

4 Ergebnisse

4.1 Altersverteilung

Die Golden Retriever sind im Alter von 366 bis 1533 Tagen geröntgt worden. Zur Beurteilung der Röntgenaufnahmen sind die Tiere je nach Alter, in dem sie geröntgt worden sind, 1 bis 1½ Jahre; 1½ bis 2 Jahre und älter als 2 Jahre, gruppiert (Tab. 3).

Tab. 3: Alter der Hunde zum Zeitpunkt der ED-Aufnahmen

Alter in Tagen	Anzahl n	%
366-547	180	83,3
548-730	24	11,1
≥ 731	12	5,6
Gesamt	216	100,0

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, ist ein Großteil der Hunde 83,3% (n=180) 1 bis 1½ Jahre alt. 11,1% (n=24) waren zwischen 1½ und 2 Jahre und 5,6% (n=12) über 2 Jahre alt.

4.2 Geschlechtsverteilung

In dieser Studie sind die Röntgenaufnahmen der Ellbogengelenke von 118 (54,6%) Hündinnen und 98 (45,4%) Rüden untersucht worden (Tab. 4).

Tab. 4: Geschlecht der Tiere

Geschlecht	Anzahl n	%
weiblich	118	54,6
männlich	98	45,4
Gesamt	216	100,0

4.3 Einteilung in Arthrosegrade

Die gutachterliche Beurteilung der Ellbogengelenke entsprechend den IEWG-Richtlinien hat vorgelegen und ist in Tab. 5 für jedes Gelenk wiedergegeben. Aus der Tabelle sind in Form einer Kreuztabelle waagrecht die ED-Grade des linken und senkrecht die ED-Grade des rechten Ellbogengelenkes zu ersehen. In den Überkreuzungen der ED-Grade ist die Anzahl der Tiere abzulesen, die z.B. ED-Grad 0 rechts und ED-Grad 1 links aufweisen n=15. In der jeweilig letzten Spalte bzw. Zeile ist die Gesamtzahl der Hunde der ED-Grade des entsprechenden Gelenkes zu entnehmen.

Tab. 5: ED-Grade des rechten und linken Ellbogengelenkes nach IEWG-Richtlinien bei 216 Golden Retrievern

ED-Grad-Rechts	ED-Grad-Links				Gesamt
	0	1	2	3	
0	172	15	0	0	187
1	5	13	3	1	22
2	1	1	3	1	6
3	0	0	1	0	1
Gesamt	178	29	7	2	216

Aus der Tabelle wird ersichtlich, dass von den Tieren 178 (links) bzw. 187 (rechts) mit ED-Grad 0; 29 (links) und 22 (rechts) mit ED-Grad 1; 7 (links) und 6 (rechts) mit ED-Grad 2 und 2 (links) und 1 (rechts) mit ED-Grad 3 beurteilt worden sind. Wird der Gesamtbeurteilung für den Hund die IEWG-Richtlinie zugrunde gelegt, bei der das schlechtere Gelenk ausschlaggebend ist, ergibt sich folgende Verteilung (Tab. 6).

Tab. 6: ED-Status bei 216 Golden Retrievern entsprechend der IEWG-Regeln

ED-Grad	Anzahl n	%
0	172	79,6
1	33	15,3
2	8	3,7
3	3	1,4
Gesamt	216	100,0

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, weisen 172 (79,6%) der 216 Hunde ED-Grad 0, 33 (15,3%) Grad 1, 8 (3,7%) Grad 2 und 3 Hunde (1,4%) Grad 3 auf.

4.4 Einfluss des Alters auf den ED-Grad

Das Alter der Tiere bei der ED-Röntgenuntersuchung und der ED-Status werden in Tab. 7 zusammengefasst. Da es sich bei der Altersangabe um einen Parameter handelt, der sich auf das jeweilige Tier bezieht, sind die ED-Beurteilungen des linken und rechten Ellbogens nach IEWG-Richtlinien zu einem Ellbogengelenksstatus zusammengefasst worden. Dabei entscheidet das jeweilig schlechtere Gelenk über die Einstufung des Tieres.

Tab. 7: Altersverteilung der Tiere und ED-Grad

			ED-Grad				Gesamt
			0	1	2	3	
Alter in Tagen	1. 366-547	Anzahl n (%)	145 (80,6%)	28 (15,6%)	5 (5%)	2 (1,1%)	180 (100,0%)
	2. 548-730	Anzahl n (%)	17 (70,8%)	3 (12,5%)	3 (12,5%)	1 (4,2%)	24 (100,0%)
	3. ≥ 731	Anzahl n (%)	10 (83,3%)	2 (16,7%)	0 (0%)	0 (0%)	12 (100,0%)
Gesamt		Anzahl n (%)	172 (79,6%)	33 (15,3%)	8 (3,7%)	3 (1,4%)	216 (100,0%)

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, sind 180 Hunde 1-1,5 Jahre alt. Davon sind 145 (80,6%) mit ED-Grad 0, 28 (15,6%) mit ED-Grad 1, 5 (5%) mit ED-Grad 2 und 2 (1,1%) mit ED-Grad 3 befundet worden. Zu Altersgruppe 2, 1 ½ - 2 Jahre, gehören 24 Hunde. Davon sind 17 (70,8%) mit ED-Grad 0, 3 (12,5 %) mit ED-Grad 1, 3 (12,5%) mit ED-Grad 2 und 1 (4,2%) mit ED-Grad 3 befundet worden. 12 Hunde sind älter als 2 Jahre. Davon sind 10 (83,3%) mit ED-Grad 0 und 2 (16,7%) mit ED-Grad 1 beurteilt worden.

4.5 Einfluss des Geschlechts der Hunde auf den ED-Grad

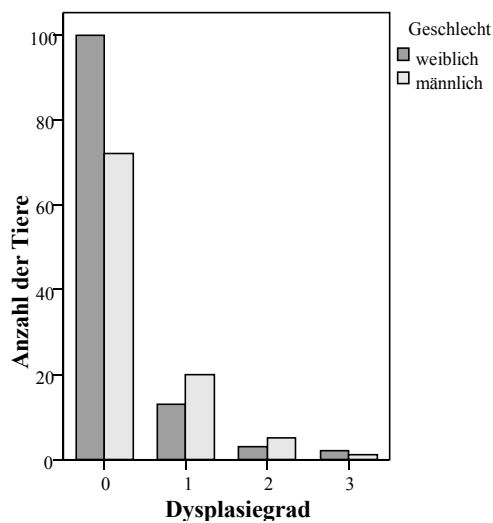
Die Geschlechtsverteilung in Relation zum ED-Grad ist in Tab. 8 zusammengefasst.

