distal an mehreren vertebrale Rippen. Laut BEZUIDENHOUT (1999) gilt dies für die thorakalen Rippen 2 – 4. Dem konkavem Sternum fehlt ein Kiel (Abschnitt 2.1.1.) und es liegt fast senkrecht zur langen Körperachse.

Der Schultergürtel besteht beim Strauß lediglich aus einem Knochen, da ihm eine Clavicula fehlt und die Scapula mit dem Coracoid verschmolzen ist. Die Scapula selbst ist ein insgesamt geschmeidiger Knochen. Es verschmilzt distal und medial mit dem dicken, dreieckigen Coracoid, wobei ein großes Loch in der Mitte verbleibt. Die Basis des Coracoids artikuliert mit dem Sternum. Im Gegensatz zu anderen Vögeln ist anstelle des Humerus das Oberschenkelbein (*Os femoris*) pneumatisiert und weist daher ein großes pneumatisches Loch an der kaudalen Oberfläche des *Os femoris* auf, medioventral zum Trochanter.

Entsprechend ihrer Lebensweise sind die Flügel zurückgebildet und dafür die Beckengliedmaße inklusive massiver Oberschenkelmuskulatur prominent ausgebildet worden.

Der elongierte Beckengürtel besteht aus den paarigen Darm- (*Os ilium*), Scham- (*Os pubis*) und Sitzbein (*Os ischii*). Das linke und rechte *Os ilium* verschmelzen entlang der dorsokraniellen Mittellinie miteinander zu einer massiven bootsartigen Struktur, welche medial neuerlich mit dem Synsacrum verschmolzen ist. Kaudodorsal zum Acetabulum befindet sich eine große Gelenksfläche, der Antetrochanter, der mit dem *Trochanter major* des *Os femoris* artikuliert.

Das *Os pubis* ist ein langer, geschmeidiger und s-förmiger Knochen. Kranial verschmilzt er mit dem *Os ilium*, um zur Bildung des Acetabulums beizutragen. Kaudal biegt sich das *Os pubis* ventromedial und erneut kranial, um mit dem *Os pubis* der gegenüberliegenden Seite zu verschmelzen. Dies trägt zur Verminderung des abdominalen Druckes des massiven Darpaketes bei, insbesondere wenn der Strauß liegt (KING und MCLELLAND, 1984). Das *Os ischii* ist mit dem *Os pubis* in zwei Regionen verschmolzen, wobei eine kraniale (*Foramen obturatorum*) und eine kaudale (*Fenestra ischiopubica*) Öffnung zwischen den Knochen entsteht. All dies resultiert in einer sehr starken Befestigung für die Beckengliedmaße.

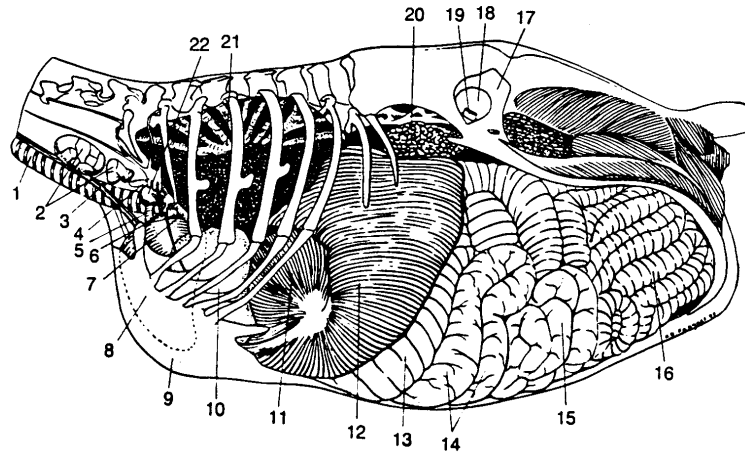


Abb. 1: Thoraco-abdominale Eingeweide, Ansicht von links. 1 = Trachea, 2 = Thymus, 3 = *M. sternotrachealis*, 4 = *Plexus brachialis*, 5 = linke *V. subclavia*, 6 = *Truncus pulmonalis*, 7 = linke kraniale Hohlvene, 8 = Herz, 9 = Sternum, 10 = linker Leberlappen, 11 = Muskelmagen, 12 = Drüsenmagen, 13 = linkes Caecum, 14 = Duodenum, 15 = Ileum, 16 = Rectum, 17 = Antetrochanter, 18 = Acetabulum, 19 = *Lig. capitis ossis femoris*, 20 = kranialer linker Nierenlappen, 21 = linke Lunge, 22 = Schilddrüse (BEZUIDENHOUT, 1999).

