

4. Ergebnisse

Im Gegensatz zu der zitierten Literatur (BEZUIDENHOUT, 1986; BEZUIDENHOUT, 1999) besitzen Strauße eine Anzahl von anatomischen Variationen, die bisher nicht beschrieben wurden. Diese könnten Komplikationen für die Zentrierung des Röntgenstrahls und die radiographische Interpretation darstellen. Die Anzahl der vertebrealen Rippen variierte von 8 – 9, wobei die 1., 2. und 9. Rippe lediglich aus dem *Os vertebrocostale* bestanden, einer Fleischrippe (*Costa fluctuans*) bei Säugetieren entsprechend. Sternalen Rippenkontakt bestand meistens bei den Rippen 3 - 7. Das *Os sternocostale* der 8. vertebrealen Rippe endete am distalen Ende der 7. Rippe. Die vertebrealen Rippen 3 - 5 oder 4 – 6 besaßen einen *Proc. uncinatus*, der der nachzähligen Rippe nicht anlag. Die Scapula endete kaudodorsal im 3. Interkostalraum. Diese anatomischen Besonderheiten sind wichtig, da die beschriebenen Strukturen einfach am lebenden Strauß zu palpieren sind und daher hilfreiche Orientierungspunkte für die Zentrierung des Röntgenstrahles bildeten.

Eine federfreie Region erstreckte sich entlang der gesamten Länge der ventralen Mittellinie und 5 cm abaxial davon (Abb. 6). Darauf folgte eine 10 cm breite ventrale FA an beiden Seiten. Dorsal dazu folgte erneut eine NFA, welche ca. 25 cm breit war und mit einer dorsalen FA, welche bis zur dorsalen Mittellinie reichte, abschloß.

4.1. Röntgenuntersuchung

Um Überlagerung von Knochen und Federn über die kraniale zöломische Körperhöhle zu minimieren, wurden die Flügel dorsal positioniert (Abb. 4). Da der laterale Brustkorb größtenteils unbefiedert ist (Abb. 6), erleichterte dies die Beobachtung der Atmung. Die aufgezeichneten Belichtungswerte wurden dazu benutzt, um eine Belichtungstabelle (Tab. 1) zusammenzustellen. Die Messungen des Körperdurchmessers sollten an den beschriebenen Zentrierungspunkt des Röntgenstrahls gemacht werden (Abb. 4).

Eine vollständige röntgenologische Untersuchung der zöломischen Körperhöhle eines erwachsenen Straußes mit latero-lateralem Strahlengang erforderte sechs 35 cm x 43 cm große Kassetten (Abb. 4). Diese 6-Kassetten Technik bestand aus drei dorsalen Aufnahmen: einer kraniodorsalen (D1), zentrodorsalen (D2) und kaudodorsalen (D3) sowie drei ventralen Aufnahmen: einer kranioventralen (V1), zentroventralen (V2) und kaudoventralen (V3) (SMALLWOOD, 1985).

Eine vollständige röntgenologische Untersuchung der zöломischen Körperhöhle eines erwachsenen Straußes mit DV Strahlengang konnte mittels zweier 35 cm x 43 cm Kassetten kranial und einer 24 cm X 30 cm Kassette kaudal durchgeführt werden (Abb. 5). Diese 3-Kassetten Technik bestand aus drei DV Aufnahmen: einer kranialen (DV1), zentralen (DV2) und kaudalen (DV3) (SMALLWOOD, 1985).

Erwachsene und heranwachsende Strauße: Rechts laterale Röntgenbilder

Die Technik für erwachsene Strauße konnte auch für die heranwachsenden Strauße verwendet werden. Abhängig von deren Größe konnten kleinere Kassetten verwendet werden (21 x 35 cm).

D1 (Abb. 7A): Eine Hartstrahltechnik (Abschnitt 2.2.) erwies sich am ädequatesten, da diese Region sich hauptsächlich aus Lungengewebe und Luftsäcken zusammensetzte. Die Hauptblutgefäße und die Speiseröhre waren deutlich sichtbar. Der Röntgenstrahl wurde auf die 4. vertebrale Rippe, gerade oberhalb des *Proc. uncinatus*, zentriert.

D2 (Abb. 7B): Eine hohe kV und mAs Kombination war wegen der massiven überlagernden Oberschenkelmuskulatur notwendig. Dies führte zu optimalen

Röntgenbildern aufgrund der kontrastgebenden luftgefüllten kaudalen thorakalen und abdominalen Luftsäcke. Die kranialen und mittleren Nierenlappen, die Nebennieren und das Ovar konnten auf dieser Ebene dargestellt werden. Der Röntgenstrahl wurde kaudal zur Mitte des *Os femoris* zentriert.

V1 (Abb. 7C): Eine Weichstrahltechnik (Abschnitt 2.2.) erwies sich am geeignetsten, da sich diese Region hauptsächlich aus Weichteildichten (Herz, Leber und Muskelmagen) zusammensetzte. Der Röntgenstrahl wurde auf den Übergang der 4. vertebrale Rippe zu ihrer entsprechenden sternalen Rippe zentriert.

V3 (Abb. 7D): Eine Weichstrahltechnik erwies sich am geeignetsten, da die Region sich aus dem kaudalen Anteil des Drüsenmagens und anderer intestinaler Weichteildichten zusammensetzte. Der Röntgenstrahl wurde 2-5 cm ventral zur Mitte des *Os pubis* zentriert. Der Körperdurchmesser wurde dort und alternativ in der Mitte des *Os pubis* gemessen.

D3 (Abb. 7E): Eine Hartstrahltechnik erwies sich am geeignetsten, da die Region von den kontrastgebenden luftgefüllten perirenal Divertikel der abdominalen Luftsäcke dominiert wurde. Dies führte zu optimalen Kontrast der kaudalen Nierenlappen und dem dorsalen Anteil der Eingeweide. Der Röntgenstrahl wurde leicht dorsal zur Mitte des *Os ilium* zentriert.

V2 (Abb. 8): Die gewaltige Muskulatur der proximalen Beckengliedmasse erforderte eine hohe kV und mAs Kombination (150 kV und 50 mAs bei erwachsenen Strauße) und resultierte dennoch in schlechten Kontrast. Obwohl das radiographische Detail schlecht war, hat diese Ansicht dennoch diagnostisches Potential für Fremdkörper und Anschoppungen im Drüsen- und Muskelmagen. Der Röntgenstrahl wurde mittig im proximalen Drittel des Tibiotarsus zentriert.