Tab. 8: ED-Grad und Geschlecht der Tiere

ED-Grad		Geschlecht		Gesamt
		weiblich	männlich	
0	Anzahl n (%)	100 (58,1%)	72 (41,9%)	172 (100,0%)
1	Anzahl n (%)	13 (39,4%)	20 (60,6%)	33 (100,0%)
2	Anzahl n (%)	3 (37,5%)	5 (62,5%)	8 (100,0%)
3	Anzahl n (%)	2 (66,7%)	1 (33,3%)	3 (100,0%)
Gesamt	Anzahl n (%)	118 (54,6%)	98 (45,4%)	216 (100,0%)

Aus der Tabelle ist zu ersehen, dass von ED-Grad 1 und 2 Rüden prozentual häufiger befallen sind als Hündinnen. Hündinnen weisen häufiger ED-Grad 0 auf. ED-Grad 3 ist bei zwei Hündinnen und einem Rüden befundet worden. Diese Korrelation ist in Abb. 10 dargestellt.

Abb. 10: Geschlecht der Tiere und ED-Grad



4.6 Der Beugewinkel

Der Beugewinkel (Abb. 11) kann anhand der Messmethode nach *MUES, (2001)* gemessen werden. Er gibt die Winkelung des Ellbogengelenkes zum Zeitpunkt der Erstellung der Röntgenaufnahme an. Der Medianwert des Beugewinkels beträgt $31,33^\circ$ (links) bzw. $31,83^\circ$ (rechts). Der kleinste gemessene Winkel beträgt $5,00^\circ$ (links) bzw. $7,67^\circ$ (rechts) und der größte $72,00^\circ$ (links) bzw. $92,67^\circ$ (rechts).

Abb. 11: Der Beugewinkel



In den Tab. 9 und Tab. 10 wird die Anzahl der Gelenke in den einzelnen Beugewinkelbereichen ($0-30^\circ$, $30^\circ-60^\circ$ und $>60^\circ$) für das linke und rechte Ellbogengelenk aufgeführt. Die Häufigkeitsverteilung der Beugewinkel links- und rechtsseitig ist in Abb. 12 graphisch dargestellt.

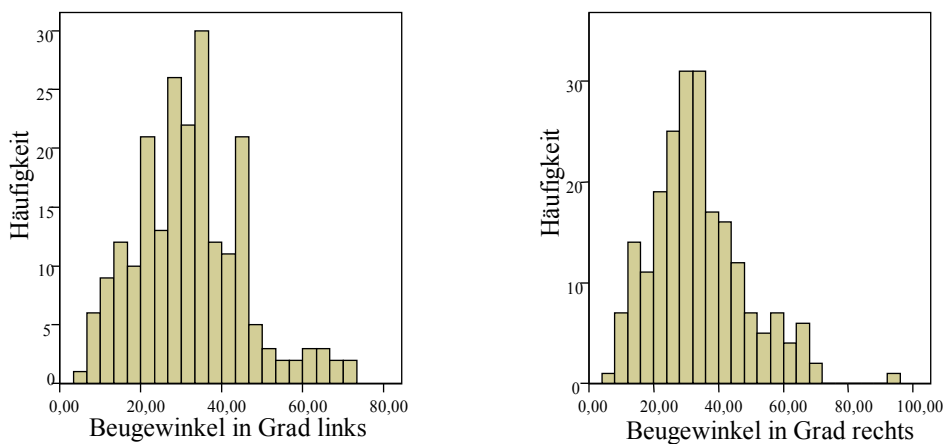
Tab. 9: Häufigkeitsverteilung des Beugungsgrades linksseitig innerhalb der drei Beugewinkelbereiche

Beugewinkelbereiche	Anzahl n	%
0°-30°	100	46,3
30°-60°	108	50,0
>60°	8	3,7
Gesamt	216	100,0

Tab. 10: Häufigkeitsverteilung des Beugungsgrades rechtsseitig innerhalb der drei Beugewinkelbereiche

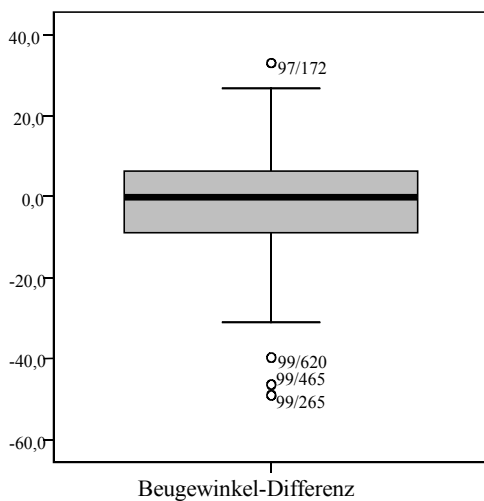
Beugewinkelbereiche	Anzahl n	%
0°-30°	93	43,1
30°-60°	110	50,9
>60°	13	6,0
Gesamt	216	100,0

Abb. 12: Häufigkeitsverteilung der Beugewinkel links- und rechtsseitig



Im Bereich von 0°-30° können 46,3% (n=100) linksseitig bzw. 43,1% (n=93) rechtsseitig, im Bereich 30°-60° 50,0% (n=108) linksseitig bzw. 50,9% (n=110) rechtsseitig und über 60° 3,7% (n=8) linksseitig bzw. 6,0% (n=13) rechtsseitig der gemessenen Winkel der Gelenke eingeordnet werden. Aus den Messergebnissen ist die Differenz zwischen dem linken und rechten Ellbogengelenk errechnet worden. Die Häufigkeiten der Differenzen sind in Abb. 13 dargestellt.

Abb. 13: Differenz des Beugungsgrades zwischen linkem und rechtem Ellbogengelenk



Aus der Graphik ist zu entnehmen, dass sich die Messwerte in einer großen Spannweite von 82,00 verteilen. Der Medianwert beträgt $-0,17$, der 25%-Punkt liegt bei $-8,92$ und der 75%-Punkt bei $6,33$.

4.7 Statistische Analyse der Messergebnisse nach *VIEHMANN* (1998)

Im Anhang in Tab. 27 sind die Messergebnisse der Messmethode nach *VIEHMANN* (1998) detailliert tabellarisch aufgelistet. Zu jedem Messparameter sind Maximalwert, Minimalwert, Mittelwert, Median sowie der 25%- und 75%-Punkt angegeben. In Tab. 28 sind die Messergebnisse für jeden Parameter getrennt nach Altersgruppen und in Tab. 29 nach Arthrosegraden zusammengestellt.

