

---

## 5. Diskussion

### 5.1. Röntgenuntersuchung

Die Röntgenuntersuchung der zöломischen Körperhöhle des Straußes erwies sich als ein nicht invasives und informatives bildgebendes Verfahren. Allerdings erforderte das Röntgen von Straußen erhebliche Geduld. Eine ruhige Umgebung und erfahrenes Personal waren notwendig. Die erlangten Resultate sollten auf andere Vertreter der Ordnung Struthioniformes übertragbar sein. Wie in anderen Spezies ist die Patientenvorbereitung essentiell. Die Flügel sollten für die rechts lateralen Röntgenbilder dorsal positioniert werden und Nahrungsentzug ist für die kaudalen Röntgenaufnahmen angezeigt. Jedoch ist dies kontraindiziert bei kranken Straußen. Allgemeinanästhesie war lediglich für erwachsene Strauße in rechter Seitenlage notwendig.

#### Erwachsene und heranwachsende Strauße: Rechts laterale Röntgenbilder

Wegen der Größe der erwachsenen und heranwachsenden Strauße wurde eine mehrfache, sich überlappende Kassettenteknik ausgewählt, damit die gesamte zöломische Körperhöhle erfaßt werden konnte (Abb. 4 und 5). Die Topographie der Organe und die Gewebszusammensetzung mußten bei der Entwicklung der einzelnen Aufnahmefelder und ihrer Belichtungsfaktoren berücksichtigt werden. Bei pathologischen Befunden können zusätzliche Aufnahmen gemacht werden, wobei der Röntgenstrahl entsprechend zentriert und eine ausreichende Einblendung auf die interessierende Region durchgeführt werden sollte. Obwohl V2 Aufnahmen nicht durch radiographisches Detail brillierten, hat diese Ansicht dennoch diagnostisches Potential für Fremdkörper und Anschoppungen im Muskel- oder Drüsenmagen. Die Messung des Körperdurchmessers für V3 variierte beim gleichen Individuum (intraindividuelle Variationen), sobald dies am Punkt der Röntgenstrahlzentrierung geschah. Dies läßt sich auf den drastischen Abfall des Körperdurchmessers ventral zum *Os pubis* zurückführen. Bei gesunden Tieren konnte eine konstante Messung in der Mitte des *Os pubis* vorgenommen werden, was zu konstanten Belichtungswerten führte. Bei Tieren in schlechter Körperversfassung muß angenommen werden, dass der Durchmesser am *Os pubis* nicht proportional zum Gewichtsverlust abnimmt. Daher sollte bei kranken Straußen die Messung am Punkt der Röntgenstrahlzentrierung (2-5 cm ventral zum *Os pubis*) vorgenommen werden.

#### Erwachsene und heranwachsende Strauße: DV Röntgenbilder

Im Gegensatz zur Kleinvogelröntgenuntersuchung sind ventrodorsale Aufnahmen nicht praktikabel und würden beim Strauß eine Allgemeinanästhesie erforderlich machen. DV Aufnahmen wurden daher für Strauße standardisiert, insbesondere auch deshalb da kranke, festliegende Strauße in dieser Position vorgestellt werden. Aufgrund der Vielzahl an korrekten Belichtungswerten („exposure latitude“) bezüglich der Auswahl der endgültigen kV für DV2 and DV3, wurde keine separate DV Belichtungstabelle erstellt. Für DV1 siehe Tab. 1.

#### Straußenküken

Für Straußenküken erwies sich eine einzige Kassette als ausreichend (Ganzkörperaufnahme). Im Gegensatz zu den erwachsenen oder heranwachsenden Straußen war es einfacher Röntgenbilder von Straußenküken in der rechten Seitenlage aufzunehmen. Erstens konnte die Röntgengerät nicht bis zum Boden heruntergefahren werden und zweitens tendierten Straußenküken selbst mit Kopfhaube dazu sich zu bewegen. Röntgenaufnahmen in der rechten Seitenlage besaßen genügend Detail, da lediglich eine reduzierte Körpermasse durchstrahlt werden mußte.

#### Zusätzliche Ergebnisse

Die konische Körperform des Straußes komplizierte das Anfertigen von Röntgenbildern mit echtem latero-lateralem Strahlengang. Der Strauß konnte parallel zur Kassette

positioniert werden, wodurch kraniale oder kaudale Luftspalten (bis zu 10 cm) entstanden, welche zu Vergrößerungen in diesen Regionen führten. Vorteilhaft war, daß diese Luftspalten zur Reduktion der Streustrahlung beitrugen. Alternativ positionierte man den Strauß leicht schräg zur Kassette und minimierte somit die Luftspalte. Dies schränkte jedoch die akkurate Interpretation aufgrund des schräg-lateralen Strahlenganges ein. Die Technik mit echtem latero-lateralem Strahlengang wurde standardisiert.