Erwachsene und heranwachsende Strauße: DV Röntgenaufnahmen

Mit einer Kopfkappe beruhigte Strauße tendierten dazu, sich in einem abgedunkelten Raum niederzulegen. Der Strauß wurde auf seine Laufbeine (*Ossa tarsometatarsalia*) aufgerichtet, ohne daß er jedoch vollständig aufstand. Dies wurde solange getan, bis eine Kassette mit darüberliegendem befestigten Raster unter die interessierende Körperregion gelegt werden konnte. Der Strauß konnte sich dann wieder niederlegen. Bei Verwendung eines Bucky-Tisches konnte die DV1 Aufnahme auch beim stehenden Strauß angewendet werden. Wegen Beschädigungsgefahr der Maschine konnte diese Technik nicht für DV2 und DV3 angewendet werden. Abhängig von der Größe konnten weniger als drei Filmkassetten bei heranwachsenden Strauße verwendet werden.

DV1: Zwei Techniken wurden für diesen Ausschnitt verwendet: Eine Weichstrahltechnik (Abschnitt 2.2.) führte zur Optimierung der Darstellbarkeit der Weichteildichten (Herz, Leber und Muskelmagen). Die Kassette wurde longitudinal zur Körperachse unter den Strauß gelegt. Der Röntgenstrahl wurde in der Mitte des 4. Brustwirbels zentriert.

Alternativ erzeugte eine Hartstrahltechnik optimale Bilder der Gasdichten (Lunge und Luftsäcke). Für die zuletzt erwähnte Technik wurde die Kassette transversal zur Körperachse positioniert, um die gesamte belüftete kraniale Brustregion darstellen zu können. Der Röntgenstrahl wurde in der Mitte des 3. Brustwirbels zentriert.

DV2: Eine hohe kV und hohe mAs Kombination (117 kV und 28 mAs für erwachsene Strauße) wurde gebraucht, um das Synsacrum und die massiven Weichteile (Eingeweide und Muskulatur) penetrieren zu können. Der Drüsen- und Muskelmagen und der kraniale Anteil des restlichen intestinalen Traktes konnten dargestellt werden. Der Röntgenstrahl wurde auf den höchsten Punkt des Straußkörpers (auf der Hälfte der Strecke zwischen der letzten vertebrale Rippe und dem Acetabulum) zentriert.

DV3: Ähnliche Belichtungswerte wie für DV2 wurden gebraucht (102 kV und 28 mAs für erwachsene Strauße). Eine kleine Kassette (24 cm X 20 cm) wurde unter der kaudalen zölonischen Körperhöhle zwischen die Beine des Straußes gelegt. Der kaudale Anteil

des intestinalen Traktes (hauptsächlich Rectum) und die Kloake konnten dargestellt werden. Der Zentrierungspunkt des Röntgenstrahls lag in der Mittellinie am Übergang zum letzten Drittel der Entfernung zwischen dem Acetabulum und dem kaudalen Ende des Straußes.

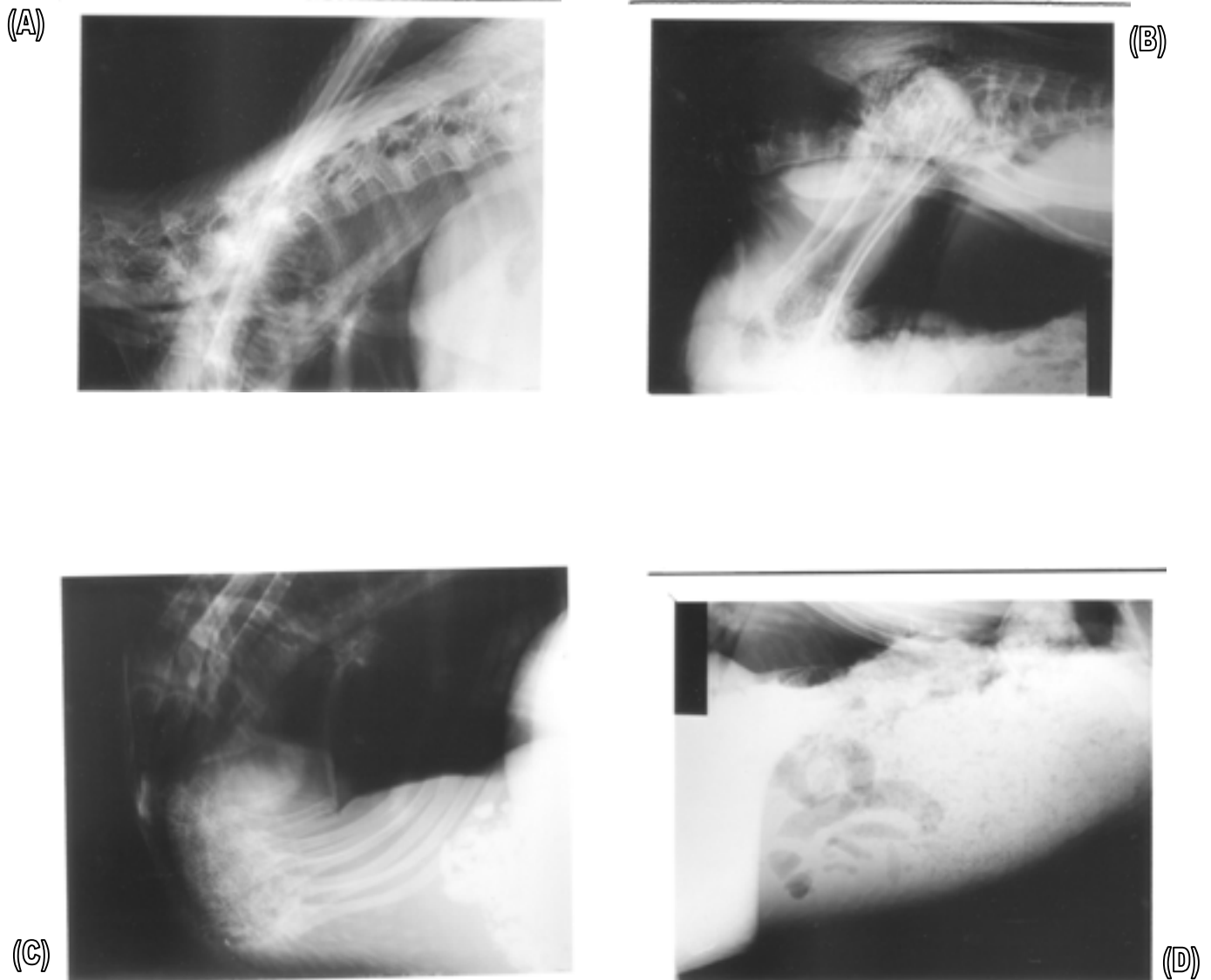


Abb. 7: Rechts laterale Röntgenbilder beim stehenden jungen Strauß (17 Wochen alt). Siehe auch Abb. 4. (A) D1 Röntgenbild; (B) D2 Röntgenbild; (C) V1 Röntgenbild; (D) V3 Röntgenbild.