4.7.1 Ergebnisse der einzelnen Messparameter

Im Folgenden sind die Ergebnisse für jeden einzelnen Parameter zusammengefasst. Es wird der Zusammenhang zwischen den Messergebnissen des rechten und linken Ellbogengelenkes untersucht. Dazu ist die Differenz zwischen den Messwerten des linken und rechten Ellbogengelenkes für jeden Parameter errechnet und deren Verteilung in einem Boxplot dargestellt worden. Zu den Differenzen werden die Spannweite zwischen kleinstem und größtem Wert aufgeführt, der Median sowie der 25%- und der 75%-Punkt. Liegen 50% der Differenzen in einem Bereich von -1 bis $+1$ so gilt der Unterschied zwischen linker und rechter Gliedmaße des jeweiligen Parameters als gering. Verteilten sie sich darüber hinaus, gilt die Abweichung als größer. Es wird die Verteilung der Messwerte innerhalb der Altersgruppen untersucht. Dazu sind die Medianwerte der Messergebnisse tabellarisch angegeben und die Verteilung in Boxplots veranschaulicht. Die Verteilung der Messergebnisse bei Rüden und Hündinnen ist graphisch in Boxplots abgebildet. Der Einfluss des ED-Grades auf die Messergebnisse für jedes Gelenk wird untersucht und graphisch in Boxplots belegt. Mit der Messmethode nach *MUES* (2001) kann der Beugewinkel ermittelt werden. Der Einfluss des Grades der Beugung des Gelenkes auf die Messergebnisse wird graphisch mit Hilfe von Boxplots dargestellt.

4.7.1.1 Der Radius des Condylus humeri

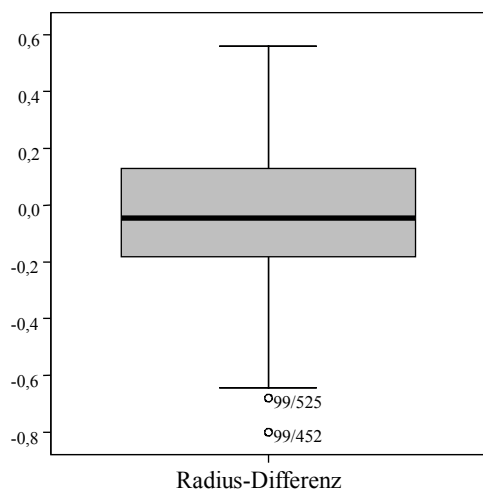
Es werden die Radien des linken und rechten Ellbogengelenkes gemessen. Die Medianwert des Radius des Condylus humeri der Golden Retriever liegt bei 8,96 mm (rechts) bzw. 8,58 mm (links).

Abb. 14: Der Radius des Condylus humeri



Es ist die Differenz zwischen dem Radius des linken und rechten Ellbogengelenkes gebildet worden. Die Verteilung der Differenzen ist in Abb. 15 dargestellt.

Abb. 15: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte des Radius des Condylus humeri links- und rechtsseitig



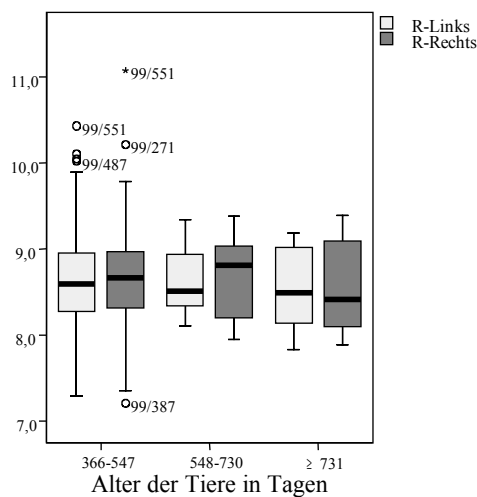
Wie aus der Graphik ersichtlich ist, verteilen sich die Differenzen größtenteils um den Nullpunkt in einer Spannweite von 1,36. Die Unterschiede zwischen den Messwerten des linken und rechten Ellbogengelenkes sind gering. Der Median der Differenz beträgt $-0,0450$, der 25%-Punkt liegt bei $-0,18$ und der 75%-Punkt bei $0,13$. Die Medianwerte der Radien des Condylus humeri links- wie rechtsseitig in Relation zum Alter der Tiere sind in Tab. 11 zusammengestellt.

Tab. 11: Medianwerte der Radien des Condylus humeri und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	Radius links (mm)	Radius rechts (mm)
366-547 (n=180)	8,60	8,68
548-730 (n=24)	8,52	8,81
≥ 731 (n=12)	8,49	8,41

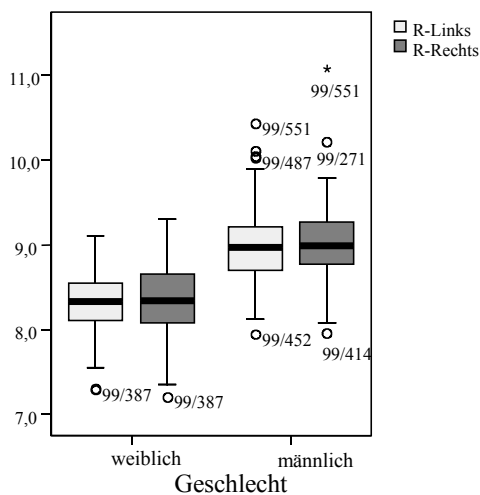
Wie aus der Tabelle zu entnehmen ist, verteilen sich die Medianwerte zwischen 8,41 mm und 8,81 mm. Da die Tiere ausgewachsen waren, ist kein deutlicher Unterschied zwischen den einzelnen Altersgruppen festzustellen. In Abb. 16 ist der Zusammenhang der Radien des Condylus humeri zum Alter des Hundes bei Anfertigung der Röntgenaufnahmen aufgezeigt. Dazu sind die Werte der Radien entsprechend den Altersgruppen aufgezeichnet.

