

Eigene Untersuchungen

3 Material und Methoden

3.1 Patientengut

3.1.1 Satinmeerschweinchen

Zwischen 1997 und 2002 wurden 76 Satinmeerschweinchen an der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der FU Berlin untersucht. 42 Tiere wurden einmal, 34 zwei- bis sechsmal zur Diagnostik vorgestellt. In dieser Arbeit wurden 52 der 76 Satinmeerschweinchen berücksichtigt, weil von ihnen ausreichend Röntgenaufnahmen vorlagen. Von 39 der 52 Tiere lag eine blutchemische, sowie von 23 eine hämatologische Blutanalyse vor. Ausgewertet wurden die Unterlagen der letzten Untersuchung. Es wurden zwei Angora-, vier Coronet-, fünf Schopf- (Crested-), 22 Glatthaar-, zwei Merino-, 12 Rex-, ein Sheltie-, ein Texel- und drei Teddy-Satinmeerschweinchen untersucht. Das Alter der Meerschweinchen lag zwischen zwei und 62 Monaten. 25 Tiere waren weiblich, 27 männlich. Die Tiere stammten von 18 verschiedenen Besitzern. Keines der Tiere war kastriert. Hinsichtlich einiger radiologischer und pathologischer Untersuchungsergebnisse wurden auch die fehlenden 24 der 76 Satinmeerschweinchen mit in die Auswertung einbezogen.

3.1.2 Satinträger (Genträger, Normalfell)

Es wurden insgesamt sieben Meerschweinchen, darunter fünf Glatthaar-, ein Rex- und ein Texel-Satinträgermeerschweinchen berücksichtigt, weil von ihnen ausreichend viele Röntgenaufnahmen vorlagen. Von sechs Tieren lag eine chemische Blutanalyse vor. Auch hier wurden die Unterlagen der letzten Untersuchung ausgewertet. Die Satinträger waren zwischen acht und 66 Monate alt. Sechs Tiere waren weiblich, ein Tier war männlich. Keines der Tiere war kastriert.

3.1.3 Kontrollmeerschweinchen (Normalfell)

3.1.3.1 Röntgen-Kontrollgruppe

Als Kontrolltiere wurden 25 gesunde Nicht-Satin- bzw. Nicht-Satinträgermeerschweinchen aus der Patientenkartei der Kleintierklinik der FU ausgewählt. Sie waren zu einem allgemeinen Gesundheitscheck vorgestellt worden. Das Alter der Tiere betrug sechs bis 86 Monate. Neun Meerschweinchen waren weiblich, 16 waren männlich.

3.1.3.2 Labor-Kontrollgruppe

Zum Vergleich verschiedener Laborparameter mit denen der Satinmeerschweinchen wurden Blutwerte von 35 gesunden Nicht-Satin- bzw. Nicht-Satinträgermeerschweinchen aus der Patientenkartei der Kleintierklinik der FU ausgewählt. Auch diese Tiere waren zu einem allgemeinen Gesundheitscheck vorgestellt worden. Das Alter der Tiere betrug zehn bis 98 Monate. 14 Tiere waren weiblich, 21 waren männlich.

3.2 Klinische Allgemeinuntersuchung

Anamnestisch wurden Alter, Fütterungs- und Haltungsbedingungen sowie Art und Dauer der Krankheitssymptome der Satin- und Satinträgermeerschweinchen erhoben.

Die allgemeine Untersuchung der Meerschweinchen wurde zwischen 1997 – 2002 von zwei Tierärzten vorgenommen und bewertet. Es wurden der Ernährungszustand, Haut- und Haarkleid, Augen, Ohren, Maulhöhle, Zähne sowie der Bewegungsablauf beurteilt. Die Unter- und Oberkiefer sowie die Kiefer-, Hüft- und Kniegelenke wurden auf Auffälligkeiten, Beweglichkeit und Schmerzhaftigkeit palpirt. Mandibular-, Bug- und Kniekehlymphknoten wurden auf Vergrößerungen, das Abdomen auf Umfangsvermehrungen und Schmerzhaftigkeit untersucht. Zum Abschluss wurden Herz und Lunge auskultiert.

3.3 Röntgenologische Untersuchung

3.3.1 Aufnahmetechnik

Vom unseidierten Tier wurden jeweils zwei Aufnahmen des Schädels im dorsoventralen und laterolateralen, sowie des Beckens und des Lendenwirbelsäulenbereiches im ventrodorsalen und laterolateralen Strahlengang mit einem Siemens-Röntgengerät (Pantoskop[®] 3 mit Generator Tridoros Optimatic[®] 800, Siemens AG, Deutschland) von 1994 bis Juni 1999, danach (bis zum Juli 2002) mit einem Röntgengerät der Firma Philips (Practix[®] 400, Philips AG, Hamburg, Deutschland) angefertigt. Ab Januar 2003 wurden die Aufnahmen mit dem Bucky Diagnost[®] (Philips AG, Hamburg, Deutschland) erstellt. Mit diesem Gerät wurden zehn der Kontrollmeerschweinchen geröntgt. Alle Aufnahmen wurden ohne Raster (über Tisch) angefertigt. Als Film wurden hochauflösende Mammoray-Röntgenfilme (MR-Detail Mamoray[®] Screens, Fa. Agfa, Deutschland) der Größe 18 x 24 cm genutzt. Der Film-Fokusabstand betrug bei den Aufnahmen mit dem Siemens-Pantoskop 1,15 m, die Spannung 40 kV, die Stromstärke 10 – 12 mAs; bei dem Practix 400 lagen die Werte bei 1,00 m, 60 – 64 kV und 3 mAs. Das Bucky Diagnost hatte einen Film-Fokusabstand von 1,10 m. Für Aufnahmen von Meerschweinchen betrug die Spannung 60 kV, die Stromstärke 4 mAs.

3.3.2 Score

3.3.2.1 Einführung eines Scores

Zur Beurteilung radiologisch auffälliger Knochenveränderungen wurde ein Schema aus neun Parametern entwickelt, um Krankheitsstadien systematisch einteilen und deren Ausmaß bewerten zu können. Die Parameterwahl orientierte sich an den radiologischen Auffälligkeiten einer Osteodystrophia fibrosa bei Mensch und Tier, wie sie in der Literatur angegeben sind. Das Lesen und Auswerten der Aufnahmen erfolgte qualitativ nach Veränderungen von Kontur und Struktur. Je nach Ausprägung wurden die Parameter mit ein bis drei Punkten bewertet.