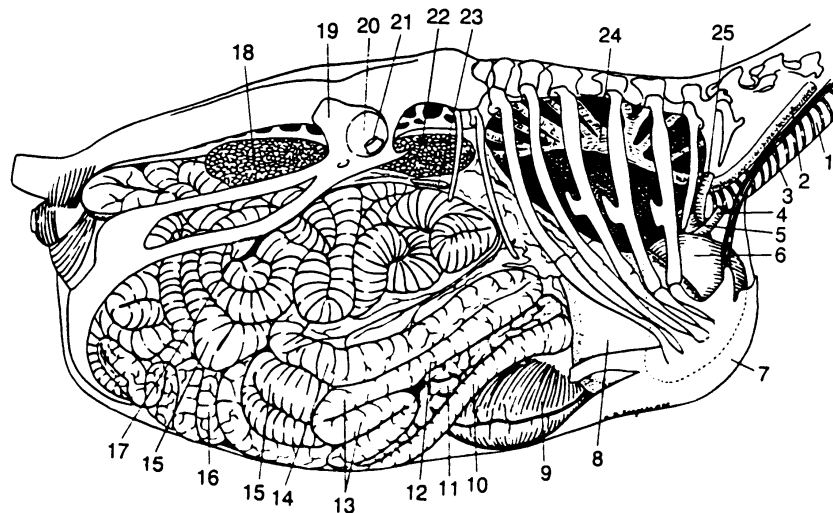


Abb. 2: Thoraco-abdominale Eingeweide, Ansicht von rechts. 1 = Trachea, 2 = Ösophagus, 3 = *M. sternotrachealis*, 4 = rechte kraniale Hohlvene, 5 = Aorta, 6 = Herz, 7 = Sternum, 8 = rechter Leberlappen, 9 = Muskelmagen, 10 = absteigender Schenkel vom Duodenum, 11 = Pankreas, 12 = aufsteigender Schenkel vom Duodenum, 13 = Supraduodenalschleife, 14 = Jejunum, 15 = Rectum, 16 = Ileum, 17 = Marsupialknochen, 18 = kaudaler Nierenlappen, 19 = Antetrochanter, 20 = Acetabulum, 21 = *Lig. capitis ossis femoris*, 22 = kranialer Nierenlappen, 23 = rechter Hoden, 24 = rechte Lunge, 25 = rechte *V. subclavia* (BEZUIDENHOUT, 1999).

Blutgefäßsystem

Das Herz des Straußes unterscheidet sich von dem der Säugetiere dadurch, daß es eine rechte und linke kraniale Hohlvene aufnimmt, eine *Aorta dextra* besitzt, die zwei *Trunci brachiocephalica* abgibt und die rechte atrioventrikuläre Klappe eine Muskelschürze („muscle flap“) ist (BEZUIDENHOUT, 1981).

Atmungssystem

Die ungelappte Lunge ist unelastisch im Gegensatz zu Säugetieren, wodurch das Lungenvolumen während der Ein- und Ausatmungsphase annähernd konstant bleibt. Beim Eintritt der Trachea in den Thorax teilt sie sich in die zwei extrapulmonale primäre Bronchien und tritt in jede Lunge an ihrem ventromedial gelegenen Hilus ein.

Das Luftsacksystem des Straußes besteht aus fünf paarigen Luftsäcken und deren Divertikeln (BEZUIDENHOUT et al., 1998).

Den zwei zervicalen Luftsäcken kommt im Rahmen dieser Studie keine Bedeutung zu.