Abb. 16: Die Radien und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahmen



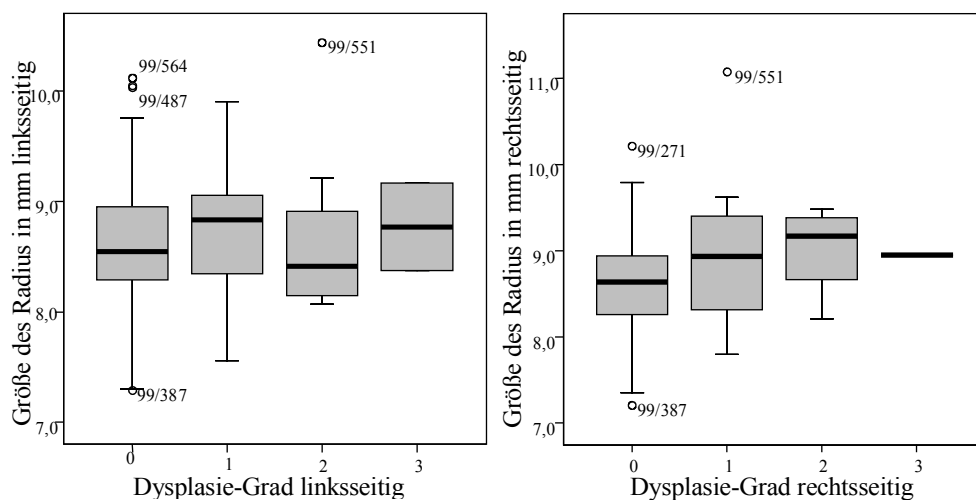
Aus den Boxplots ist kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Alter der Tiere bei Anfertigung der Röntgenaufnahme und der Größe der Radien des Condylus humeri festzustellen. In Abb. 17 sind die Messwerte der Radien dem Geschlecht der Hunde entsprechend analysiert.

Abb. 17: Die Radien des Condylus humeri und das Geschlecht der Tiere



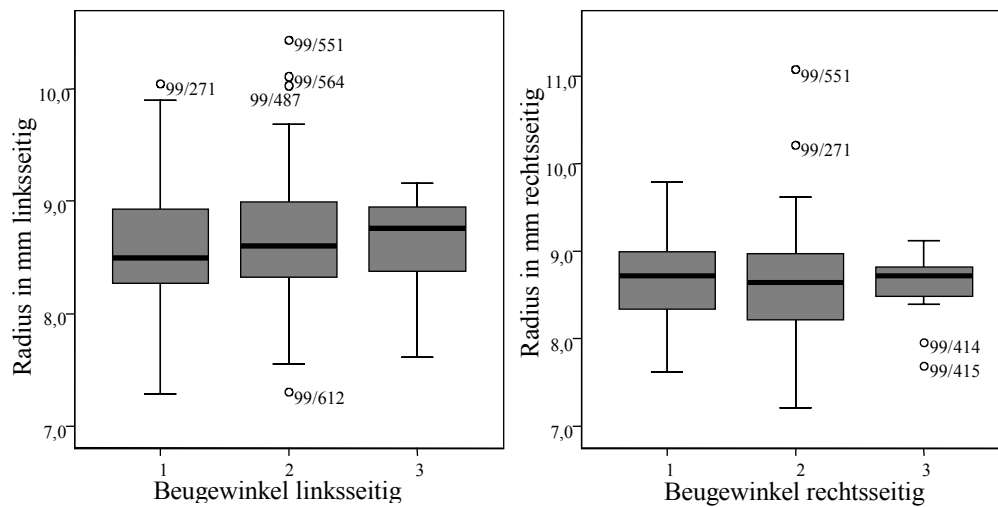
Wie der Graphik entnommen werden kann, sind die Radien der Condylus humeri bei Rüden deutlich größer als bei Hündinnen. Der Einfluss der Geschlechtszugehörigkeit auf die Größe des Radius ist sowohl links- als auch rechtsseitig signifikant ($p < 0,05$). Die Medianwerte der Hündinnen betragen links 8,33 mm und rechts 8,34 mm und die Mediane der Rüden links 8,97 mm und rechts 8,99 mm. Der Zusammenhang der Radien der Condylus humeri zum ED-Grad ist in Abb. 18 veranschaulicht.

Abb. 18: Die Radien der Condylus humeri links- und rechtsseitig und der ED-Grad



Die Messwerte der Radien der Condylus humeri links- wie rechtsseitig sind bei allen ED-Graden vergleichbar, ohne dass eine eindeutige Tendenz aus den Medianwerten zu ersehen ist. Der Zusammenhang zwischen den Messergebnissen für den Radius des Condylus humeri und dem Beugewinkel ist in Abb. 19 anhand einer Graphik dargestellt.

Abb. 19: Der Radius R links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1= \in 0-30,00°; 2= \in 30,01-60,00°; 3= \in >60,00°)



Anhand dieser Abbildung lässt sich kein Zusammenhang zwischen dem Radius R und dem Grad der Gelenkbeugung feststellen.

4.7.1.2 Der Quotient Q

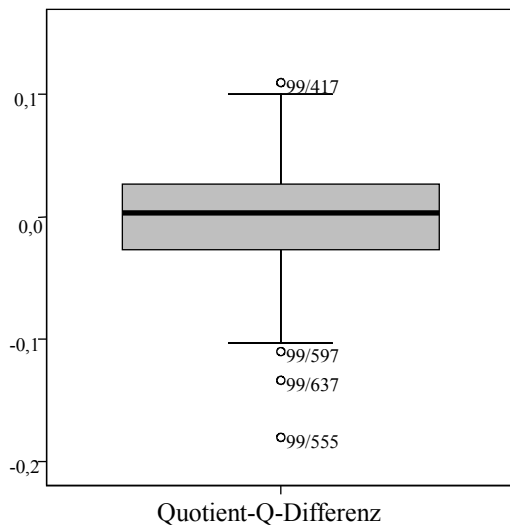
Der Quotient Q (Abb. 20) ergibt sich aus der Länge (L) der Incisura trochlearis ulnae und der Länge (a) der kürzesten Verbindung zwischen Proc. coronoideus lateralis und Proc. anconaeus. Damit lässt sich die Form der Incisura trochlearis berechnen. Der Quotient Q ist umso größer, je elliptischer die Incisur ist. Der Medianwert für Q beträgt linksseitig 1,25 bzw. rechtsseitig 1,26.

Abb. 20: Quotient Q: a=kürzeste Verbindung zwischen Proc. anconaeus und Proc. coronoideus lateralis ulnae; L=Länge der Incisura trochlearis ulnae



In Abb.21 sind die Differenzen der Messwerte des Quotienten Q des links- und rechtsseitigen Ellbogengelenkes dargestellt.