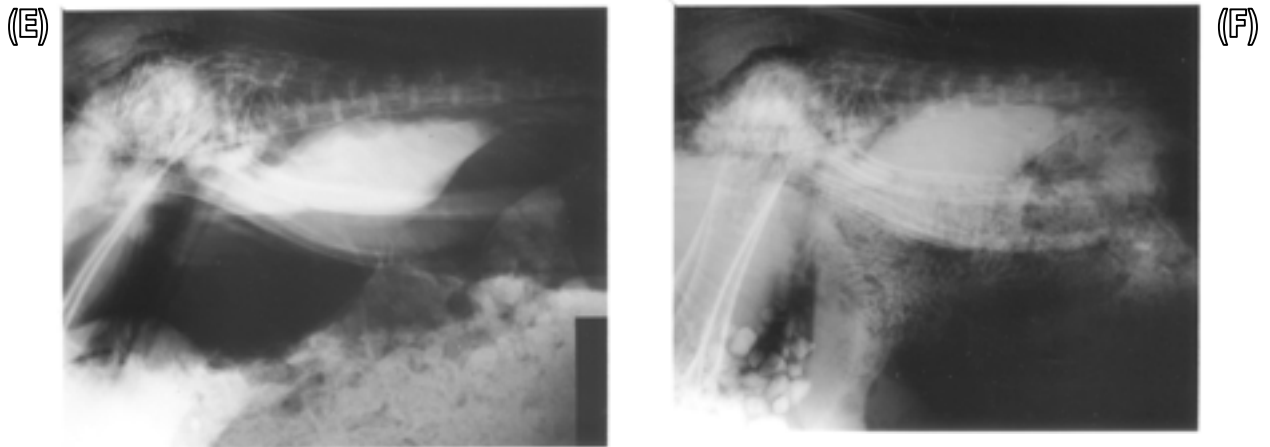


Abb. 7 (Fortsetzung): (E) D3 Röntgenbild und (F) D3 Röntgenbild in rechter Seitenlage mit leicht reduziertem kV. Beachte die kollabierten bodennahen Luftsäcke in (F) und die mehr homogene Verteilung der Eingeweide.

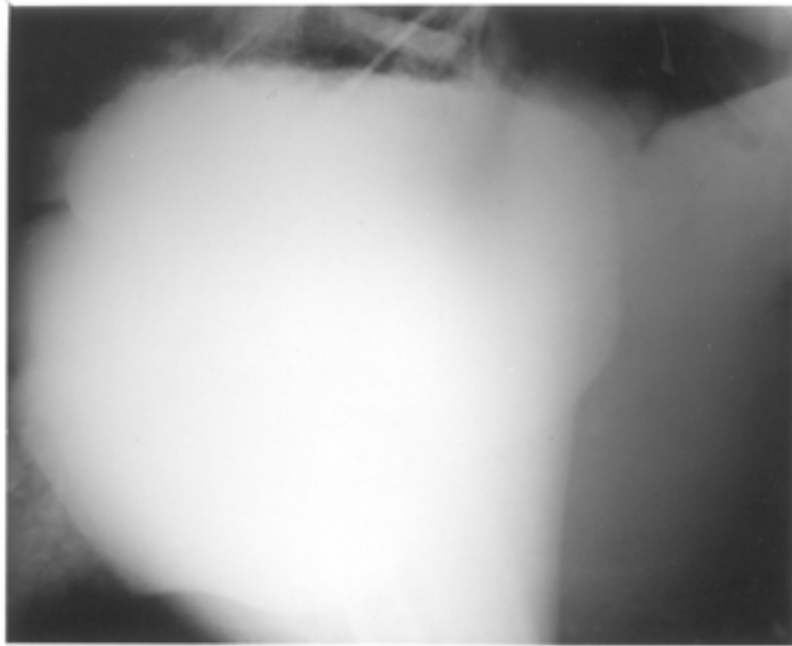


Abb. 8: Zentroventrale (V2) Röntgenaufnahme von einer 2,5 Jahre alten Straußenhenne unter Verwendung der 6-Kassetten Technik. Die massive Beinmuskulatur schränkt die Darstellbarkeit der mittleren Körperregion stark ein. Doch obwohl das radiographische Detail schlecht ist, hat diese Ansicht dennoch diagnostisches Potential für Fremdkörper und Anschoppungen im Drüsen – und Muskelmagen. Der Muskelmagen kann aufgrund seines physiologischen Inhaltes (Steine) kranioventral zur Weichteildichte der Beinmuskulatur gesehen werden.

Straußenküken

Ganzkörperröntgenaufnahmen mit nur einer Kassette (35 cm X 43 cm) waren ausreichend. Ein latero-lateraler Strahlengang in rechter Seitenlage und ein DV Strahlengang in Bauchlage führten zu guten Röntgenbildern. Für Ganzkörperaufnahmen des Straußenkükens in rechter Seitenlage wurde die entsprechend angezeigte Spalte der Belichtungstabelle (Tab. 1) verwendet. Der Körperdurchmesser wurde in der lateralen Seitenlage kaudal vom Rippenbogen ermittelt.