Die paarigen lateralen Anteile der extensiven und bedeutsamen klavikulären Luftsäcke verschmelzen zentral zu einem einzigen medialen. Sie besitzen sternale und axilläre Divertikel, die jedoch im Gegensatz zu anderen Vogelspezies (NICKEL et al., 1992) nicht in den Humerus eindringen. Die sternalen Divertikel dringen in das Sternum ein und füllen den Zwischenraum zwischen Sternum und Herz aus. Der mediale Anteil der klavikulären Luftsäcke gibt zwei ösophageale Divertikel ab (dorsal und ventral zum Ösophagus). Das ventrale geht in ein gastrisches Divertikel über. Dieses folgt der kaudalen Grenze des Drüsenmagens bis zum Muskelmagen.

Die paarigen kranialen und kaudalen thorakalen Luftsäcke füllen die restliche kraniale zöломische Körperhöhle aus, wobei die kranialen kleiner als die kaudalen sind.

Der linke abdominale Luftsack ist größer als der rechte. Beide geben femorale und perirenale Divertikel ab. Erstere dringen proximokaudal in das *Os femoris* bzw. das Hüftgelenk ein und bilden ein extensives intramuskuläres Divertikel. Das perirenale Divertikel erstreckt sich über und um die Nieren fast bis zur kaudalen Grenze der zöломischen Körperhöhle.

Verdauungssystem

Der Strauß besitzt keinen Kropf.

In der kranialen Brusthöhle passiert der Ösophagus dorsal die Trachea. Auf dem Niveau des 6. Halswirbels erweitert er sich und geht in den Drüsenmagen über, obwohl es keine klare Demarkierung zwischen diesen beiden Organen gibt (MCALISTER, 1864).

Der sackartige Drüsenmagen nimmt den kranialen linken Teil der Bauchhöhle ein. Aboral wendet sich der Drüsenmagen kranial entlang dem Bauchboden und mündet in den Muskelmagen. Der bikonvexe Muskelmagen liegt im kranioventralen Teil der Bauchhöhle, zwischen der Leber kranial und dem Drüsenmagen kaudal. Seine kraniale Hälfte ruht auf dem Sternum, die kaudale auf dem Bauchboden. Der linke und rechte Sehnenspiegel befinden sich ventrolateral bzw. dorsolateral. Die innere Cuticula ist wenige Millimeter dick (JOST, 1993).

Das Duodenum verläßt den Muskelmagen auf der rechten Seite gerade oberhalb des Sehnenspiegels (MCALISTER, 1864). Es ist 80 cm lang und besitzt eine Supraduodenalschleife am aufsteigenden Schenkel. Das Jejunum ist ungefähr 1,6 m lang und sehr verschlungen. Es füllt den kranioventralen Teil der Bauchhöhle dorsal zum Duodenum aus. Bei einigen Straußen kann es auch den dorsalen Teil der Bauchhöhle zwischen der rechten Niere und dem Muskelmagen einnehmen. Der Übergang vom Ileum ist durch das Meckel'sche Divertikel gekennzeichnet. Das Ileum ist der längste Teil des Dünndarms und mißt bis zu 4 m. Es ist ebenfalls sehr verschlungen und füllt die kaudoverbrale Bauchhöhle und das Becken aus.