Da es keinen Unterschied zwischen den beiden latero-lateralen Ansichten gab, wurden rechts laterale Aufnahmen empfohlen, um konform mit der radiographischen Technik für Kleinvögel zu sein (LAVIN, 1994). Um spezielle pathologische Befunde hervorzuheben, mag es von Vorteil sein, einen rechts-nach-links gerichteten Strahlengang auszuwählen, so daß die interessierende Region dichter zur Kassette liegt. Horizontale Aufnahmen beim stehenden Strauß sind solchen in Bauchlage vorzuziehen, da die letzteren aufgrund der Kompression der Luftsäcke in zu wenig natürlichen Kontrast resultierten. Da kranke Strauße oftmals in Bauchlage vorgestellt werden, mögen diese Röntgenbilder jedoch notwendig werden. Die radiographische Technik muß entsprechend angepaßt werden.

Die Reduzierung der Belichtungswerte für die kranialen Aufnahmen in rechter Seitenlage gegenüber rechts lateralen Aufnahmen beim stehenden Strauß ist notwendig, da die Brusthöhle einen reduzierten Durchmesser aufgrund des Druckes vom Fußboden auf die zöломische Körperhöhlenwand hat. In der kaudalen zöломischen Körperhöhle breiteten sich die intestinalen Strukturen gleichmäßig aus und verursachten den Kollaps der bodennahen Luftsäcke (Abb. 7F). Dies führte zum Verlust von natürlichem Kontrast, was zu erhöhten Belichtungswerten für V3 und zu einer Änderung der Technik für D3 führte. Es muß betont werden, daß selbst nach der Korrektur der Belichtungswerte, die Beurteilung des Röntgenbildes aufgrund des Kontrastverlustes erschwert war. Röntgenbilder von stehenden Straußen und solchen in Seitenlage unterscheiden sich in der Verteilung von Gas und Flüssigkeit. Gaskappen und Flüssigkeitslevel können nur auf Röntgenbildern ausgewertet werden, die mit horizontalem latero-lateralem Strahlengang aufgenommen wurden.

Da der Strauß eine niedrigere Atemfrequenz als kleinere Vögel (6-30 Atemzüge/min im Vergleich zu 60-120 (RITCHI et al., 1994)) besitzt, konnten Röntgenbilder am Ende der verschiedenen Atemphasen aufgenommen werden und Veratmungunschärfen waren vernachlässigbar. Die Vogellunge ist unelastisch und trug daher nicht zum verbesserten Kontrast am Ende der Einatmungsphase bei. Diese Rolle wurde von den Luftsäcken übernommen, was zur Ausdehnung der Körperhöhle während der Einatmung und somit zu erhöhtem Kontrast führte. Röntgenbilder von D1, V1 und DV1 sollten daher routinemäßig analog zu Kleintieren (THRALL, 1999) am Ende der Einatmungsphase aufgenommen werden. Für die kaudale zöломische Körperhöhle mußte abgewogen werden, ob es von Vorteil wäre, expandierende Luftsäcke am Ende der Einatmungsphase oder alternativ ein kleineres Luftsackvolumen am Ende der Ausatmungsphase zu haben. Ersteres führte zu mehr Kontrast der Nieren und der umgebenden Strukturen, letzteres stellte mehr Platz für die Eingeweide zur Ausbreitung bereit und verbesserte deren Sichtbarkeit. Daher sollten für das kaudale Zöлом routinemäßig analog zu Kleintieren (THRALL, 1999) Röntgenbilder am Ende der Ausatmungsphase aufgenommen werden.

Vögel besitzen wenig Fett in der kaudalen zöломischen Körperhöhle, da ihnen ein Omentum fehlt und sie kurze Ligamente besitzen (MCMILLAN, 1986). Dies bedingte ein sehr kompaktes Darmkonvolut, welches wenig natürlichen Kontrast bereitstellte. Außerdem gleicht die radiographische Dichte von aviärem Fett dem von Weichteilen (MCMILLAN, 1994). Beides führte zu wenig natürlichem Kontrast in der kaudalen zöломischen Körperhöhle. Im Gegensatz zu Säugetieren ist die Luft der Luftsäcke das Hauptkontrastmittel für die Organe der kaudalen zöломischen Körperhöhle. Insbesondere tragen die perirenaln Divertikel zur exzellenten Kontrastgebung der kaudalen Nierenlappen bei.