Zusätzliche Ergebnisse

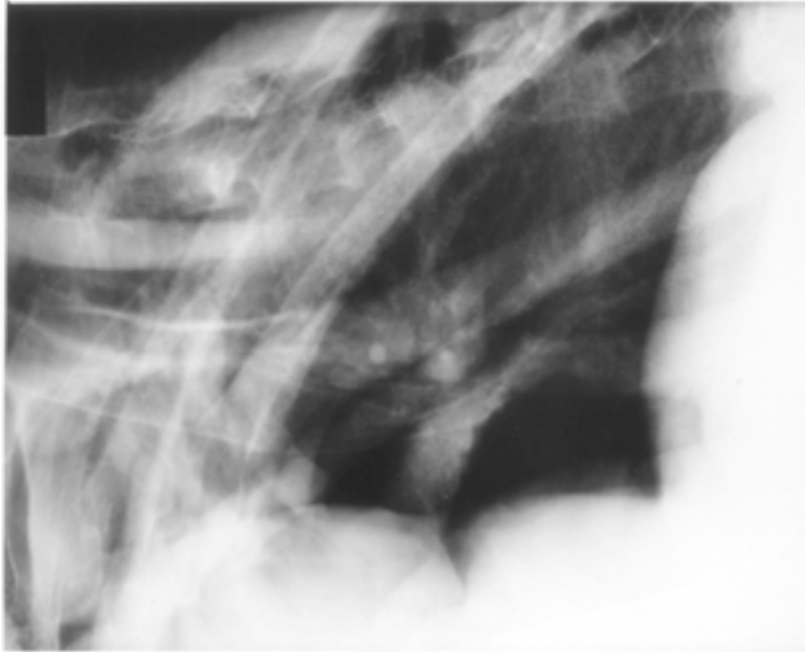
Es gab keinen offensichtlichen Unterschied zwischen rechts und links lateralen Röntgenbildern. Der Vergleich der latero-lateralen Röntgenbilder von stehenden Straußen versus solchen in sternaler Lage waren bestimmten technischen Einschränkungen unterworfen, da das Röntgengerät sich nicht vollständig bis zum Boden herunterfahren ließ. Daher konnte lediglich die dorsale Serie (D1-D3) in Bauchlage erzeugt werden. Die Kompression der Luftsäcke bedingte die Reduktion von natürlichem Kontrast in der sternalen Lage, was zu unterbelichteten Röntgenbildern führte. Für D1 konnte die gleiche Spalte der Belichtungstabelle (Tab. 1) wie für stehende Strauße verwendet werden, jedoch mußte für D2 und D3 entweder die kV oder die mAs erhöht werden. Selbst nach dieser Kompensation waren die latero-lateralen Aufnahmen am stehenden Strauß dennoch besser. Wendete man Belichtungswerte für latero-laterale Röntgenbilder am stehenden Strauß bei denen in der lateralen Seitenlage an, so führte dies zu überbelichteten Röntgenbildern der kranialen zölonischen Körperhöhle. Durch Reduktion der kV für D1, D2 und V1 konnte dies kompensiert werden (Abb. 7F). Weiterhin mußte zu einer Weichstrahltechnik (Abschnitt 2.2.) übergegangen werden. Für die V3 Aufnahme mußte die kV erheblich erhöht werden (Tab. 1, gleiche Spalte wie für V1). Die rechte Seitenlage führte zur kranialen Vorverlagerung des Drüsen- und Muskelmagen auf den V1 Aufnahmen und sie wurden einer Beurteilung besser zugänglich. Aufnahmen in der Seitenlage waren bei Straußenküken leicht durchführbar und besaßen genügend Kontrast.

Am Ende der Einatmungsphase aufgenommene Röntgenbilder lieferten optimalen Kontrast für die Weichteildichten in der kranialen zölonischen Körperhöhle (D1, V1 and DV1) bedingt durch die maximale Ausdehnung der Luftsäcke und dadurch des Brustkorbes. Für die mittlere und kaudale zölonische Körperhöhle war die Ausdehnung der Luftsäcke vernachlässigbar und daher wurden Röntgenbilder während der Ausatmungsphase empfohlen.

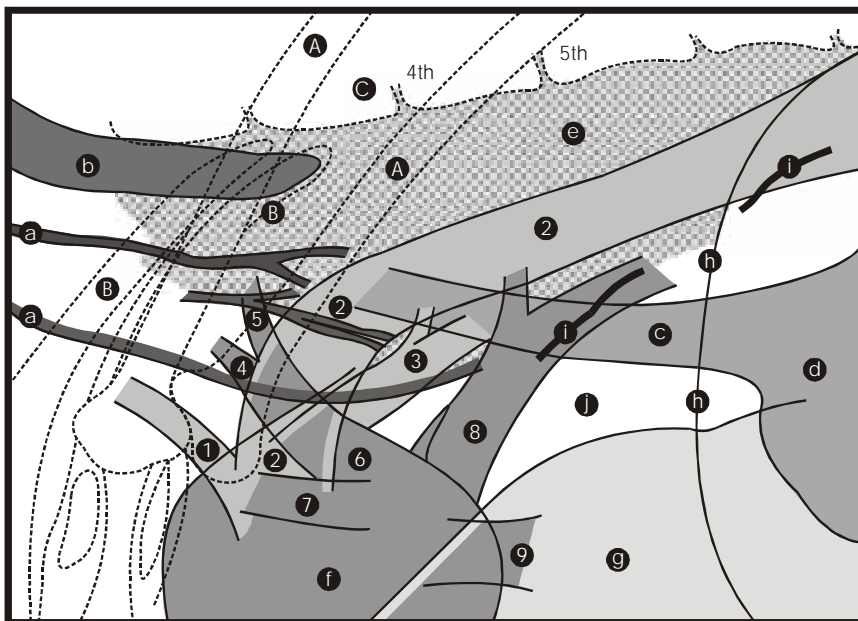
Vorangehender Nahrungsentzug (ca. 18 h) führte zur Qualitätsverbesserung der Bilder der kaudalen zölonischen Körperhöhle

4.2. Röntgenologische Anatomie

Ein Satz von rechts lateralen Röntgenbildern (6-Kassetten Technik) einer 2,5 Jahre alten Straußenhenne (Abb. 8A-11A, 12 und 13) und zwei DV Röntgenbilder (adaptierte 3-Kassetten Technik) eines 16 Wochen alten weiblichen Strauß wurden repräsentativ ausgewählt (Abb. 14A und 15A). Entsprechende schematische Illustrationen wurden von der jeweiligen Ansicht angefertigt, mit Ausnahme der zentro-ventralen Ansicht. Ausgewählte Strukturen wurden identifiziert und in der schematischen Skizze ausgewiesen (Abb. 8B-11B und 13B-15B). Die Röntgenbilder blieben unmarkiert, um kein röntgenologisches Detail zu verdecken. Da das schematische Detail mehreren Röntgenbildern der gleichen Ansicht entnommen wurde, weist nicht jedes Röntgenbild alle auf. Die Reproduktion der Röntgenbilder verhindert ferner teilweise die Identifizierung von subtilen Strukturen auf einigen Abbildungen. Knöchernen Strukturen wurden mit Großbuchstaben gekennzeichnet, Blutgefäße mit Zahlen und der Rest der Strukturen mit Kleinbuchstaben.