Die zwei Caeca beginnen von einer gemeinsamen Öffnung an der ileo-rectalen Grenze. Sie sind 90 cm lang und erstrecken sich an beiden Seiten des Ileums (MCALISTER, 1864). Die inneren Spiralfalten verleihen den Caeca eine sakkuläre Erscheinung (BEZUIDENHOUT, 1993). Die Literatur verwendet unterschiedliche Namen für den letzten und längsten Teil des Dickdarmes. Einerseits wird dieser als Rectum (BEZUIDENHOUT, 1999; SKADHAUGE und DAWSON, 1999), Colon (NICKEL et al., 1992; WARÜI und SKADHAUGE, 1998) oder Colorectum (DONAT, 1987) angesprochen. Rectum ist der am gängigsten verwendete Begriff in der jüngsten Literatur und wurde daher auch im Rahmen dieser Arbeit verwendet. Das Rectum erstreckt sich von der ileo-rectalen Grenze bis zur Kloake und ist ungefähr 16 m lang und nimmt den dorsalen Teil der Bauchhöhle ein. Es kann ein proximaler und distaler Anteil unterschieden werden. Das proximale Rectum ist dünnwandig mit Sakkulationen und einem weiten Lumen, welches weiches Kotmaterial enthält. Die Schlingen des proximalen Rectums füllen die dorsale rechte Bauchhöhle (BEZUIDENHOUT, 1986). Das dickwandige distale Rectum besitzt ein schmales Lumen, ist frei von Sakkulationen und enthält festen, geformten Kot. Es nimmt die linke kaudodorsale Bauchhöhle und das Becken ein (BEZUIDENHOUT, 1986). Das terminale Rectum weitet sich zu einer sackartigen Struktur aus, die oft für einen Teil der Kloake gehalten wird. Eine rectocoprodeale Falte trennt das Rectum von der Kloake.

Die Kloake besteht aus drei Kompartimenten (Abb. 3): 1) dem Coprodaeum, welches das Rectum aufnimmt und dem herkömmlicherweise eine kotspeichernde Funktion zugesprochen wird (NICKEL et al., 1992), 2) dem Urodaeum, in welches die Harnleiter und die Genitalausgänge münden und 3) dem Proctodaeum, in welchem sich der Phallus befindet. Der Strauß besitzt wie alle Vögel keine Harnblase, jedoch wurde von WARÜI und SKADHAUGE (1999) postuliert, dass die ventrale Tasche des Coprodaeums eine solche Funktion übernommen haben möge. Dies würde erklären, warum der Strauß als einziger Vogel unabhängig voneinander Kot und Urin absetzen kann (LOUW et al., 1969; WITHERS, 1983; SKADHAUGE et al., 1984; LEVY et al., 1990).

Drüsensystem

Die Leber besteht aus zwei Leberlappen, wobei der linke Lappen erneut in einen schmalen kaudodorsalen Anteil, einen großen kaudoventralen Anteil und einen kleinen Zwischenlappen unterteilt werden kann. Der rechte Lappen ist größer als der linke, aber ungeteilt. Insgesamt erstreckt sich die Leber kaudal und lateral zum Herzen. Strauße besitzen keine Gallenblase.

Die linke Nebenniere ist zigarrenförmig, 6 cm lang und 1 cm breit. Die rechte Nebenniere ist dreieckig und 3 cm lang (BEZUIDENHOUT, 1986). Beide befinden sich ventral zum kranialen Pol der jeweiligen Niere.

Harn- und Geschlechtssystem

Die Nieren liegen in einer Eindellung entlang der ventralen Oberfläche des Synsacrum, wobei jedoch eine *Fossa renalis* im eigentlichen Sinne fehlt. Sie sind 30 cm lang und 7 cm weit. Jede Niere ist in einen kranialen, mittleren und kaudalen Lappen durch Eintritt der *V. iliaca ext.* kranial und *V. ischiadica* kaudal unterteilt. Der schmale mittlere Lappen liegt zwischen den Acetabula. Der kaudale Lappen ist der größte und dehnt sich vom Acetabulum bis zur Mitte des Beckens aus. Das Pfortadersystem der Niere stellt eine aviäre Besonderheit dar. Die Nieren besitzen keine makroskopische kortikomedulläre Unterteilung und kein Nierenbecken. Die paarigen Harnleiter verlassen die ventrale Oberfläche der Nieren kaudomedial und münden in das Urodaeum auf einer kleinen Papille. Dem Strauß fehlt ebenso wie allen Vögeln eine Harnröhre und eine Harnblase (siehe Verdauungssystem, letzter Abschnitt).