---

## 5.2. Röntgenologische Anatomie

Strauße haben einige anatomische Besonderheiten im Vergleich zu domestizierten Vögeln oder Kleinvögeln, welche bei der Interpretation von Röntgenbildern berücksichtigt werden sollten. Die folgende Diskussion bezüglich der röntgenologischen Straußenanatomie weist auch auf Unterschiede zu anderen Vogelspezies hin. Die am geeignetsten rechts lateralen und DV Ansichten wurden jeweils in Klammern hinter dem Organsystem vermerkt.

### Bewegungssystem

Das Sternum verhinderte die Darstellung der ventralen Anteile der kranialen Organe (Herz und Leber) (Abb. 12). Die Kortices des *Os femoris* zeichneten sich kontrastreich aufgrund ihrer Pneumatisierung (Abb. 10) ab. Da das Synsakrum keine Nierenrinne (*Fossa renalis*) besitzt, befinden sich die Nieren ventral zum Knochen, wodurch ihre Sichtbarkeit verbessert war (Abb. 10 und 11).

Obwohl die Flügel aufgrund des bodenständigen Lebens der Strauße dramatisch reduziert sind, sollten sie trotzdem nach dorsal für die latero-lateralen Röntgenbilder positioniert werden (Abb. 4), um Überlagerungen der zölonischen Körperhöhle zu vermeiden. Die massive Oberschenkelmuskulatur, ebenfalls eine Adaptation an das bodenständige Leben, schränkte die Sicht auf die Körpermitte bei den rechts lateralen Ansichten ein (Abb. 8 und 9), insbesondere jedoch zentroventral. Obwohl die massive Oberschenkelmuskulatur und die überlagernden knöchernen Strukturen in schlechtem Kontrast resultieren, ist die V2 Röntgenaufnahme dennoch wichtig für die Diagnose von Fremdkörpern und Anschoppungen des Drüsen- und Muskelmagens. Leicht versetzte Positionierung beider Beine konnte die Sichtbarkeit dieser Region verbessern.

### Blutgefäßsystem

#### **Herz** (Abb. 12 und 14)

Eine kraniale DV Röntgenaufnahme (DV1) mit analog zum Kleintier (THRALL, 1999) abdominalen Belichtungswerten (Weichstrahltechnik) (Abb. 14) mußte verwendet werden. Die normale „Sanduhr“-förmige Erscheinung des Herz- und Leberschattens im VD Bild der Heimvögel (MCMILLAN, 1994), fehlte beim Strauß (siehe Drüsensystem). Die aufrechte Position des Herzens resultierte in geringem sternalen Kontakt (Abb. 12).

#### **Blutgefäße** (Abb. 9 und 14)

Wegen der Größe des Straußes, ist die Identifikation von individuellen Blutgefäßen einfacher als bei kleineren Vogelspezies. Einige Gefäße des renalen Pfortadersystems waren im Querschnitt auf den lateralen Aufnahmen leicht sichtbar (Abb. 10). Zusätzlich, waren die Anfangsabschnitte der *A. coeliaca* und der *A. mesenterica cranialis* des öfteren sichtbar. Diese stellten sich als weichteildichte tubuläre Strukturen mit kaudoventraler Verlaufsrichtung als Abzweigungen der Aorta auf dem Niveau der 7. und 8. vertebralen Rippe dar.

### Atmungssystem

#### **Lungen** (Abb. 9 und 14)

Zur Optimierung der Lungendarstellung auf DV Aufnahmen (DV1) sollten analog zum Kleintier (THRALL, 1999) thorakale Belichtungswerte (Hartstrahltechnik) verwendet werden und die Kassette transversal zur Körperachse orientiert werden (Abschnitt 4.1). Das *Septum horizontale*, die ventrale Grenze der Lunge, ist beim normalen Strauß sichtbar (Abb. 9). Dies steht im Gegensatz zu Kleinvögeln, wo es nur unter pathologischen Bedingungen (wie z.B. Luftsackentzündungen) sichtbar wird (persönliche Beobachtung). Das „Honigwabenmuster“ der Lungen erstreckte sich ventral an den Seiten auf den rechts lateralen Röntgenbildern, was den Eindruck entstehen ließ, daß sie sich ventral zum zentral sichtbaren *Septum horizontale* erstrecken würden (Abb. 9 und

10). Ein Hauptbronchus ist beständig dorsal zum anderen sichtbar. Auf den DV Bildern kann die Fortsetzung der Hauptbronchien in die Bauchluftsäcke (*Mesobronchus*) gelegentlich beobachtet werden (Abb. 14). Die Bronchien ließen sich leicht bis zur Ebene der *Parabronchi* (tertiäre Bronchien) in der zentralen Region verfolgen.