Parameter 1: Os parietale, laterolateraler Strahlengang

Es erfolgte die Beurteilung der Kontur und Struktur der Strecke zwischen Os nasale und Os occipitale im kaudalen Drittel: Die Kontur des Scheitelbeines eines skelettgesunden Meerschweinchens war dünn, glatt und durchgängig. Es stellte sich entweder eine kompakte, röntgendichte Linie dar, oder es ließen sich Lamina externa, Lamina interna und Diploë unterscheiden (Abb. 9). Waren diese Kriterien erfüllt, wurde der Parameter mit **einem Punkt** beurteilt. Stellte sich die Oberfläche des Schädels rau dar und erschien die Kalotte granulär (Abb. 10) wurden **zwei Punkte** vergeben. Im Endstadium der Erkrankung konnte die Dicke der Kalotte das Doppelte bis Dreifache des Ursprünglichen betragen, ihre Struktur wurde dabei zunehmend (teils gleichmäßig, teils ungleichmäßig) grobgranulär (Abb. 11, 12) Zeigte sich dieses Bild, ergaben sich **drei Punkte**.

Parameter 2: Os frontale, laterolateraler Strahlengang

Das Os frontale bildet das mittlere Drittel der Strecke zwischen Os nasale und Os occipitale (Abb. 9). Für die Beurteilung im unveränderten Zustand galten die gleichen Kriterien wie für das Os parietale: glatte Oberfläche, dünne Kontur ergab **einen Punkt**. Besonders betrachtet wurden die Veränderungen der Squama frontalis, die beim gesunden Tier dünn und ohne Unterbrechung zum Rest des Stirnbeines vorlag. Der Knochen wurde in seiner Kontur unterbrochen und strahlendurchlässiger (Abb. 10): Das ergab **zwei Punkte**. Im späteren Verlauf der Krankheit erschien er dann aufgetrieben (Abb. 11). Dieses Stadium wurde mit **drei Punkten** bewertet.

Parameter 3: Ramus mandibulae, laterolateraler Strahlengang

Die Wurzeln der Backenzähne überlagerten im Röntgenbild teilweise den Ramus mandibulae (Unterkieferast). Nur der kaudale Margo ventralis ramus mandibulae konnte deutlich abgegrenzt werden. Beim gesunden Meerschweinchen hatte dieser Margo ventralis eine dünne, nicht unterbrochene, röntgendichte Kontur und lief fadenförmig in den Processus angularis aus (Abb. 9). Stellte sich der Parameter auf diese Weise dar, wurde **ein Punkt** vergeben. Verbreiterte sich die Kontur des Ramus mandibulae und kam es zu einzelnen, umschriebenen Auflösungen oder mehreren undeutlichen Unterbrechungen des Margo ventralis (Abb. 10), wurde mit **zwei Punkten** bewertet. Im Weiteren löste sich die Kontur vollständig auf, die Struktur wurde wolkig (Abb. 11, 12). Dieser Zustand wurde mit **drei Punkten** bewertet.

Parameter 4: Arcus zygomaticus, dorsoventraler Strahlengang

Der Jochbogen war beim knochengesunden Tier dünnwandig und scharf umrandet (Abb. 13): **ein Punkt**. Im Verlauf der Erkrankung wurde er zunächst in seiner Kontur verwaschener und verbreitert, die Struktur erschien aufgelockert (Abb. 14): **zwei Punkte**. Später wurde die Kontur ähnlich dem Unterkiefer aufgelöst und aufgetrieben, die Struktur wurde wabig (Abb. 15): **drei Punkte**.

Parameter 5: Vertebrae, laterolateraler Strahlengang

Bei einem skelettgesunden Tier waren im Röntgenbild Wirbelkörper und Proc. spinosus in ihrer Begrenzung deutlich erkennbar, die Wirbelkörperendplatten waren geringfügig strahlendichter als der mittlere Anteil des Corpus vertebrae (Abb. 16). Stellten sich die Wirbel so dar, wurde mit **einem Punkt** bewertet. Im Krankheitsverlauf nahm zunächst die Röntgendichte der Wirbel ab, gleichzeitig blieben die Endplatten als markante Querstreifung stehen (Abb. 17): **zwei Punkte**. Im Endstadium hatten die Wirbel Weichteildichte. Corpus vertebrae und Proc. spinosus waren in ihrer Begrenzung nicht mehr zu umreißen, lediglich die Endplatten waren noch zu erkennen (Abb. 18). Es wurde mit **drei Punkten** bewertet.

Parameter 6: Articulatio coxae, ventrodorsaler Strahlengang

Ein unverändertes Hüftgelenk zeigte folgende Charakteristika: Der Gelenkspalt war durchgängig sichtbar, die Kontur des Oberschenkelkopfes war glatt, seine Struktur war feingezeichnet und homogen (Abb. 19): **ein Punkt**. Im Verlauf der Erkrankung war die Abgrenzung Femurkopf/Gelenkspalt nicht oder nicht mehr vollständig möglich, die Gelenkoberflächen von Femur und Acetabulum erschienen uneben, die Struktur des Femurkopfes erschien wabig (Abb. 20, 21). Das ergab **zwei Punkte**. Im weit fortgeschrittenen Stadium waren die einzelnen Gelenkstrukturen nicht mehr erkennbar und sowohl Femurkopf als auch Acetabulum waren vollständig in ihrer Kontur und Struktur aufgelöst (Abb. 22). War dieser Zustand erreicht, wurde mit **drei Punkten** beurteilt.

Parameter 7: Femur, ventrodorsaler Strahlengang

Ein gesunder Meerschweinchen-Oberschenkelknochen hatte eine scharf begrenzte, röntgendichte Kompakta, die Spongiosa war im Gegensatz dazu strahlendurchlässiger, aber homogen in ihrer Struktur (Abb. 19): **ein Punkt**. Die bei unseren Untersuchungen festgestellten Veränderungen zeigten eine weitere typische Veränderung: Die Ausbildung einer „double cortical line“ (DCL), also das Zurückbleiben der inneren und äußeren Schicht

der Kompakta. War eine DCL sichtbar, wurde mit **zwei Punkten** beurteilt. Die Kompakta war dabei ausgedünnt, häufig verbreitert, die Spongiosa erschien wabig (Abb. 20). Gingen die Umbauvorgänge weiter, veränderte sich die Form des Knochens. Die Kompakta erschien aufgetrieben, die DCL verschwand zunehmend: Kompakta und Spongiosa waren kaum noch zu unterscheiden. Hierfür wurden **drei Punkte** vergeben (Abb. 22). Es soll noch erwähnt werden, dass im letzten Stadium zwei Entwicklungen beobachtet werden konnten: Bei einigen Tieren verdichtete sich der Oberschenkelknochen insgesamt, bei anderen kam es zu einer Osteopenie und damit zu einer Dichteabnahme.