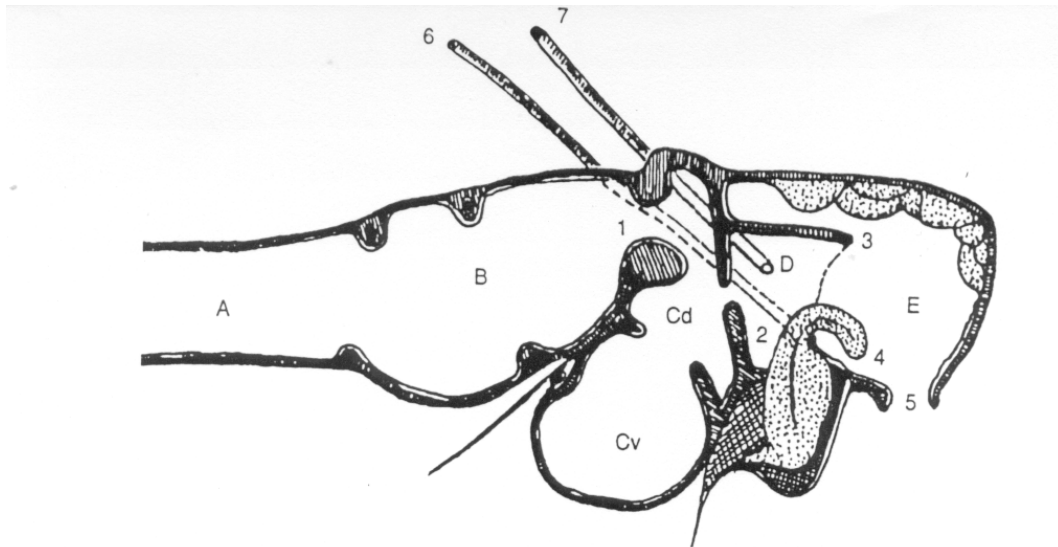


Abb. 3: Schematische Zeichnung einer sagittalen Sektion durch die Kloake und dem terminalen Rectum eines jungen männlichen Straußes *in situ*. A = Rectum, B = terminales Rectum, Cd = dorsaler Anteil des Coprodaeums, Cv = ventraler Anteil des Coprodaeums, D = Urodaeum, E = Proctodaeum. 1 = *Plica recto-coprodealis*, 2 = *Plica recto-urodealis*, 3 = *Plica uro-proctodealis*, 4 = Phallus, 5 = Öffnung der Kloake, 6 = *Ductus deferens*, 7 = Harnleiter (SKADHAUGE und DAWSON, 1999).

Bei der Straußenhenne sind während der anfänglichen embryonalen Entwicklung Keimdrüsen (Ovar) und ausführende Gänge (Müllersche Gänge, später Eileiter) paarig angelegt (JOST, 1993). Beim erwachsenen Strauß ist jedoch nur das linke Ovar und der linke Eileiter ausgebildet (BEZUIDENHOUT, 1986). Das linke Ovar befindet sich kranioventral zum kranialen Nierenpol. Seine Größe ist starken zyklischen Veränderungen unterworfen (BEZUIDENHOUT, 1986; HICKS-ALLDREDGE, 1998).

Lymphatisches System

Die wurstförmige Milz befindet sich auf der rechten Seite. Sie wird begrenzt von der kaudalen Hohlvene auf der rechten Seite, der rechten Niere von kaudal und der viszeralen Oberfläche des Drüsenmagens auf der linken Seite. Beim erwachsenen Strauß mißt sie 8,75 X 2,5 cm (BEZUIDENHOUT, 1986).

2.2. Röntgenuntersuchung

Röntgenuntersuchungen sind bereits ein Standardverfahren in der Vogeltierarztpraxis. Standardisierte radiographische Verfahren sind für Heimvögel beschrieben worden (LAVIN, 1994; MCMILLAN, 1994). Hierbei werden Ganzkörperaufnahmen mit latero-lateralem Strahlengang in rechter Seitenlage und ventrodorsalem Strahlengang in Rückenlage aufgenommen. Bei Kleintieren unterscheidet man verschiedene Kontrasttechniken (MORGAN, 1993; THRALL, 1999): eine Weichstrahltechnik und eine Hartstrahltechnik. Hierbei ist der Wert der kV ausschlaggebend für die Technikbezeichnung. Bei der Weichstrahltechnik wird eine niedrige kV (weniger als 60 kV im allgemeinen) und hohe mAs Belichtungskombination verwendet. Dies führt zu wenigen Graustufen des Röntgenbildes und daher hohen Kontrast. Diese Technik wird für abdominale Röntgenuntersuchungen bei Kleintieren empfohlen. Bei der Hartstrahltechnik wird eine hohe kV und niedrige mAs Belichtungskombination