#### **Luftsäcke** (Abb. 9-11 und 14)

Die Grenzen der Luftsäcke waren bei gesunden Straußen nicht sichtbar. Sie konnten in klinischen Fällen von Luftsackentzündungen sichtbar werden, wobei die Luftsackwände verdickten (persönliche Beobachtung). Dabei in den Luftsäcken entstehendes Exsudat sollte sich als Weichteildichte bemerkbar machen. Die kranialen und kaudalen thorakalen Luftsäcke waren anfälliger für Luftsackentzündungen (persönliche Beobachtung) und sollten sorgfältig untersucht werden. Dies ist verwunderlich angesichts der aviären Respirationstheorie (PROCTOR und LYNCH, 1992; OROSZ, 1999), welche postuliert, daß die Bauchluftsäcke zuerst ventiliert werden. Im Gegensatz zum domestizierten Geflügel (NICKEL et al., 1992) ist der linke Bauchluftsack größer als der rechte, aber keiner von beiden erstreckt sich so weit kaudal wie bei Kleinvögeln. Daher zeigte die kaudale zölonische Körperhöhle auf den DV Röntgenbildern keine Schattenarmut in der Peripherie im Gegensatz zu Kleinvögeln. Die großen perirenaln Divertikel der Bauchluftsäcke kreierten eine weite schattenarme Region dorsal zur horizontalen Grenze der Eingeweide, was in vorzüglichem Kontrast für die kaudalen Nierenlappen beim stehenden Strauß mit horizontalem latero-lateralem Strahlengang resultierte (Abb. 11). Das gastrische Divertikel der klavikulären Luftsäcke konnte manchmal als dünner schattenarmer Streifen kaudal zum Drüsenmagen gesehen werden.

### **Verdauungssystem**

#### **Vorderdarm** (Abb. 8-10, 12,14)

Strauße besitzen keinen Kropf. Die Speiseröhre ist ebenso wie bei anderen Vogelspezies in der Leeraufnahme klar sichtbar (Abb. 9).

Der Drüsenmagen erstreckte sich weiter kaudal als der Muskelmagen. Seine dorsale Wand war aufgrund der Ansammlung von Gas im Inneren und der umgebenden Luftsäcke sichtbar (Abb. 10). Eine Gas-Ingesta Grenzfläche war gewöhnlich im Lumen des Drüsenmagens sichtbar (Abb. 10). Der Muskelmagen selbst war nicht sichtbar aufgrund seines dichten Kontaktes zu anderen Weichteildichten wie der Leber, was zu einem Silhouetteneffekt („Border effacement“) führte. Sein Lumen war jedoch aufgrund seines Inhaltes (Steine) klar differenzierbar (Abb. 8 und 12). Bei Kleinvögeln liegt der Muskelmagen auf Höhe der Acetabula, wobei er beim Strauß am kaudalen Ende des Sternums beginnt.

#### **Dünn- und Dickdarm sowie Kloake** (Abb. 13 und 15)

Die Eingeweide des Straußes füllten die ventralen  $\frac{2}{3}$  der kaudalen zölonischen Körperhöhle aus, wobei keine Schattenarmut in der Peripherie auf den DV Röntgenbildern zu sehen war wie bei anderen Vogelspezies (Abb. 15). Im Gegensatz zum ersten Eindruck einer ziemlich homogenen Weichteildichte der ventralen  $\frac{2}{3}$  der kaudalen Körperhöhle (Abb. 13) konnten drei Regionen differenziert werden: 1) Eine kranioventrale dreieckige Region mit einer homogenen Weichteildichte (Ingesta); 2) eine kaudodorsale dreieckige Region und 3) ein mosaikartiger diagonaler Streifen zwischen den oben genannten Regionen, welcher aufgrund der Gas-Ingesta Mischung zustande kam.