Parameter 8: Tibia (proximal), ventrodorsaler Strahlengang

Gleichartige Veränderungen wie am Femur (Abb. 19): Ein unveränderter Knochen mit scharf begrenzter, röntgendichter Kompakta und homogener Spongiosa wurde mit **einem Punkt** bewertet. Auftreten einer „double cortical line“, Ausdünnung der Kompakta, Spongiosa wabig (Abb. 21): **zwei Punkte**. Veränderte sich die Form des Knochens zusätzlich und ließen sich Kompakta und Spongiosa nicht mehr unterscheiden (Abb. 22) wurden **drei Punkte** vergeben.

Parameter 9: Articulatio genus, ventrodorsaler Strahlengang

Am Kniegelenk liegt zwischen den beiden Kondylen der Tibia die Eminentia intercondylaris (Abb. 19). War diese erkennbar, wurde **ein Punkt** vergeben. Wurde die Eminentia intercondylaris undeutlich (Abb. 20, 21) gab es **zwei Punkte**. Ein stark verändertes Kniegelenk zeigte raue Gelenkflächen mit Zubildungen an den Knochenenden und wurde mit **drei Punkten** beurteilt (Abb. 22).

Im Ergebnis der Röntgenbildanalysen wurde ein Formblatt entwickelt, mit dessen Hilfe sich die Untersuchungsergebnisse bewerten ließen (Tab. 8).

Tab. 8: Formblatt zur Beurteilung von Röntgenaufnahmen bei Meerschweinchen mit Verdacht auf Osteodystrophia fibrosa.

Für jeden Parameter wurden ein bis drei Punkte vergeben. Die Summe aller Punkte diente als Hilfe zur Validierung des Krankheitsverdachtes.

Parameter	Bewertung: 1 Punkt	Bewertung: 2 Punkte	Bewertung: 3 Punkte	Punktzahl
1 Scheitelbein l/l	glatte Oberfläche, dünne Kontur	raue Oberfläche, verbreiterte Kontur, granuläre Struktur	raue Oberfläche, stark verbreiterte Kontur, grobgranuläre Struktur	
2 Stirnbein l/l	glatte Oberfläche, dünne, nicht unterbrochene Kontur	raue Oberfläche, Unterbrechung der Kontur (Auflösung Squama frontalis), granuläre Struktur	raue Oberfläche, stark verbreiterte Kontur, aufgetriebene Squama frontalis	
3 Unterkieferast l/l	Margo ventralis glatt, „fadenförmig“ auslaufend, dünne, nicht unterbrochene Kontur	teilweise Unterbrechung sowie Verbreiterung der Kontur	Auflösung der Kontur, wolkige Struktur	
4 Jochbogen d/v	scharf umrandete Kontur, dünnwandig	verwaschene, verbreiterte Kontur, aufgelockerte Struktur	verbreiterte, schließlich aufgelöste Kontur, wabige Struktur	
5 Wirbel l/l	„Knochendichte“, Corpus vertebrae u. Proc. spinosus deutlich in ihrer Begrenzung erkennbar, Endplatten des Wirbelkörpers geringfügig röntgendichter als Diaphyse	Dichteabnahme der Wirbelkörper, Endplatten deutlich abgrenzbar	„Weichteildichte“, Begrenzung des Corpus vertebrae und des Proc. spinosus aufgelöst, Endplatten deutlich abgrenzbar	
6 Hüftgelenk v/d	Gelenkspalt sichtbar, glatte Konturen, feingezeichnete Struktur des Femurkopfes	unvollständige oder keine Abgrenzung Gelenkspalt/Femur- kopf, unebene Konturen, wabige Struktur des Femurkopfes	Gelenkstruktur nicht mehr erkennbar, Auflösung von Femurkopf und Acetabulum	
7 Oberschenkel- knochen v/d	Kompakta scharf begrenzt, Spongiosa homogen	Kompakta ausgedünnt u. verbreitert, Spongiosa wabig, „double cortical line“	Kompakta und Spongiosa schwer differenzierbar, Formveränderung	
8 Schienbein (proximal) v/d	Kompakta scharf begrenzt, Spongiosa homogen	Kompakta ausgedünnt u. verbreitert, Spongiosa wabig, „double cortical line“	Kompakta und Spongiosa schwer differenzierbar, Formveränderung	
9 Kniegelenk v/d	Eminentia intercondylaris erkennbar	Eminentia intercondylaris undeutlich oder nicht erkennbar	raue Gelenkflächen, Zubildungen an den Knochenenden	
				Summe:

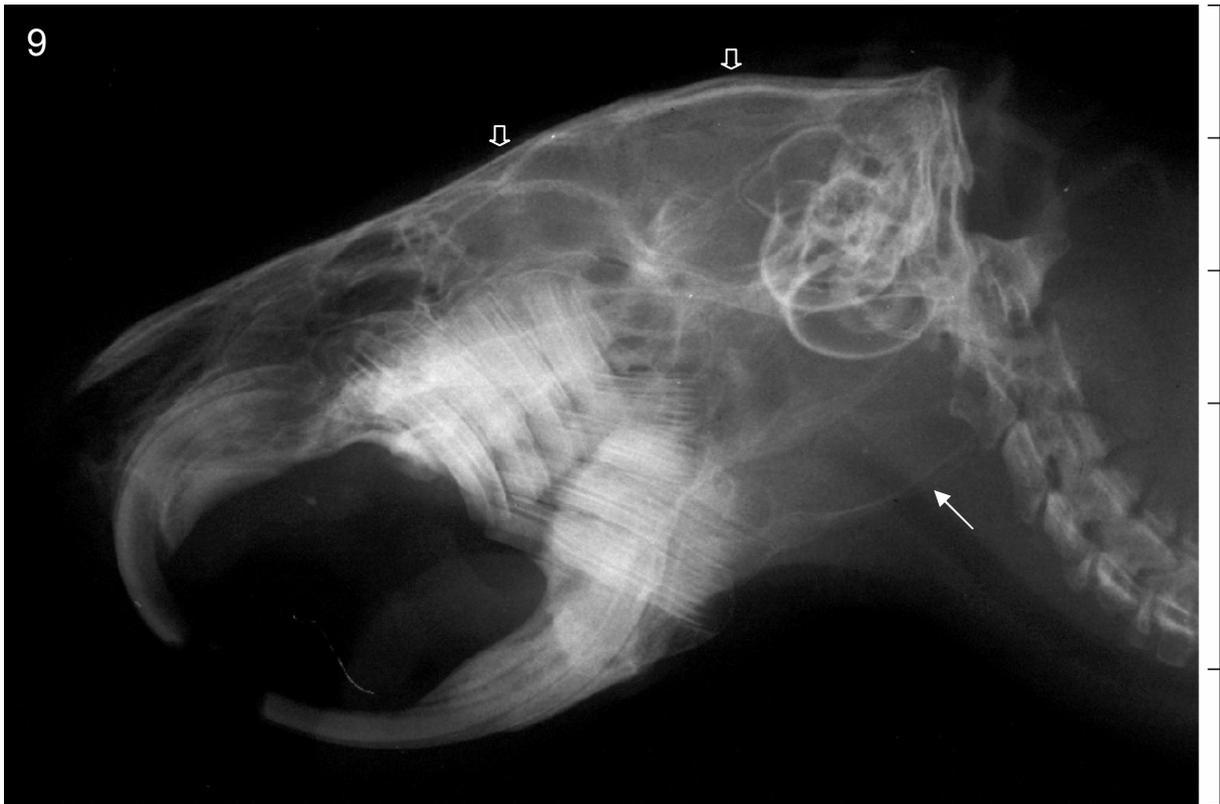


Abb. 9: Schädel eines knochengesunden Meerschweinchens (m, 16 Monate), laterolateral. Dünne, durchgängige Kontur von Scheitel- und Stirnbein (Blockpfeile), glatter Margo ventralis Ramus mandibulae (Pfeil). Referenz rechter Bildrand: 1cm-Einheiten.

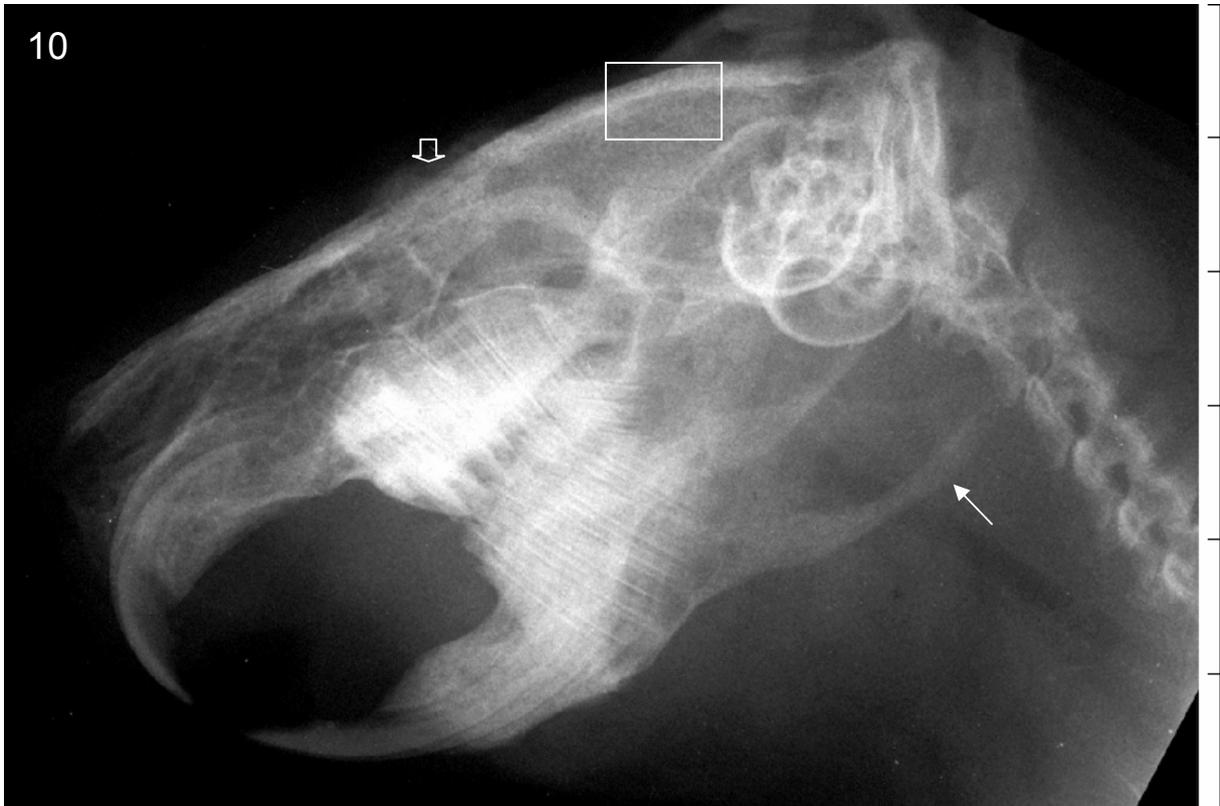


Abb. 10: Schädel eines knochenkranken Meerschweinchens (m, 20 Monate), laterolateral. Verbreiterte Kontur, granuläre Struktur des Scheitelbeines (Rechteck), Auflösung der Squama frontalis (Blockpfeil), verbreiterte Kontur des Margo ventralis Ramus mandibulae (Pfeil). Referenz rechter Bildrand: 1cm-Einheiten.