verwendet. Dies führt zu vielen Graustufen und daher geringeren Kontrast. Diese Technik wird für thorakale Röntgenuntersuchungen bei Kleintieren empfohlen.

Diese unterschiedlichen Kontrasttechniken werden bei Heimvögeln nicht angewendet.

Die radiographischen Standardverfahren für Kleinvögel können jedoch nicht auf den Strauß aufgrund seiner Größe und seiner anatomischen Besonderheiten übertragen werden. Bisher ist die Röntgenuntersuchung nur sporadisch bei Straußen bzw. Struthioniformes eingesetzt worden. Klinische Fälle beziehen sich auf das muskuloskeletale System (BURBA et al., 1996) und die Identifizierung von Fremdkörpern im Verdauungstrakt (WILLIAMS, 1998). Zwei Artikel liefern eine kurze, oberflächliche radiologische Beschreibung in einer begrenzten Anzahl von Ratiten (HOMCO, 1994; WILLIAMS, 1998). Es ist postuliert worden, daß Röntgenuntersuchungen ein bedeutendes diagnostisches Mittel der Organe der zölonischen Körperhöhle (STEWART, 1994) und fortpflanzungsbezogenen Krankheiten sein können (HICKS, 1993). Hierfür muß jedoch eine standardisierte radiographische Technik entwickelt werden, um konstante optimale Röntgenbilder zu erzielen. Erst dann kann die röntgenologische Anatomie und ihre Variationen beim klinisch gesunden Strauß beschrieben werden.

Es wurde jedoch bisher keine Arbeit über die standardisierte radiographische Technik oder ein röntgenanatomischer Atlas für Struthioniformes, oder Strauße insbesondere, beschrieben.

Antizipierte Problemkreise

Die Größe der untersuchenden Tiere macht den Gebrauch von höheren Belichtungskombinationen notwendig, was zu erhöhter Streustrahlung und Strahlungsbelastung führt. Dies kann ein Sicherheitsrisiko sowohl für den Strauß als auch für das Personal darstellen. Bedingt durch die hohe Atmungsfrequenz von Vögeln, treten Veratmungsunschärfen relativ schnell auf. Da der Strauß jedoch eine Atmungsfrequenz von lediglich 6-30 Atemzügen/min im Vergleich zu 60-120 Atemzügen/min bei Kleinvögeln besitzt (RITCHIE et al, 1994), kann dieser Faktor eventuell vernachlässigt werden. Dadurch mag es auch möglich sein Aufnahmen am Ende der Ein- und Ausatmungsphase aufzunehmen. Da Vögel kein Omentum und kurze, gut ausgebildete Ligamente besitzen (MCMILLAN, 1994), führt dies zur Minimierung von Fett als kontrastgebendem Mittel. Außerdem besitzt aviäres Fett eine vergleichbare radiographische Dichte wie Weichteile (MCMILLAN, 1994). Fehldiagnosen von Tumoren oder Infektionen durch überlagernde Federfollikel müssen vermieden werden (MCMILLAN, 1994).

2.3. Gastrointestinale Kontraststudien

Zu Anfang der 80er Jahre wurden die Grenzen der Röntgenuntersuchung bei der Diagnose von Abnormalitäten der Weichteile bei Heimvögeln erkannt und Kontrastmittelstudien den bildgebenden Verfahren für aviäre Diagnostik hinzugefügt (MCMILLAN, 1994; KRAUTWALD-JUNGHANNIS und HENDRICH-SCHUSTER, 1996). Die Verwendung von Kontrastmitteln erlaubt die Differenzierung des Verdauungssystems von anderen normalen oder abnormalen inneren Organen, Tumoren oder anderen Massen und ist hilfreich bei der Identifizierung von individuellen gastrointestinalen Strukturen und Abnormalitäten davon.