Bei detaillierter Auswertung konnten zusätzliche Strukturen identifiziert werden: 1) wenigstens eines der beiden Caeca in der zentroabdominalen Region, welche innere Spiralfalten (BEZUIDENHOUT, 1993) in weiten Abständen aufwies. Dies erinnerte an das röntgenologische Bild der Poschen des Pferdes (BUTLER et al., 2000); 2) das proximale Rectum konnte mit seinen in kurzen Abständen (BEZUIDENHOUT, 1999) sichtbaren Falten am besten über die gesamte Länge der dorsalen horizontalen Ingesta-

Gas Grenzfläche identifiziert werden; 3) das distale Rectum mit seiner perlschnurartigen Erscheinung, den Kotballen und dem geringen Durchmesser der Eingeweideschlingen in der kaudalen und besonders perikloakalen Region; 4) die distale drastische Ausweitung des terminalen Rectums zu einer sackartigen Struktur, welche mit Kotballen gefüllt war und nicht verwechselt werden durfte mit der Kloake; 5) die Kloake wurde vom terminalen Rectum durch die recto-coprodeale Falte (WARÜI und SKADHAUGE, 1998) abgegrenzt, welche gelegentlich auf Röntgenbildern als lineare Weichteildichte sichtbar war; und 6) eine runde Weichteildichte von unterschiedlicher Größe direkt kaudal zum distalen Ende des Rectums mit einer dorsalen, horizontalen Flüssigkeitslinie. Dies stellte den ventralen Sack des Coprodaeums dar und es wird von WARÜI und SKADHAUGE (1998) als harnspeicherndes Kompartement angesehen. Dies stand im Einklang mit unseren Erfahrungen, da dessen Größe beständig mit der Zeit zunahm und drastisch nach Harnabsatz abnahm.

Intestinales Gas war normal bei Straußen und durfte nicht mit vorhandenen pathologischen Prozessen verwechselt werden (Darmentzündungen, Eingeweideparasiten oder Ileus bei Kleinvögeln) (MCMILLAN, 1986; RÜBEL et al., 1991).

**Drüsensystem** (Abb. 10, 12 und 14)

#### **Leber**

Die Leber war weiter kranial positioniert als im Vergleich zu Heimvögeln und erstreckte sich kranial zum Herzen, wobei sie hauptsächlich dem Sternum auflag (Abb. 12). Dies, zusammen mit der aufrechten Position des Herzens, resultierte im totalen Verlust des „Sanduhr“-förmigen Herz- und Leberschattens auf DV Röntgenbildern (Abb. 14).

#### **Nebennieren**

Die linke zigarrenförmige und rechte dreieckige Nebennieren konnten kranioventral zum kranialen Pol der Nieren gesehen werden (Abb. 10).

**Harn- und Geschlechtssystem** (Abb. 10, 11, 14 und 15)

Das linke Ovar konnte als Weichteildichte kranioventral zum kranialen Nierenlappen gesehen werden (Abb. 10). Der kaudale Nierenlappen befand sich nicht in Kontakt mit dem Verdauungsapparat und war daher klar sichtbar (Abb. 11).

Auf DV Röntgenbildern waren die Nieren schwierig zu identifizieren aufgrund der mehrfachen Überlagerung von Strukturen (Abb. 14 und 15). Die Harnleiter waren manchmal auf den rechts lateralen Aufnahmen als tubuläre Weichteildichten sichtbar, welche den kaudozentralen Aspekt der kaudalen Nierenlappen in kaudoventraler Richtung verließen (Abb. 11). Eine Harnblase im eigentlichen Sinne fehlt dem Strauß, jedoch schien der ventrale Sack des Coprodaeums diese Funktion übernommen zu haben (Abb. 13).

**Lymphatisches System** (Abb. 10 und 14)

Die Milz konnte auf den rechts lateralen Aufnahmen gesehen werden (Abb. 10), aber durch Überlagerung mit der Beckengliedmaße mag ihre Sichtbarkeit eingeschränkt sein. Auf den DV Aufnahmen befand sie sich auf der rechten Seite (Abb. 14).

### 5.3. Gastrointestinale Kontraststudien

#### 5.3.1. Technik

Eine komplette Entleerung des Verdauungstrakts vor der Kontrastapplikation ist kontraindiziert, da es essentiell ist, die normale intestinale Flora am Leben zu erhalten. Nahrungsentzug über 16 h reduzierte den intestinalen Inhalt bemerkenswert und schien keine nachteiligen Auswirkungen zu haben. Es muß jedoch beachtet werden, daß der Nahrungsentzug bei kranken Straußen kontraindiziert ist.

Die exakten Entleerungszeiten der individuellen Anteile des Verdauungsapparates waren nicht einfach zu bestimmen. Dies ließ sich auf mehrere Gründe zurückführen: 1) hohe Belichtungswerte mußten benutzt werden, welche zur Überbelichtung von geringen Mengen von Kontrastmitteln geführt haben könnten, 2) das Benetzen der Mucosa, der Cuticula und dem gastrointestinalen Inhalt mit Kontrast mag Füllung vorgetäuscht haben; und 3) die Überlagerung des kompakten Darmkonvolutes erschwerte eine akkurate Evaluierung.