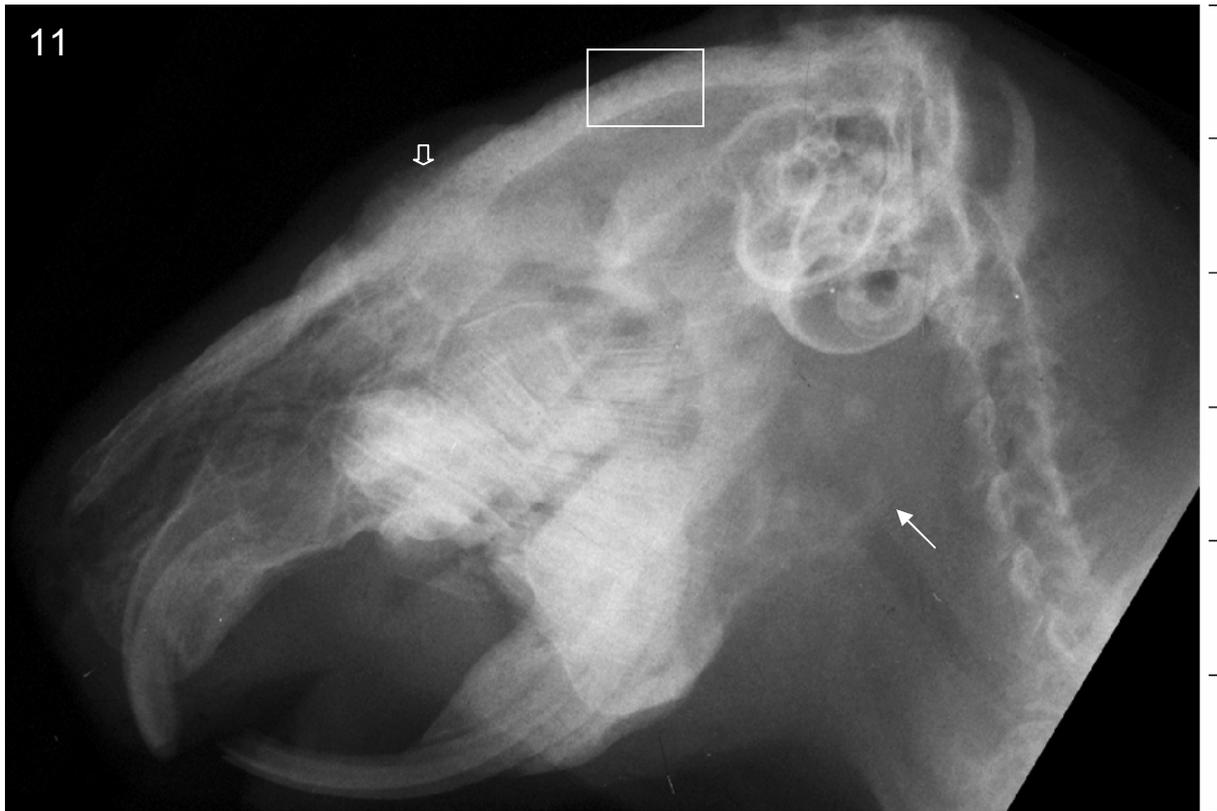


Abb. 11 (oben): Schädel eines knochenkranken Meerschweinchens (m, 34 Monate), laterolateral u. Abb. 12 (unten): Schädel eines knochenkranken Meerschweinchens (m, 31 Monate), laterolateral. Stark verbreiterte Kontur, grobgranuläre Struktur des Scheitelbeines (Rechtecke), aufgetriebene Squama frontalis (Blockpfeil), Auflösung der Kontur des Margo ventralis ramus mandibulae (Pfeile). Die Abb. zeigen zwei unterschiedliche Ausprägungen der radiologischen Veränderungen: Abb. 11 mit ausgeprägt osteosklerotischen Veränderungen, Abb. 12 mit deutlicher Osteopenie. Referenz rechter Bildrand: 1cm-Einheiten.

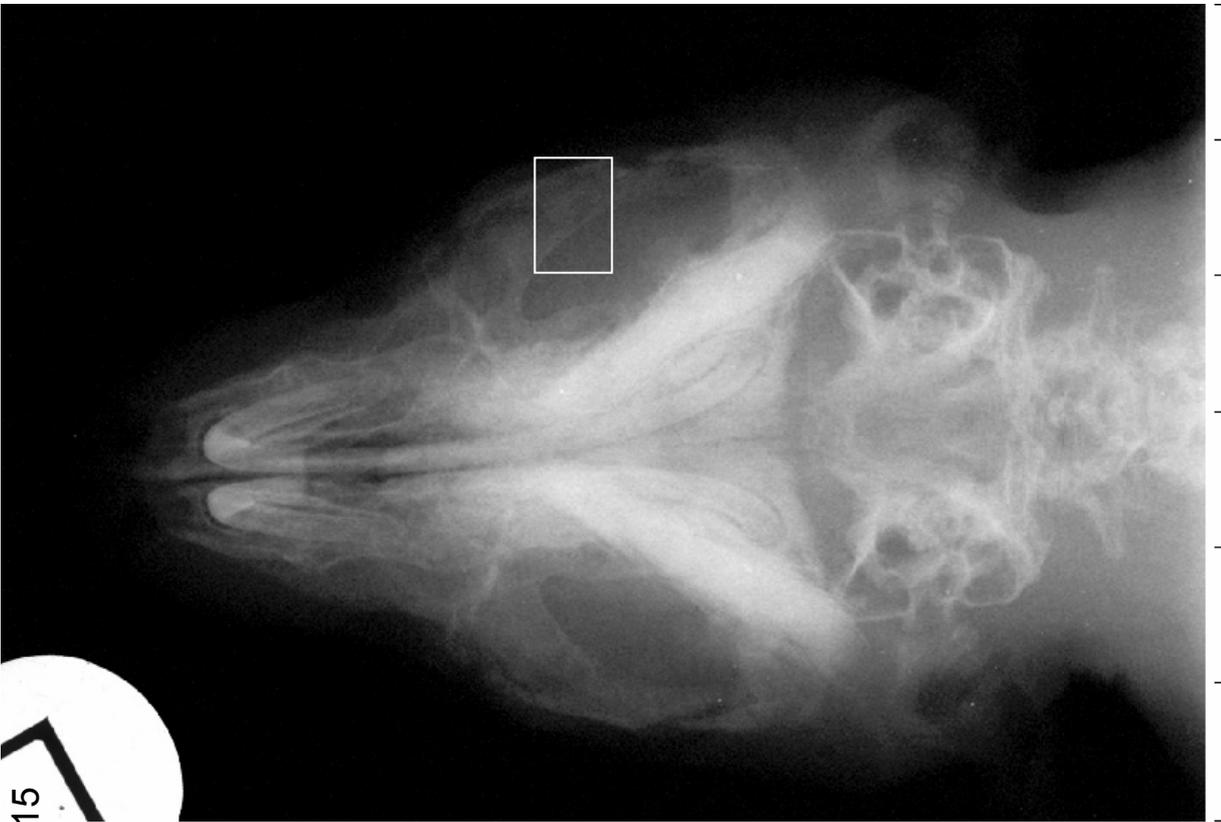


Abb. 13: Schädel eines knochengesunden Meerschweinchens (m, 16 Monate), dorsoventral. Dünnwandiger, scharf umrandeter Jochbogen (Pfeil). Referenz unterer Bildrand: 1cm-Einheiten.



Abb. 14: Schädel eines knochenerkrankten Meerschweinchens (w, 34 Monate), dorsoventral. Verbreiterte Kontur, aufgelockerte Struktur des Jochbogens (Pfeil). Referenz unterer Bildrand: 1cm-Einheiten.