Kontrastmittel, die bei Säugetieren angewendet werden, gelten auch für Vögel als sicher (MCMILLAN, 1994). Mikropulverisierte Bariumsulfat-Lösungen sind die am häufigsten verwendeten Kontrastmittel für aviäre gastrointestinale Kontraststudien (LAVIN, 1994). Jodlösungen weisen ebenfalls genügend Schleimhautdetail auf und haben den Vorteil einer schnelleren gastrointestinalen Passagezeit (ERNST et al., 1998). Von erheblichen Nachteil ist jedoch deren Kostenfaktor. Der Gebrauch von Barium ist kontraindiziert bei

Patienten mit Verdacht auf Perforation des Verdauungstraktes und mag zur Konstipation bei dehydrierten Tieren führen (KRAUTWALD-JUNGHANNS und HENDRICH-SCHUSTER, 1996). Um dies zu verhindern, sollten Flüssigkeiten nach Vollendung der Kontraststudie oral verabreicht werden. Die in der Literatur angegebenen Dosierungen (25-50 ml/kg) und Konzentrationen (25-50 %) von Bariumsulfat weisen starke Schwankungen auf (LAVIN, 1994; MCMILLAN, 1994; KRAUTWALD-JUNGHANNS und HENDRICH-SCHUSTER, 1996).

Beruhigungsmittel, Anästhetika und Anticholinergika können die gastrointestinale Passagezeit beeinflussen und sollten daher 24 h vor der Kontrastmittelstudie abgesetzt werden. In der Literatur schwanken die Angaben hinsichtlich gastrointestinaler Passagezeiten von 30 h (JOST, 1993) zu 36 h (HUCHZERMAYER, 1998). Jedoch steht fest, daß die gastrointestinale Passagezeit bei körnerfressenden Vögeln länger ist als bei anderen. Andere Variablen, welche die Passagezeit beeinflussen können, sind: Spezies, Ernährung, Alter, Geschlecht, Gewicht, Hydratationszustand und Krankheiten. Die Auswahl, Konzentration und Dosierung des Kontrastmittels sind weitere Faktoren, die die Passagezeit beeinflussen.

Standardisierte Röntgenbilder werden routinemäßig vor dem Beginn der Kontraststudie angefertigt, sofort danach und dann in 30-minütigen Intervallen, solange bis Kontrast die Kloake erreicht hat (LAVIN, 1994; MCMILLAN, 1994; KRAUTWALD-JUNGHANNS und HENDRICH-SCHUSTER, 1996).

Es wird angenommen, daß gastrointestinale Kontraststudien hilfreich bei der Identifikation von individuellen Darmschlingen sowie der Diagnose von pathologischen Veränderungen des Verdauungssystems sein können. Der Zweck dieser Studie war es ein zuverlässiges Protokoll für eine gastrointestinale Kontraststudie und eine Beschreibung des physiologischen, röntgenanatomischen Erscheinungsbildes des kontrastgefüllten Verdauungssystems für Strauße bereitzustellen.

Es ist bisher noch keine Arbeit über gastrointestinale Kontraststudien bei Straußen oder Struthioniformes im generellen veröffentlicht worden.

Antizipierte Problemkreise

Dosierung und Konzentration müssen sorgfältig ausgewählt werden, da aufgrund des langen Darmtraktes eine zu niedrige Wahl zur starken Verdünnung des Kontrastmittels und somit zu ungenügenden Kontrast für die distalen Darmanteile führen wird. Andererseits muß eine zu hohe Wahl vermieden werden, da es ansonsten zu massiven Überlagerungen von kontrastgefüllten Darmschlingen kommen wird (insbesondere unter Berücksichtigung des anatomisch bereits kompakten Darmkonvolutes). Eine Minimierung der Gesamtmenge an Kontrastmittel muß auch aus Kostengründen angestrebt werden.