Exakte gastrointestinale Passagezeiten waren nur mit Schwierigkeiten dieser Studie zu entnehmen, da Röntgenbilder während der Nacht in längeren Zeitabständen aufgenommen wurden.

Röntgenbilder wurden bis zu 29 h nach Kontrastapplikation aufgenommen und zu diesem Zeitpunkt war noch Kontrast im distalen Rectum vorhanden. Abhängig von der erwarteten Pathologie bei kranken Straußen, sollte der Zeitpunkt der Kontrastapplikation so gewählt werden, daß die interessierende gastrointestinale Passage in die Arbeitszeit fällt (Tab. 3).

Optimale Dosierungen waren 10 ml/kg einer 50 %igen Bariumsulfat-Lösung für Straußenküken und 10 ml/kg einer 25 %igen für erwachsene Strauße.

Niedrigere Konzentrationen als 25 % sollten vermieden werden, da diese zu verlängerten Passagezeiten führten. Außerdem war zu wenig Kontrast vorhanden und resultierte in keiner klaren Zeichnung der einzelnen Organe. Höhere Konzentrationen als 50 % führten zu Sedimentierung von Kontrastmittel, einem erhöhtem Risiko einer Verstopfung und längeren Passagezeiten sowie exzessivem Kontrast, der der Röntgenqualität durch die Überlagerungen eher zum Nach- als Vorteil gereichte.

#### 5.3.2. Röntgenanatomische Beschreibung

Die folgenden Organe konnten regelmäßig während der Kontraststudie in konstanter Position identifiziert werden: Ösophagus, Drüsen- und Muskelmagen, proximales und distales Rectum. Das kaudale u-förmige Ende des Duodenums und das Jejunum konnten jeweils gesehen werden, doch variierte ihre Position zwischen den einzelnen Straußen und insgesamt (intra- und interindividuell). Nur unregelmäßig konnten das Ileum und eine oder beide Caeca identifiziert werden, welche auch in ihrer Position variieren konnten. Die Supraduodenalschleife des aufsteigenden Duodenalschenkels war nicht in einer einzigen Studie sichtbar. Daher kann nicht angenommen werden, daß diese Segmente regelmäßig sichtbar sein würden. Es muß jedoch betont werden, daß der Grad der Sichtbarkeit aller gastrointestinaler Strukturen variierte. Die Evaluierung und Identifizierung von individuellen Strukturen alleine anhand der rechts lateralen Röntgenbildern kann problematisch sein und DV Aufnahmen sollten zu Rate gezogen werden. Alternativ, mögen links und rechts laterale Aufnahmen zusätzliche Informationen liefern, falls eine DV Aufnahme nicht möglich ist.

Strauße besitzen keinen Kropf, was bei der Kontrastapplikation berücksichtigt werden sollte. Nach der Speiseröhre ließ sich der Drüsenmagen darstellen. Seine Größe war unabhängig vom Füllungszustand bei den angewandten Dosierungen. Kontrast blieb bis zu 7 h an seiner Mucosa haften.

Das Duodenum war nur für kurze Zeit sichtbar, obwohl Kontrast noch im Drüsen- und Muskelmagen vorhanden war. Jedoch mag die Überlagerung von anderen Strukturen die Evaluierung beeinträchtigt haben. Das kaudale u-förmige Ende des Duodenums war sehr beweglich. Der restliche Dünndarm hatte eine sehr verschlungene („coiled“) Erscheinung. Eine anfängliche vordere Kontour des Kontrastes („leading edge“) fehlte und die Füllung erfolgte zunächst schemenhaft. Individuelle Segmente des Dünndarms waren röntgenanatomisch nicht unterscheidbar, sondern konnten nur als Jejunum oder Ileum anhand des Zeitpunktes der Kontrasterscheinung mit Hilfe von Serienröntgenbildern als solche angesprochen werden.

Da ein oder beide Caeca sich nicht regelmäßig mit Kontrast füllten und dann auch nur für einen kurzen Zeitabschnitt, kann nicht erwartet werden, daß diese Segmente routinemäßig darstellbar sein würden. Die linearen Füllungsdefekte senkrecht zum Lumen repräsentierten die Spiralfalten der Caeca. Das Verhältnis der Intervalle zwischen denen der Caeca und denen des proximalen Rectums betrug mindestens 2:1. Das Verhältnis der Durchmesser der Caeca zu dem des proximalen Rectums war ca. 2:1. Beide Verhältnisse konnten zur Differenzierung dieser Organe herangezogen werden. Jedoch muß daran gedacht werden, daß die caecalen Durchmesser sich drastisch von proximal nach distal verjüngten und daß die Spiralfalten nur im proximalen  $\frac{2}{3}$  vorkamen. Es ist interessant zu bemerken, daß die Caeca vor dem proximalen Rectum Kontrast aufwiesen. Dies steht im Gegensatz zu der Hypothese der Caecumfüllung mittels Retroperistalsis vom proximalen Rectum in aviären Spezies. Dieses Phänomen bedarf jedoch noch weiterer Untersuchung und es ist auch möglich, daß geringe Mengen von Kontrast im Rectum aufgrund der hohen Belichtungskombinationen übersehen wurden.