(A)



(B)

Abb. 9: Rechts laterales Röntgenbild von einer stehenden 2,5 Jahre alten Straußenhenne unter Verwendung der 6-Kassetten Technik. (A) Kraniodorsale (D1) Röntgenaufnahme; (B) Schematische Illustration von A. A = Humerus, B = Scapula, C = Brustwirbel. a = Trachea mit ihrer Aufzweigung zu den extrapulmonalen Hauptbronchien, b = *M. longus colli*, c = Ösophagus, d = Drüsenmagen, e = Lunge (gepunktete Fläche), f = Herz, g = Leber, h = kraniale Grenze der Oberschenkelmuskulatur, i = *Septum horizontale*, j = kaudaler Thorakallluftsack. 1 = *Truncus brachiocephalicus*, 2 = Aorta, 3 = pulmonäre Arterien, 4 = Drosselvene, 5 = *V. subclavia*, 6 = rechte kraniale Hohlvene, 7 = linke kraniale Hohlvene, 8 = pulmonäre Venen, 9 = kaudale Hohlvene.

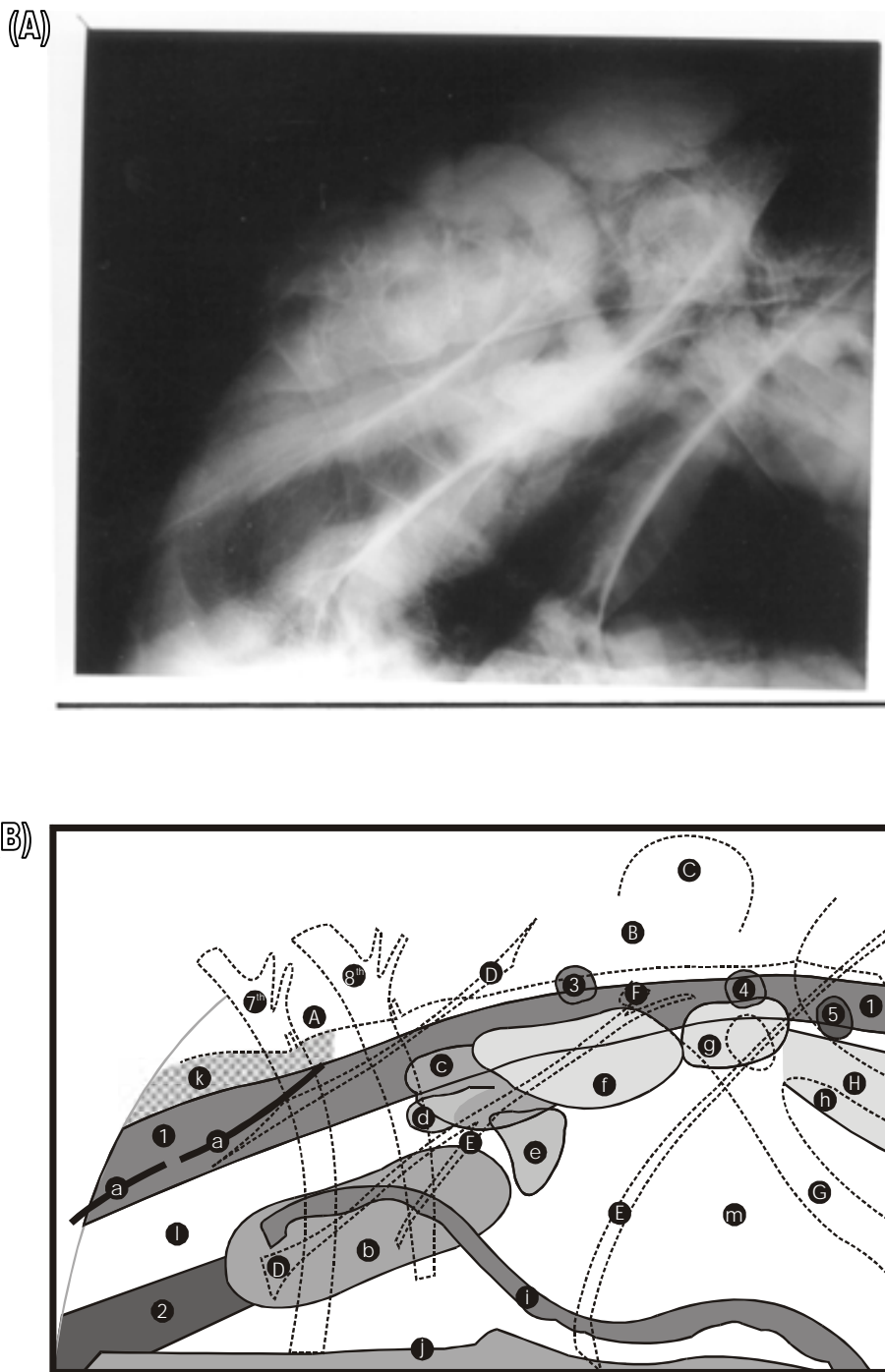


Abb. 10: Siehe Abb. 9. (A) Zentrodorsale (D2) Röntgenaufnahme; (B) Schematische Illustration von A. A = Brustwirbel, B = Synsacrum, C = Acetabulum, D = rechtes *Os femoris*, E = linkes *Os femoris*, F = *Proc. pectinealis*, G = *Os pubis*, H = *Os ischii*. a = *Septum horizontale*, b = Milz, c = Ovar, d = linke Nebenniere, e = rechte Nebenniere, f = kranialer Nierenlappen, g = mittlerer Nierenlappen, h = kaudaler Nierenlappen, i = dorsale Wand des Drüsenmagens, j = Ingesta-Luft-Gemisch, k = Lunge, l = kaudaler Thorakalluftsack, m = abdominaler Luftsack. 1 = Aorta, 2 = kaudale Hohlvene, 3 = *A. iliaca externa*, 4 = *A. ischiadica*, 5 = *V. ischiadica*.