Abb. 15: Schädel eines knochenkranken Meerschweinchens (m, 34 Monate), dorsoventral. Stark verbreiterte, aufgelöste Kontur, wabige Struktur des Jochbogens (Rechteck). Referenz unterer Bildrand: 1 cm-Einheiten.



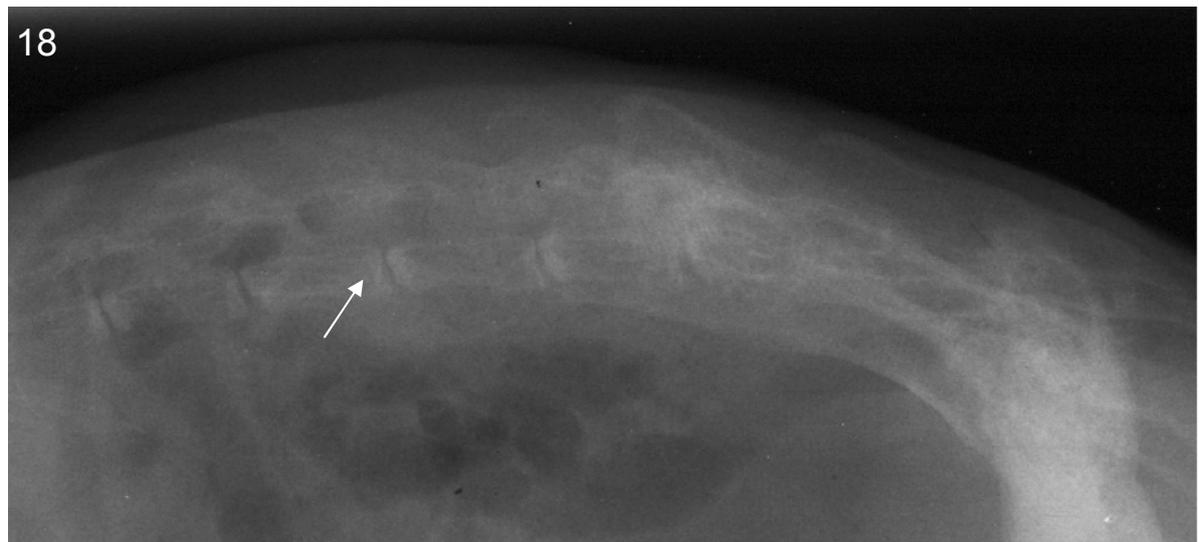
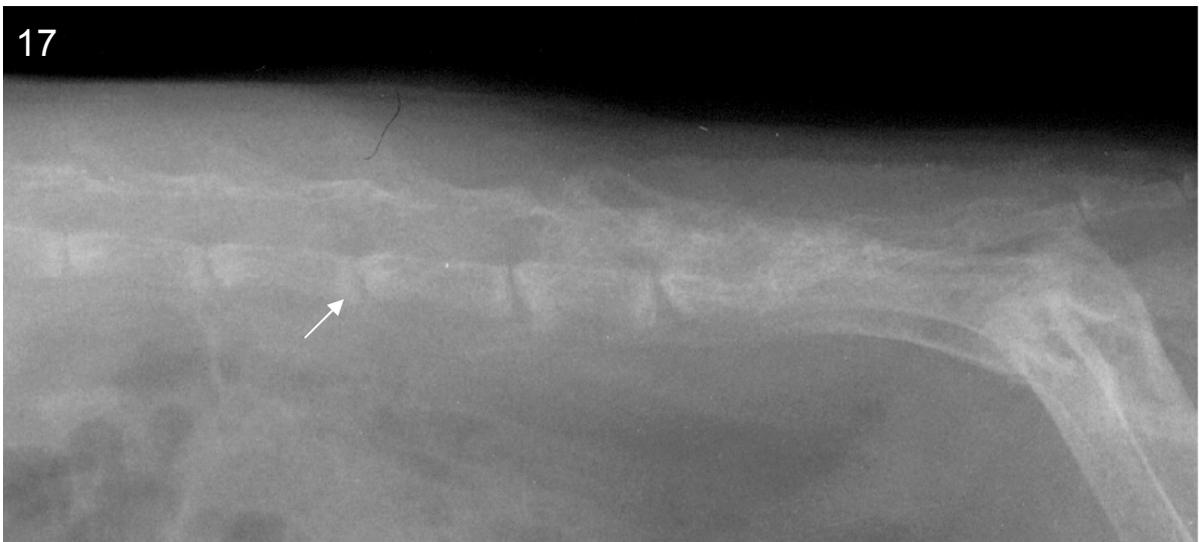


Abb. 16, 17, 18: Wirbelsäule Meerschweinchen, laterolateral.
Abb. 16: knochengesund (m, 16 Monate). Deutlich begrenzte Wirbel; Abb. 17: knochenkrank (m, 25 Monate). Dichteabnahme der Wirbelkörper bei deutlich abgrenzbaren Endplatten (Pfeil); Abb. 18: knochenkrank (m, 34 Monate). Weichteildichte der Wirbel, Endplatten (Pfeil) abgrenzbar. Referenz rechter Bildrand: 1cm-Einheiten.



19

Abb. 19: Hintergliedmaße eines knochengesunden Meerschweinchens (m, 16 Monate), ventrodorsal. Unverändertes Hüftgelenk, scharf begrenzte Kompakta, homogene Spongiosa von Femur und Tibia; Kniegelenk: Eminentia intercondylaris deutlich sichtbar (Pfeil). Referenz unterer Bildrand: 1cm-Einheiten.



20

Abb. 20: Hintergliedmaße eines kranken Meerschweinchens (m, 25 Monate), ventrodorsal. Unebene Kontur des Hüftgelenks; „double cortical line“ am Femur (Blockpfeile); Kniegelenk: Eminentia intercondylaris undeutlich (Pfeil). Referenz unterer Bildrand: 1cm-Einheiten.