BEZUIDENHOUT (1986) spricht von einer Linksverteilung des proximalen Rectums gegenüber einer Rechtsverteilung des distalen Rectums. Dies konnte *in vivo* nicht nachvollzogen werden, sondern stellte eher eine kraniokaudale Verteilung dar. Das distale Rectum bildete eine spiral-konische Formation in der perikloakalen Region und das proximale Rectum füllte den kranial und lateral verbleibenden Platz hauptsächlich dorsal aus. Die besten Bilder des Dickdarmes konnten nach 12 Stunden aufgenommen werden.

Traditionell wird dem aviären Coprodaeum eine kotspeichernde Funktion zugeschrieben (NICKEL et al., 1992). Jedoch füllte sich die ventrale Tasche des Coprodaeums zu keinem Zeitpunkt der Studie mit Kontrast, was die postulierte Theorie von WARÜI und SKADHAUGE (1998) unterstützte, daß beim Strauß die ventrale Tasche des Coprodaeums eine harnspeichernde Funktion übernommen hat und unabhängig vom Verdauungsapparat ist.

## 5.4. Transkutane Sonographie

### 5.4.1. Schallvorgang

Gute transkutane ultrasonographische Darstellungen des Herzens und seiner Hauptblutgefäße, des Drüsen- und Muskelmagens, der Eingeweide, der Leber, der Nieren und einer „harnblasen-ähnlichen“ Struktur waren möglich. Die Bauchspeicheldrüse, die Milz, die Nebennieren, das inaktive Ovar und die Schilddrüsen konnten ultrasonographisch nicht dargestellt werden. Die geringe Größe dieser Organe, ihre zentrale Körperlage sowie die Gegenwart von umgebenden Fett und Luftsäcken verhinderte ihre sonographische Darstellbarkeit.

Da die meisten akustischen Fenster in den unbefiederten Gegenden lagen, war ein Rupfen der Federn nicht erforderlich. In den befiederten Regionen waren die Federfollikel ebenfalls weit genug voneinander entfernt, um eine gute Schallkopfkopplung zu ermöglichen. Das Sternum junger Strauße stellte keine akustische Barriere im Gegensatz zu älteren Straußen dar. Bei letzteren verhinderte eine vollständige Mineralisation oder das Einwachsen von Luftsackdivertikeln das Schallen. Die starke

Beckengliedmaßenmuskulatur konnte durch das Schallen mit kranialer und kaudaler Schallkopforientierung umgangen werden.

#### 5.4.2. Sonomorphologie der zöломischen Eingeweide

Wegen der aufrechten Position des Herzens konnten bereits beschriebene Fenster für die aviäre Echokardiographie (KRAUTWALD-JUNGHANNS et al., 1995) nicht verwendet werden. Der Schneeeffekt („autocontrast“) innerhalb der Blutgefäße wurde auf die kernhaltigen Erythrozyten (PENNICK et al., 1991) oder die geringe Fließgeschwindigkeit des Blutes (PATTERSON, 1996) zurückgeführt.

Die klavikulären Luftsäcke sind weitreichend, jedoch weder ihr gastrisches noch ihr sternales Divertikel (bei jungen Straußen bei Verwendung des sternalen Fensters) stellten Einschränkungen für die transkutane Ultraschalluntersuchung dar. Die Bauchluftsäcke und ihre perirenaln Divertikel verhinderten das Schallen der kaudalen Nierenlappen von einem ventralen Zugang, aber nicht von lateral. Interkostale, sternale und dorsale NFA Fenster mußten vermieden werden, da Schallauslöschung auftrat. Jedoch ist die Schallauslöschung aufgrund von Luftsäcken und der Lunge (interkostale und dorsale NFA Fenster) informativ, da es anzeigte, daß keine pathologischen Befunde in der Peripherie vorhanden sind. Eine vollständige ultrasonographische Beurteilung der zöломischen Körperhöhle sollte daher die Luftsackregionen mit einschließen. Insbesondere da pathologische Befunde wie Luftsackentzündungen wahrscheinlich zu ähnlichen Schallbildern wie beim Hund und Pferd mit Lungenpathologie (REIMER, 1990; STOWATER und LAMB, 1998) führen werden.