Abb.21: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte des Quotienten Q links- und rechtsseitig



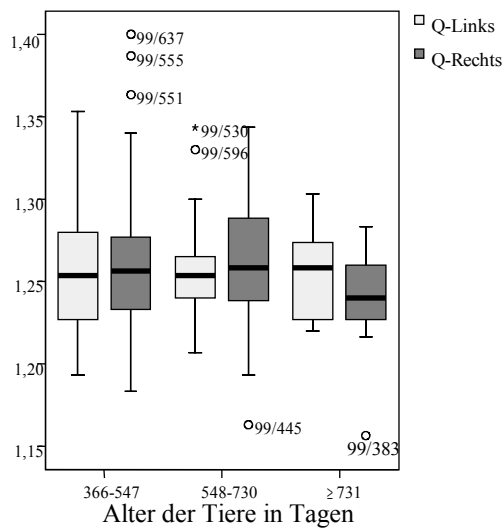
Wie aus der Graphik zu entnehmen ist, sind die Differenzen der Messergebnisse um den Nullpunkt in einer Spannweite von 0,29 verteilt, d.h. es unterscheiden sich die Messwerte des linken und rechten Ellbogens nur gering. Der Medianwert beträgt 0,0033, der 25%-Punkt liegt bei $-0,027$ und der 75%-Punkt bei $0,027$. Die Medianwerte des Quotienten Q unter dem Altersaspekt der Tiere sind in Tab. 12 aufgeführt.

Tab. 12: Medianwerte des Quotienten Q und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	Quotient Q links	Quotient Q rechts
366-547 (n=180)	1,25	1,26
548-730 (n=24)	1,25	1,26
≥ 731 (n=12)	1,26	1,24

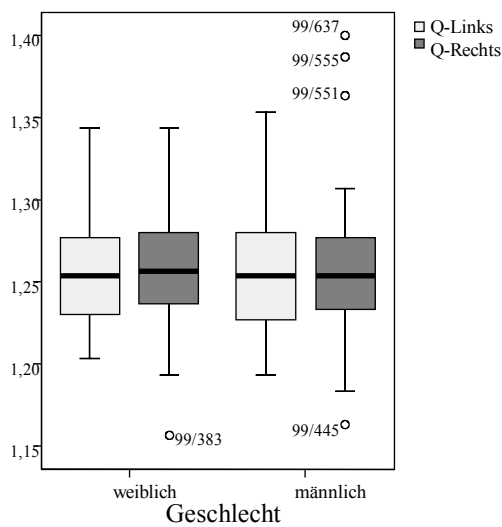
Die Medianwerte liegen zwischen 1,24 und 1,26, so dass das Alter die Medianwerte des Quotienten Q nicht beeinflusst, wie auch graphisch aus den Boxplots in Abb. 22 zu entnehmen ist.

Abb. 22: Der Quotient Q und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme



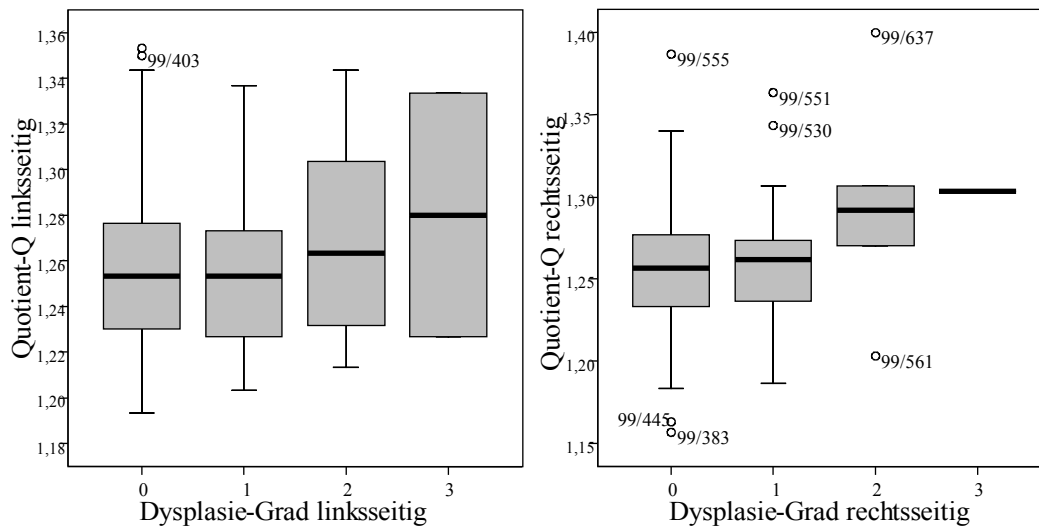
In Abb. 23 sind die Messwerte für den Quotienten Q im Hinblick auf das Geschlecht der Tiere zusammengestellt.

Abb. 23: Der Quotient Q und das Geschlecht der Tiere



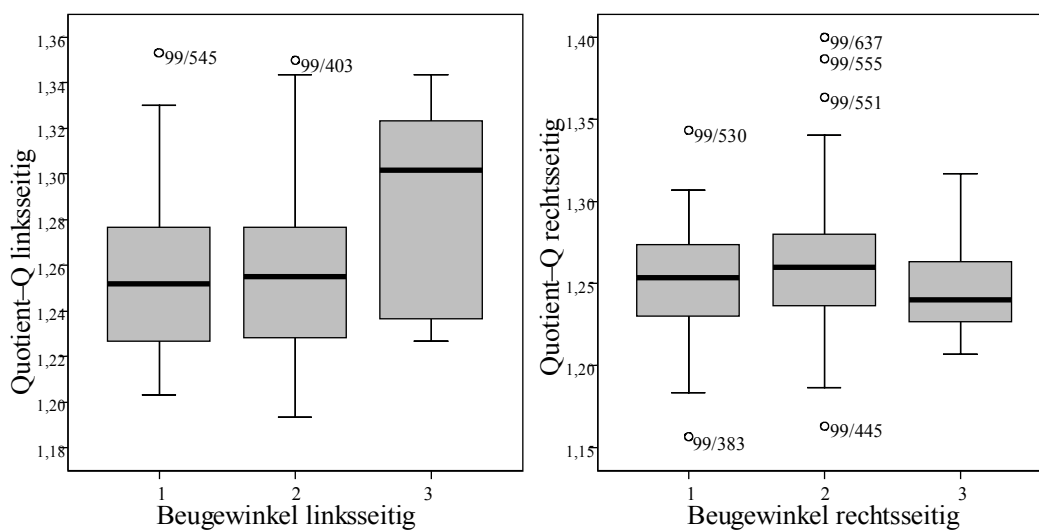
Wie man der Graphik entnehmen kann, unterscheiden sich die Messergebnisse der Rüden und Hündinnen nicht wesentlich. Die Messergebnisse des Quotienten Q unter Berücksichtigung der ED-Grade 0–3 sind in Boxplots (Abb. 24) zusammengefasst.