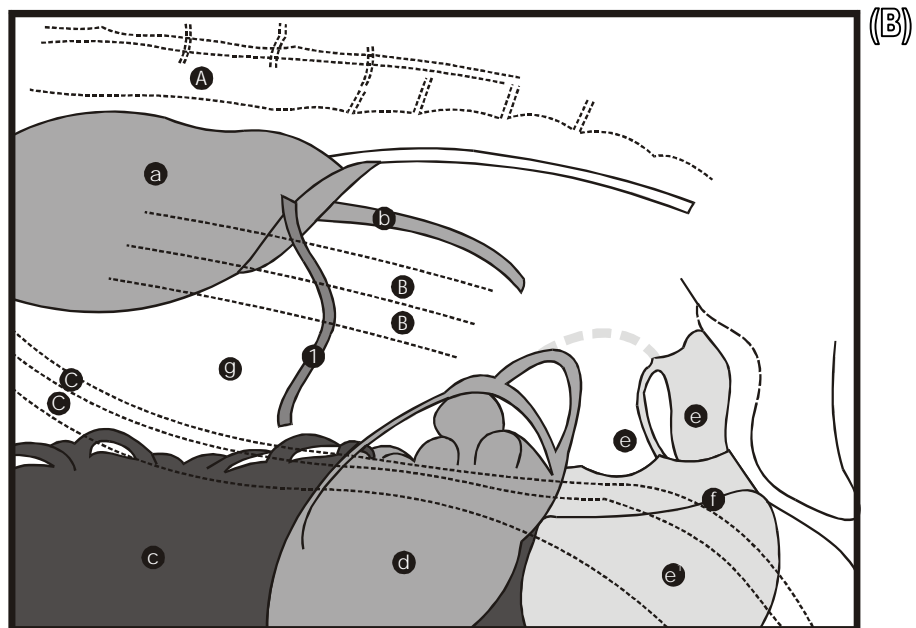
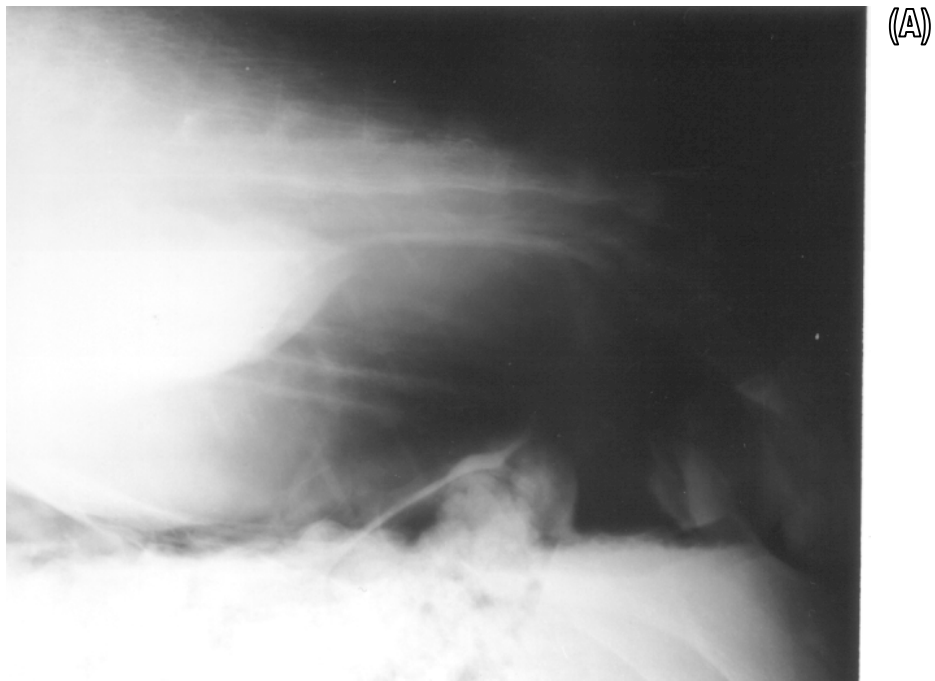


Abb. 11: Siehe Abb. 9. (A) Kaudodorsale (D3) Röntgenaufnahme; (B) Schematische Illustration von A. A = Synsakrum, B = *Os ischii*, C = *Os pubis*. a = kaudaler Nierenlappen, b = Harnleiter, c = ingestagefüllte Eingeweide, d = Aussackung des distalen Rectums, e = Kloake, e' = flüssigkeitsgefüllter ventraler Sack des Coprodaeums, f = Flüssigkeitslinie im Coprodaeum, g = perirenale Divertikel. 1 = kaudale mesenterische Arterie.