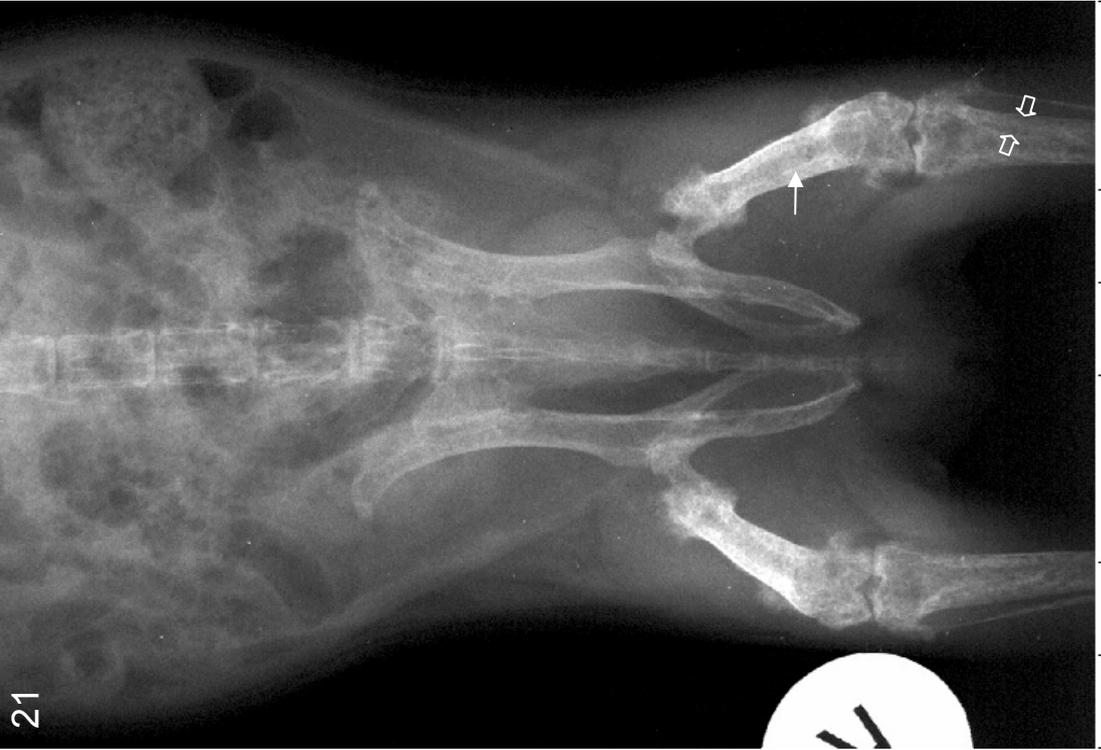


Abb. 21: Hintergliedmaße eines kranken Meerschweinchens (m, 20 Monate), ventrodorsal. Zystisch veränderte Spongiosa des linken Femurs: V.a. braunen Tumor (Pfeil), Kompakta und Spongiosa der Tibiae kaum noch differenzierbar, „DCL“ (Blockpfeile). Referenz unterer Bildrand: 1cm-Einheiten.



Abb. 22: Hintergliedmaße eines kranken Meerschweinchens (m, 34 Monate), ventrodorsal. Auflösung der Gelenkstrukturen (Pfeil); ausgeprägte Osteoklasten, Formveränderung an langen Röhrenknochen. Referenz unterer Bildrand: 1cm-Einheiten.

3.3.2.2 Interobserverreliabilität

Der Röntgenscore wurde durch sechs Tierärzte (Auswerter) geprüft. Den Auswertern wurden Röntgenaufnahmen von sechs Satin- (S), einem Satinträger- (ST) und fünf Kontrollmeerschweinchen (K) ohne weitere Angaben vorgelegt. Die Tiere (Tier 1 – 6, 8 – 11) wurden jeweils viermal bewertet. Von zwei Meerschweinchen lagen verschiedene Krankheitsstadien vor (Tier 7_1, 7_2, 7_3 und Tier 12_1, 12_2, 12_3, 12_4), die ebenfalls je viermal bewertet wurden (Tab. 9).

Den Auswertern war erlaubt, mit dem Mittelwert zwischen zwei Zuständen zu beurteilen. Daraus ergaben sich auch Bewertungen von 1,5 oder 2,5 Punkten. Wenn ein Parameter im Einzelfall nicht zu beurteilen war, wurde er nicht berücksichtigt und die entsprechenden Aufnahmen wurden im „Gesamtscore“ nicht bewertet (s. Score/Parameter). Im Gesamtscore waren neun Punkte (alle Parameter mit einem Punkt bewertet) bis maximal 27 Punkte (alle Parameter mit drei Punkten bewertet) möglich.

3.3.2.3 Röntgenscore und klinisches Bild

Die radiologische Bewertung mithilfe des Röntgenscores wurde mit dem Ergebnis der klinischen Untersuchung verglichen, um zu bewerten, inwieweit es zwischen diesen Ergebnissen Zusammenhänge gab, und um eine Score-Grenze für radiologisch unauffällig bzw. auffällig festzulegen. Tiere mit klinischer, Osteodystrophie-spezifischer Symptomatik wurden als krank, klinisch unauffällige Tiere als gesund angegeben (Tab. 9).

Tab. 9: Übersicht über die Versuchsanordnung bei der Scoretestung.

Röntgenaufnahmen von fünf Kontroll- (K), einem Satinträger- (ST) und sechs Satinmeerschweinchen (S) wurden sechs Tierärzten (TA 1 – TA 6) zur Auswertung vorgelegt.

Tier	Auswerter						Klinik
	TA 1	TA 2	TA 3	TA 4	TA 5	TA 6	
1 K		X		X	X	X	gesund
2 K		X		X	X	X	gesund
3 K		X		X	X	X	gesund
4 K		X		X	X	X	gesund
5 K		X		X	X	X	gesund
6 ST	X	X	X	X			gesund
7_1 S	X	X	X	X			gesund
7_2 S	X	X	X	X			krank
7_3 S	X	X	X	X			krank
8 S		X		X	X	X	gesund
9 S		X		X	X	X	krank
10 S		X		X	X	X	krank
11 S		X		X	X	X	krank
12_1 S	X	X	X	X			krank
12_2 S	X	X	X	X			krank
12_3 S	X	X	X	X			krank
12_4 S	X	X	X	X			krank

3.3.2.4 Score/Parameter

Aus verschiedenen Gründen konnten nicht immer alle neun Parameter ausgewertet werden (verkippte oder unvollständige Aufnahmen). Deshalb wurden mit dem Score/Parameter die nicht berücksichtigten, unvollständigen Beobachtungen erfasst. Als „Score pro Parameter“ wurde der Quotient aus dem Gesamtscore und der Anzahl der beurteilten Parameter bezeichnet:

$$\text{Score/Parameter} = \frac{\text{Gesamtscore}}{\text{Anzahl beurteilter Parameter}}$$

Es ergaben sich Werte zwischen einem und drei Punkten.

3.3.3 Radiologische Beurteilung

Die radiologische Beurteilung der 52 Satin-, sieben Satinträger- und 25 Kontrollmeerschweinchen erfolgte durch die Autorin anhand der entwickelten Scorevorlage (Tab. 8). Sie war Grundlage für die Auswertung in Teil B, Kap. 2.2.