Abb. 24: Der Quotient Q links- und rechtsseitig und der ED-Grad



Wie erkennbar ist, erhöhen sich die Medianwerte des Quotienten Q mit steigendem ED-Grad. Dabei überlagern sich innerhalb der Gruppen die Messwerte deutlich. Ein signifikanter Einfluss des ED-Grades auf den Quotienten Q lässt sich nicht feststellen. In den Boxplots der Abb. 25 sind die Messwerte und ihre Verteilung bei den verschiedenen Beugewinkeln der Ellbogengelenke aufgezeigt.

Abb. 25: Der Quotient Q links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1 = \times 0-30,00°; 2 = \times 30,01-60,00°; 3 = \times >60,00°)



Anhand der Graphik kann abgelesen werden, dass linksseitig die Mediane des Quotienten Q größer werden, je größer der Beugewinkel ist. Dieser Zusammenhang ist jedoch nicht signifikant ($p > 0,05$). Rechtsseitig lässt sich kein eindeutiger Zusammenhang des Quotienten Q mit dem Ausmaß der Ellbogenwinkelung feststellen.

4.7.1.3 Der Quotient Ae

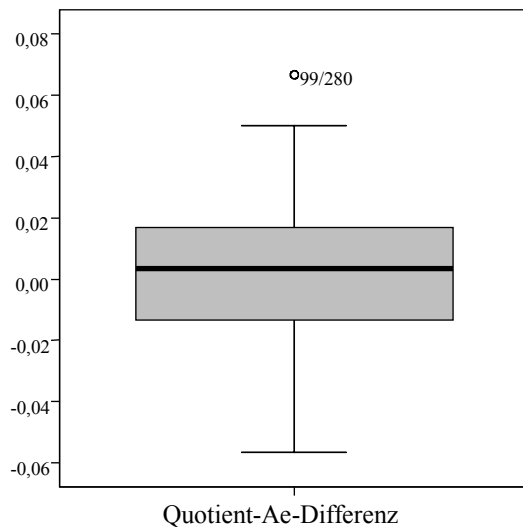
Der Quotient Ae (Abb. 26) wird aus der Verbindung zwischen dem tiefsten Punkt der Incisura trochlearis ulnae und der Strecke zwischen Proc. coronoideus lateralis und Proc. anconaeus berechnet. Der Quotient Ae ist umso größer, je elliptischer die Form der Incisura trochlearis ist. Der Median des Quotienten Ae beträgt sowohl links- als auch rechtsseitig 0,31.

Abb. 26: Der Quotient Ae (a=kürzeste Verbindung zwischen Proc. anconaeus und Proc. coronoideus lateralis; e=Senkrechte vom tiefsten Punkt der Inc. trochlearis ulnae zur Strecke a)



Die Differenzen der Messwerte des linken und rechten Ellbogengelenkes sind im Boxplot in Abb. 27 abgebildet.

Abb. 27: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte des Quotienten Ae links- und rechtsseitig



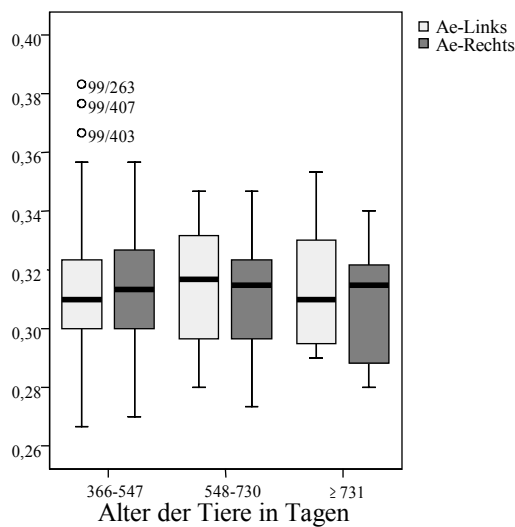
Wie zu ersehen ist, verteilen sich die Differenzen im Bereich um den Nullpunkt in einer Spannweite von 0,12. Daraus lässt sich schließen, dass die Unterschiede zwischen den links- und rechtsseitigen Messwerten gering sind. Der Median der Differenzen beträgt 0,0033, der 25%-Punkt liegt bei -0,0130 und der 75%-Punkt bei 0,0170. Die Medianwerte für den Quotienten Ae unter Berücksichtigung des Alters sind in Tab. 13 aufgeführt.

Tab. 13: Medianwerte des Quotienten Ae und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	Quotient Ae links	Quotient Ae rechts
366-547 (n=180)	0,31	0,31
548-730 (n=24)	0,32	0,31
≥ 731 (n=12)	0,31	0,31

Die Medianwerte des Quotienten Ae sind in allen Altersgruppen auf vergleichbarem Niveau. Sie liegen zwischen 0,31 und 0,32. In Abb. 28 sind die Messwerte des Quotienten Ae innerhalb der drei Altersgruppen graphisch dargestellt.

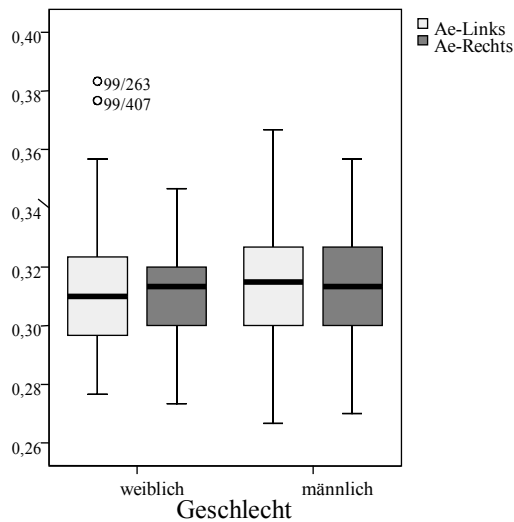
Abb. 28: Der Quotient Ae und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme



Wie aus der Graphik zu entnehmen ist, bleiben die Medianwerte für den Quotienten Ae annähernd gleich in den verschiedenen Altersgruppen. Es besteht zudem eine deutliche Überlappung der Bereiche, in denen sich die Messwerte verteilen.