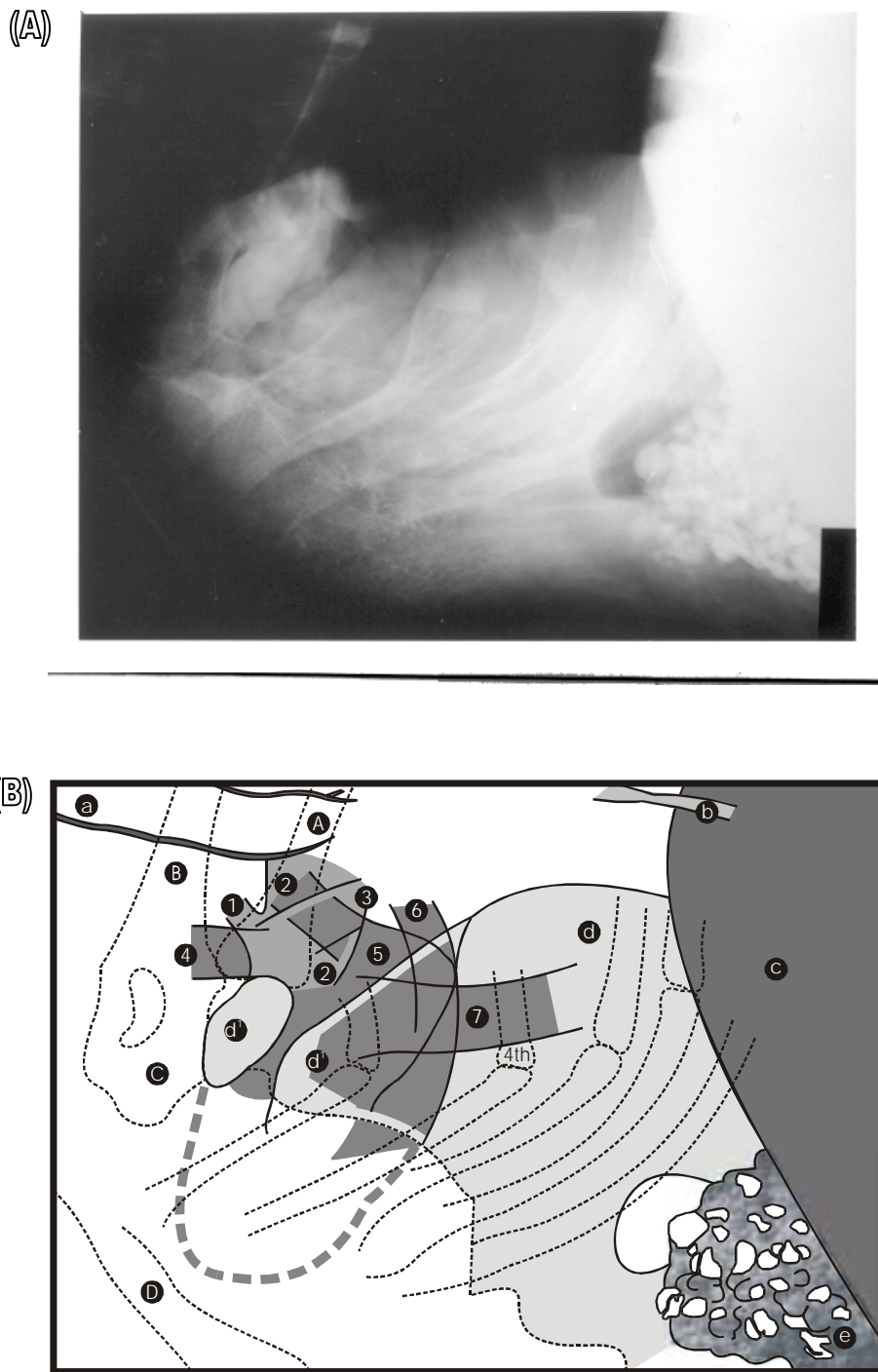


Abb. 12: Siehe Abb. 9. (A) Kranioventrale (V1) Röntgenaufnahme; (B) Schematische Illustration von A. A = Humerus, B = Scapula, C = Coracoid, D = Sternum. a = Trachea, b = ventrale Wand des Ösophagus, c = kraniale Grenze der Oberschenkelmuskulatur, d = Leber, e = Lumen des Muskelmagens mit Steinen. 1 = *Truncus brachiocephalicus*, 2 = Aorta, 3 = pulmonäre Arterie, 4 = linke kraniale Hohlvene, 5 = rechte kraniale Hohlvene, 6 = pulmonäre Vene, 7 kaudale Hohlvene.

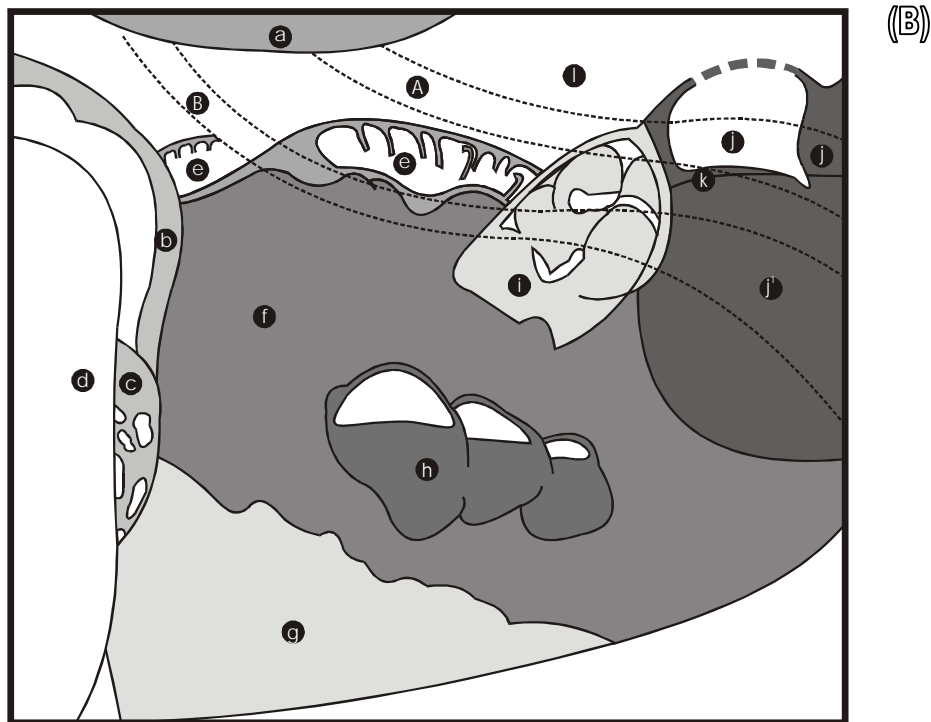
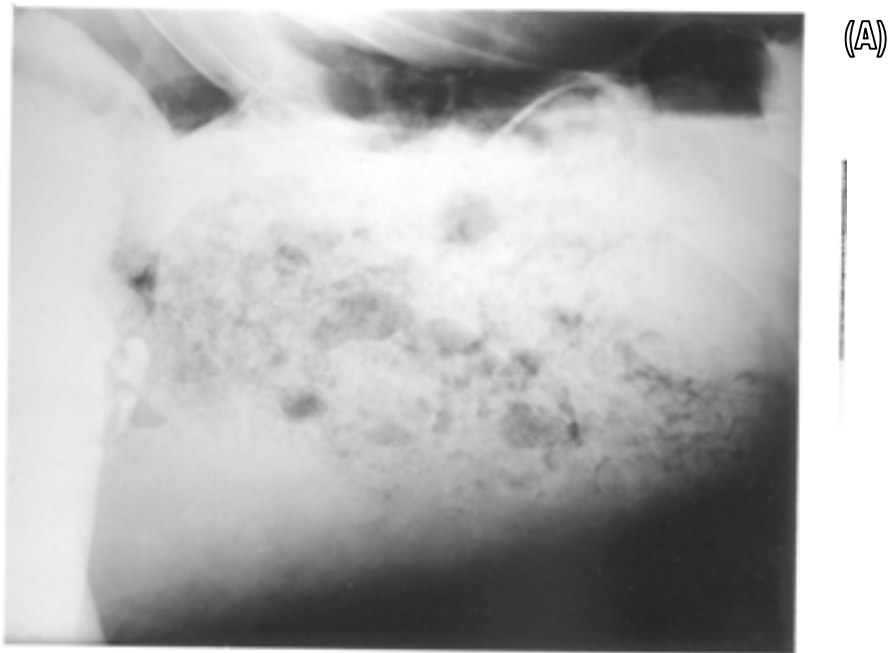