2.4. Transkutane Sonographie

Ultrasonographie und Röntgenuntersuchung sind sich ergänzende bildgebende diagnostische Verfahren. Die Ultrasonographie ist jedoch das bildgebende Verfahren der Wahl zur Beurteilung von Weichteilen. Seit den 80er Jahren wurde die Ultrasonographie bei Vögeln eingesetzt. Heutzutage ist das diagnostische Potential von aviären Ultraschalluntersuchungen anerkannt (RIEDEL, 1991; ENDERS et al., 1994), jedoch ist es immer noch kein häufig eingesetztes bildgebendes Verfahren bei Vogelpatienten und wird hauptsächlich von Spezialisten eingesetzt.

Ultraschalluntersuchungen bei Vogelpatienten sind bei Erkrankungen des Fortpflanzungstraktes, Peritonealhernien, Legenot, Drüsen- und Muskelmagenanschoppung sowie von Tumoren beschrieben worden (RIEDEL, 1991; ENDERS et al., 1994). Normale Gonaden können bei den meisten Vogelarten außerhalb der Brutsaison nicht dargestellt werden (HOFBAUER und KRAUTWALD-JUNGHANNS, 1999).

Die Ultrasonographie wurde bei Struthioniformes eingesetzt, um den Bandapparat der distalen Beckengliedmaße beim Strauß (LISWANISO et al., 1996) und den Dottersack von Straußenküken (HUCHZERMEYER, 1998) darzustellen, bei einem formalin-fixierten Emu (mit MRI als Schwerpunkt) (TULLY, 1995), bei fünf Kasuaren, wobei ein transintestinaler Zugang angewandt wurde (GÖRITZ et al., 1997) und bei einem Strauß zur Diagnose eines rechten ventrikulären arteriovenösen Shunts (BAPISTE et al., 1997). Ein Artikel über bildgebende Verfahren bei einer begrenzten Anzahl von Struthioniformes beschreibt auch oberflächlich das generelle ultrasonographische Bild der Eingeweide (WILLIAMS, 1998). Außerdem wurde es zur Beschreibung des Ovar benutzt (PLOOIJER, 1998; BRONNEBERG et al., 1999).

Um die Ultrasonographie diagnostisch einsetzen zu können, muß zunächst das physiologische Erscheinungsbild beschrieben werden. Der Zweck dieser Studie war es daher die verschiedenen sonographischen Fenster und das normale ultrasonographische Bild der Eingeweide der zölonischen Körperhöhle beim weiblichen, nicht brütenden Strauß zu beschreiben, wobei gleichzeitig die Limitierungen der Sonographie aufgezeigt werden sollten.

Es ist bisher noch keine detaillierte Arbeit über die Sonographie und Sonomorphologie der Eingeweide der zölonischen Körperhöhle von Straußen veröffentlicht worden.

Antizipierte Problemkreise

Es war antizipiert worden, daß das extensive Luftsacksystem, das kompakte Darmkonvolut, das subseröse intestinale Fett, die Federn und ihre Federfollikel (HILDEBRANDT et al., 1994) sowie das Sternum den Einsatz der Ultrasonographie auf wenige akustische Fenster einschränken würden und zu schlechten oder keinen Bildern führen könnten. Insbesondere die perirenenalen Divertikel der Bauchluftsäcke mögen das Schallen der kaudalen Nierenlappen verhindern. Das gastrische Divertikel des medialen klavikulären Luftsackes folgt der kaudalen Grenze des Drüsenmagens (BEZUIDENHOUT et al. 1998) und mag das Schallen einschränken. Insbesondere gestreßte Vögel tendieren dazu ihre Luftsäcke zu überdehnen, was die Notwendigkeit des ruhigen Umganges mit Straußen vor und während der Untersuchung betont.

Das linke Ovar befindet sich dorsozentral zu den Bauchluftsäcken und kranial zur massiven Oberschenkelmuskulatur, was deren Darstellung erschweren könnte.