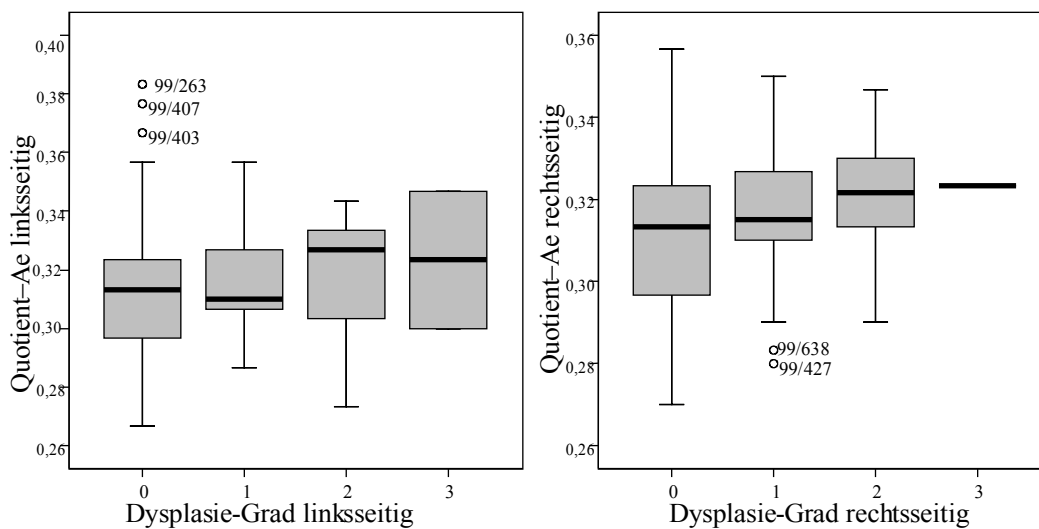
In Abb. 29 sind die Messwerte des Quotienten Ae unter Berücksichtigung des Geschlechts der Tiere aufgeführt.

Abb. 29: Der Quotient Ae und das Geschlecht der Tiere



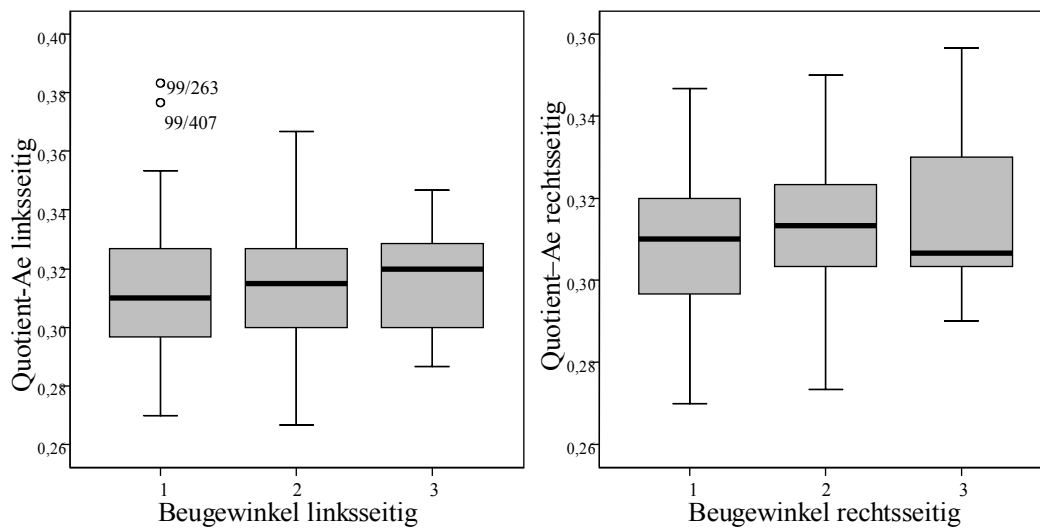
Wie der Abbildung zu entnehmen ist, unterscheiden sich die Messwerte des Quotienten Ae bei Rüden und Hündinnen nicht deutlich. Die Messergebnisse des Quotienten Ae unter Berücksichtigung des ED-Grades sind in Abb. 30 graphisch dargestellt.

Abb. 30: Der Quotient Ae und der ED-Grad links- und rechtsseitig



Die Medianwerte des Quotienten Ae nehmen tendenziell mit zunehmendem ED-Grad zu. Dieser Einfluss ist jedoch nicht signifikant ($p > 0,05$). Es besteht eine deutliche Überlagerung der Messwerte innerhalb der verschiedenen ED-Gruppen. In Abb. 31 ist die Verteilung der Messwerte des Quotienten Ae unter Berücksichtigung der Beugewinkel dargestellt.

Abb. 31: Der Quotient Ae links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1= \approx 0-30,00°; 2= \approx 30,01-60,00°; 3= \approx >60,00°)



Linksseitig nimmt die Größe der Medianwerte des Quotienten Ae mit zunehmendem Beugewinkel zu. Dieser Einfluss ist jedoch nicht signifikant ($p > 0,05$). Rechtsseitig besteht keine eindeutige Tendenz. Die Messwerte variieren innerhalb der verschiedenen Bereiche des Beugewinkels wenig.

4.7.1.4 Die Fläche X

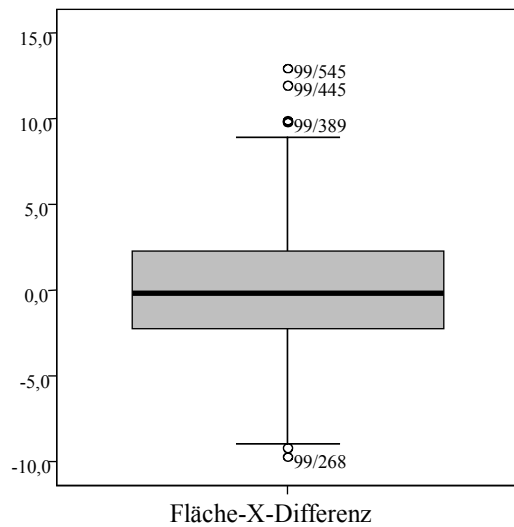
Die Fläche X (Abb. 32) ist der prozentuale Anteil der Fläche (b) des Condylus humeri, der von der Incisura trochlearis ulnae umschlossen wird, an der Gesamtfläche (d) des Condylus humeri. Der Medianwert für die Fläche X liegt bei 22,29 (links) bzw. 22,64 (rechts).

Abb. 32: Fläche X: Prozentualer Anteil der Fläche b an der Fläche d



Die Differenz zwischen den Messwerten des linken und rechten Ellbogengelenkes der Fläche X ist in Abb. 33 dargestellt.