Abb. 13: Siehe Abb. 9. (A) Kaudoventrale (V3) Röntgenaufnahme; (B) Schematische Illustration von A. A = *Os ischii*, B = *Os pubis*. a = kaudaler Nierenlappen, b = Drüsenmagenwand, c = Ingesta und Steine (ungewöhnlich) im Drüsenmagen, d = kaudale Grenze der Oberschenkelmuskulatur, e = proximales Rectum, f = Ingesta-Gas gefüllte Eingeweide, g = Ingesta gefüllte Eingeweide, h = Caecum, i = distale Aussackung des Rectums, j = Kloake, j' = flüssigkeitsgefüllter ventraler Sack des Coprodaeums, k = Flüssigkeitslinie im Coprodaeum, l = perirenale Divertikel.

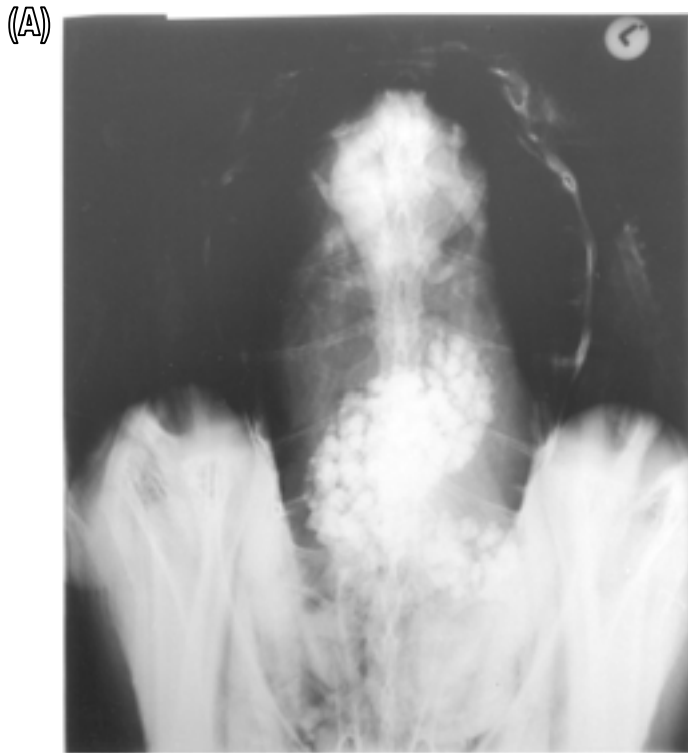


Abb. 14: Dorsoventrale adaptierte 3-Kassetten Technik (resultierte in zwei Röntgenbildern) bei einem 16 Wochen alten weiblichen Strauß in Bauchlage. (A) Kraniale dorsoventrale Röntgenaufnahme; (B) Schematische Illustration von A. A = Coracoid, B = *Os ilium*, C = *Os femoris*. a = Herz, b = Leber, c = kraniale und kaudale Thorakal- und klavikuläre Luftsäcke, d = Lumen des Muskelmagens mit Steinen, e = Drüsenmagen, f = Milz. 1. Absteigende Aorta, 2' = rechter *Truncus brachiocephalicus*, 2'' = linker *Truncus brachiocephalicus*, 3' = rechte pulmonäre Arterie, 3'' = linke pulmonäre Arterie, 4' = rechte pulmonäre Vene, 4'' = linke pulmonäre Vene, 5 = kaudale Hohlvene, 6 = linke kraniale Hohlvene.

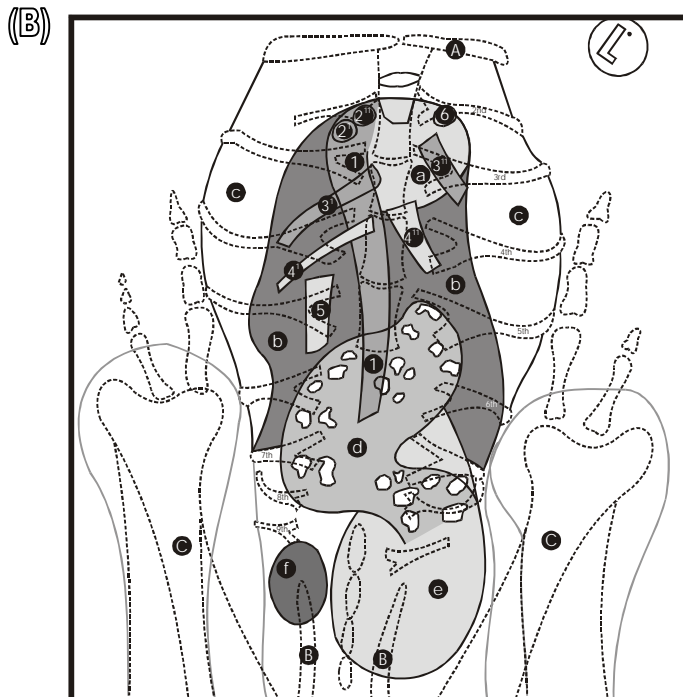




Abb. 15: Siehe Abb. 14. (A) Kaudale dorsoventrale Röntgenaufnahme; (B) Schematische Illustration von A. A = *Os femoris*, B = *Os ilium*, C = Überlagerung vom Tibiotarsus und Tarso-metatarsus, D = *Proc. pectinealis*, E = Antitrochanter, F = *Os pubis*, G = *Os ischii*, H = Synsacrum. a = Leber, b = mit Steinen gefüllter Muskelmagen, c = Drüsenmagen, d = kranialer Nierenlappen, e = Ingesta gefüllte Eingeweide, f = schattenärmere Erscheinung der Eingeweide aufgrund der Überlagerung der perirenenal Diver-tikel, g = Kloake, h = distale Ausweitung des Rectums.