3.4 Labordiagnostik

3.4.1 Blutentnahmetechnik

Die Entnahme erfolgte aus der *Vena saphena lateralis*, die beim Meerschweinchen unter der Haut kaudal an der Hintergliedmaße (auf halber Höhe zwischen Hüfte und Tarsalgelenk) sichtbar ist. Eine Hilfsperson fixierte das sitzende Tier und staute den Blutabfluss am Oberschenkel. Nach Schiteln oder Scheren des Felles an der Punktionsstelle und Desinfektion der Haut mit 70 %-igem Alkohol, erfolgte die Punktion der Vene mit einer 0,70 x 30 mm Kanüle (Sterican®, Fa. Braun, Melsungen, Deutschland). Das Blut wurde in einem heparinisierten Röhrchen (0,1 – 0,2 ml) sowie einem EDTA-Röhrchen (0,1 – 0,15 ml) gesammelt (beide Röhrchen Fa. Sarstedt, Nümbrecht, Deutschland). Das Heparin-Röhrchen wurde zehn Minuten bei 4000 Umdrehungen zentrifugiert (Minifuge® RF, Fa. Heraeus, Sepatech, Deutschland) und das Plasma abpipettiert.

3.4.2 Blutchemische Untersuchung

Aus dem Blutplasma wurden Gesamtkalzium, anorganisches Phosphat, Gesamt-Alkalische-Phosphatase, Harnstoff und Kreatinin sowie die Alanin-Aminotransferase- (ALT/GPT), Aspartat-Aminotransferase- (AST/GOT) und die Glutamatdehydrogenaseaktivität (GLDH) bestimmt. Weitere Laborwerte wie Natrium, Kalium, Magnesium, Blutglukose, Gesamteiweiß und Albumin wurden vereinzelt bei ausreichender Blutmenge gemessen. Natrium, Kalium, Blutzucker und Harnstoffwerte wurden mittels potentiometrischer Messung mit dem Electrolyte 14+ - Analyzer® (Fa. Nova Biomedical, Rödermark, Deutschland) bestimmt. Gesamtkalzium, anorganisches Phosphat, Gesamt-Alkalische-Phosphatase, Alanin-Aminotransferase, Aspartat-Aminotransferase, Glutamat-Dehydrogenase sowie Kreatinin,

Magnesium, Gesamteiweiß, und Albumin wurden mit dem Analysegerät Cobas Mira plus® (Fa. Axon-Lab, Baden-Dättwil, Schweiz) analysiert. Die Methode beruht auf absorptionspektrometrischen Messungen. Die Enzymaktivitäten wurden bei 37 °C bestimmt. Die Aspartat-Aminotransferaseaktivität wurde auf 25 °C umgerechnet (Konversions-Faktor: 0,59).

3.4.3 Blutbild

Zur Analyse der hämatologischen Parameter wurde der Cell-Dyn® 3500 (Fa. Abbot GmbH Diagnostika, Wiesbaden, Deutschland) verwendet. Der Durchflusszytometer zählt und differenziert die Leukozyten nach dem Prinzip der Laserlichtstreuung. Die Erythrozyten und Thrombozyten, sowie zusätzlich auch die Leukozyten, werden nach dem Widerstandsmessprinzip ermittelt. Die Hämoglobinkonzentration wird im Spektrophotometriekanal gemessen. Der Hämatokrit wird rechnerisch bestimmt und mittels Mikrohämatokritmethode überprüft. Das Probenvolumen betrug 0,13 ml.

3.5 Pathologische Untersuchung

15 der 76 Satinmeerschweinchen wurden im Institut für Veterinär-Pathologie der FU Berlin seziiert. Die Auswertung der pathologischen Befunde erfolgte anhand der Sektionsprotokolle. Aufgrund des Verdachtes einer osteodystrophischen Erkrankung wurden auf Antrag der Untersucherin weiterführende Untersuchungen vorgenommen. (histologische Beurteilung der Knochensubstanz und der Nebenschilddrüsen).

3.6 Statistische Methoden

Die erhobenen Daten wurden unter der Annahme, dass es sich nicht um annähernd symmetrische Verteilungen handelt, mithilfe verteilungsfreier Statistiken ausgewertet. Die Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS Version 11.5. Als statistische Kennziffern der Untersuchungsergebnisse wurden Minimal- und Maximalwert, Median ($x_{0,5}$) sowie das 25. und 75. Perzentil angegeben. Als Maß für die Übereinstimmung zwischen den

radiologischen Beurteilungen wurde in Kap. 4.2.1 Delta max. berechnet. Delta max. bezeichnet die maximale Differenz zwischen der im Röntgenscore erreichten Punktzahl desselben Tieres (bzw. desselben Krankheitsstadiums) durch verschiedene Auswerter:

$$\text{Delta max.}_{\text{gesamt}} = \text{Gesamtscore}_{\text{max. (Tier 1 - 12)}} - \text{Gesamtscore}_{\text{min. (Tier 1 - 12)}}$$

bzw.

$$\text{Delta max.}_{\text{parasc.}} = \text{Score/Parameter}_{\text{max. (Tier 1 - 12)}} - \text{Score/Parameter}_{\text{min. (Tier 1 - 12)}}$$

Unterschiede zwischen einzelnen Gruppen wurden mit dem Mann-Whitney-Test (U-Test) überprüft. Es wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,05$ zugrundegelegt. Dabei wurde $\alpha < 0,05$ als „signifikant“ im Sinne einer deskriptiven Statistik bewertet, $\alpha > 0,05$ als „nicht signifikant“. Der Vergleich der Gruppen untereinander erfolgte ab einer Mindestanzahl von vier Tieren je Gruppe. Die grafischen Darstellungen der Ergebnisse der radiologischen, blutchemischen und hämatologischen Untersuchungen sind in Form von Streudiagrammen und „Boxplots“ abgebildet. Ein Streudiagramm stellt die Lage einer Variablen in Abhängigkeit zu einer anderen Variablen dar. Der Boxplot besteht aus einer Box, die vom ersten und dritten Quartil (25. bzw. 75. Perzentil) begrenzt wird und deren innere Linie den Median repräsentiert. Ferner werden der kleinste und größte Wert markiert, sofern sie keine Ausreißer sind. In den Boxplots sind Ausreißer mit Kreisen und Extremwerte mit Sternchen markiert. Ausreißer sind dabei Werte, die zwischen anderthalb und drei Boxlängen außerhalb der Box liegen; Extremwerte liegen mehr als drei Boxlängen außerhalb.