Das kompakte Darmkonvolut stellte eine Herausforderung für das Schallen dar. Unterschiedliche Mengen von intestinalem Gas (physiologisch für Strauße im Gegensatz zu Heimvögeln) sowie die Größe der Vögel schränkte die Beurteilung der zentral positionierten Strukturen, insbesondere im kaudalen Drittel der zöломischen Körperhöhle, ein. Unter Berücksichtigung der langen gastrointestinalen Passagezeit (JOST, 1993; STEWART, 1994; HUCHZERMEYER, 1999) und da keine signifikante Verbesserung der ultrasonographischen Untersuchung erwartet wurde, war den Straußen das Futter nicht entzogen worden. Der Zugang zu Wasser war besonders wichtig, da die flüssigkeitsgefüllten Eingeweide als akustische Fenster dienten.

Im Gegensatz zu einer bereits existierenden Studie an Struthioniformes (WILLIAMS, 1998) war der Drüsenmagen nicht dickwandig und direkt kaudal der Leber positioniert. Die Messung der Drüsenmagenwand in der gleichen Studie erschien ebenfalls unangemessen, da der sackartige Drüsenmagen inhomogene Wanddicken besitzt und seine Dicke abhängt von der Kontraktionsphase. Durchschnittswerte von Eingeweidewänden, wie im obigen Artikel angegeben (WILLIAMS, 1998), müssen auch als irreführend angesehen werden, da eine weite Variation zwischen den individuellen intestinalen Wandstärken existierte (1-5 mm) und daher als Differenzierungsmerkmal für individuelle Darmschlingen herangezogen werden konnte. Die folgenden Kriterien sollten zur Differenzierung von Eingeweiden hilfreich sein: 1) Echogenität, Schichtung sowie Vorhandensein und Intervall bei wellenförmigen Darmwänden; 2) Kontraktilität; 3) Echogenität der Ingesta; 4) Existenz von akustischen Schallauslöschungen und 5) Lokalisation.

Eine 5-lagige Erscheinung der Eingeweidewände war relativ leicht und im unterschiedlichen Ausmaß sichtbar (nicht oder undeutlich bei den Caeca und Teilen des Rectums). Von der Peripherie zum Zentrum repräsentierte dies (HILDEBRANDT et al., 1994): 1) hyperechoische Serosa 2) hypoechoische Muscularis 3) hyperechoische Submucosa 4) hypoechoische Mukosa und 5) hyperechoische Mukosa-Lumen Grenzfläche.

Da Strauße keine Gallenblase besitzen, konnte diese nicht als akustisches Fenster oder Orientierungspunkt benutzt werden. Im Gegensatz zu anatomischen Beschreibungen

---

(BEZUIDENHOUT, 1986; BEZUIDENHOUT,1999) erstreckte sich die Leber beim lebenden Strauß kranioventral zum Herzen. Die Leber- und Portalvenen schienen die gleiche Echogenität wie bei Hunden und Katzen zu besitzen. Hepatische Arterien und Gallengänge waren nicht sichtbar.

Im Gegensatz zu anderen Vogelarten (HOFBAUER und KRAUTWALD-JUNGHANNS, 1999) war die ultrasonographische Darstellung der physiologischen Niere mittels eines transkutanen Zuganges möglich (Abb. 23), aber beanspruchte Erfahrung und Geduld wegen der stark ausgebildeten isoechoischen Rückenmuskulatur. Eine kortikomedulläre Abgrenzung wie sie bei einem Emu beschrieben wurde (WILLIAMS, 1998) war nicht vorhanden und Benutzung des Rectums als akustisches Fenster (WILLIAMS, 1998) war nicht möglich beim stehenden Strauß, da die perirenaln Divertikel den Zugang verhinderten. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um Unterschiede in der Echogenität der Blutgefäßwände im Nierenportadersystem festzustellen.

Die „harnblasen-ähnliche“ Struktur entspricht dem ventralen Sack des Coprodaeums (WARÜI und SKADHAUGE, 1998). Da Vögel generell keine Harnblase besitzen, ist dies ein einzigartiges Merkmal und mag eine morphologische Anpassung der Ratiten zu ihrer landbezogenen Lebensweise darstellen, da dies eine Gewichtsminimierung durch unverzüglichen Harn- und Kotabsatz obsolet werden ließ. Im Rahmen dieser Arbeit war die erstmalige Darstellung dieser „harnblasen-ähnlichen“ Struktur mittels Röntgenuntersuchung und Ultrasonographie möglich.