Abb. 33: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte der Fläche X links- und rechtsseitig



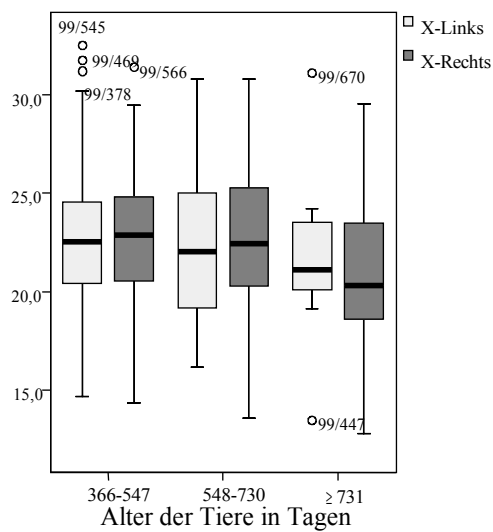
Wie dem Boxplot zu entnehmen ist, verteilen sich die Differenzen zwischen linkem und rechtem Ellbogengelenk für die Fläche X in einer Spanne zwischen der kleinsten und größten Differenz von 22,67. Der Medianwert beträgt $-0,14$, der 25%-Punkt liegt bei $-2,25$ und der 75%-Punkt bei $2,31$. Die Medianwerte der Fläche X sind das Alter der Tiere berücksichtigend in Tab. 14 zusammengefasst.

Tab. 14: Medianwerte der Fläche X und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	Fläche X links	Fläche X rechts
366-547 (n=180)	22,51	22,85
548-730 (n=24)	22,03	22,45
≥ 731 (n=12)	21,10	20,30

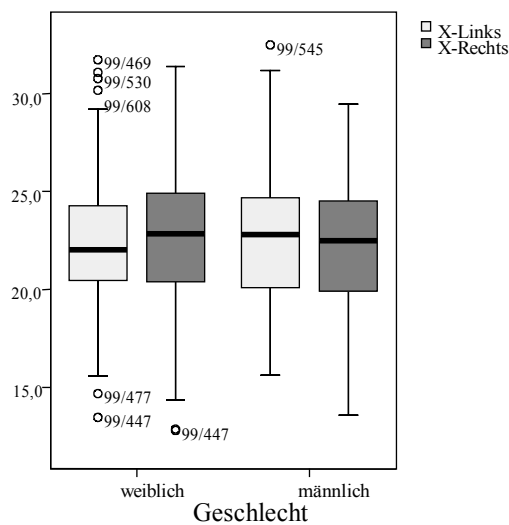
Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, sinken die Medianwerte für die Fläche X mit zunehmendem Alter geringfügig. In Abb. 34 sind die Messwerte der Fläche X unter Berücksichtigung des Alters der Tiere bei Anfertigung der Röntgenaufnahmen graphisch dargestellt.

Abb. 34: Fläche X und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme



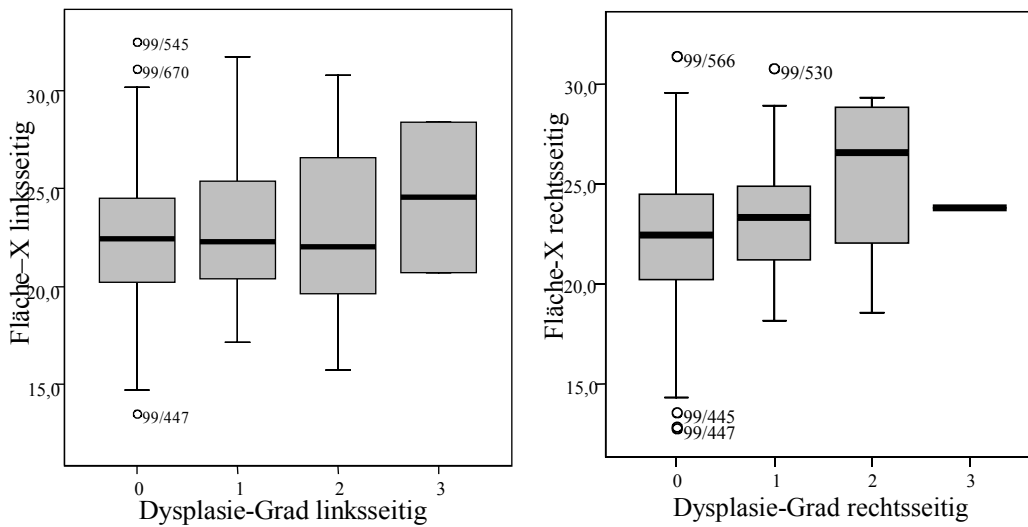
Wie der Vergleich der drei Altersgruppen zeigt, werden die Medianwerte der Fläche X mit zunehmendem Alter kleiner. Dieser Einfluss ist jedoch nicht signifikant ($p > 0,05$). In Abb. 35 sind die Messwerte für die Fläche X nach dem Geschlecht der Tiere aufgeführt.

Abb. 35: Fläche X und das Geschlecht der Tiere



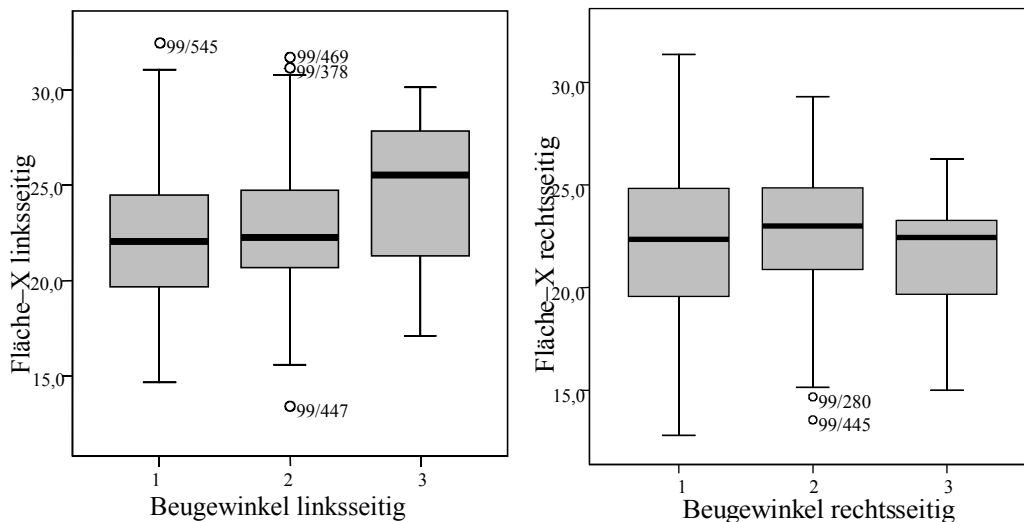
Es ist kein Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Tieren festzustellen. In Abb.36 sind die Messwerte für die Fläche X unterteilt nach ED-Graden graphisch dargestellt.

Abb.36: Fläche X links- und rechtsseitig und der ED-Grad



Aus dem Messwertevergleich der Fläche X unter Berücksichtigung des ED-Grades lässt sich keine eindeutige Tendenz feststellen. Es fällt eine deutliche Überlagerung der Messbereiche innerhalb der verschiedenen ED-Gruppen auf. In Abb. 37 ist die Verteilung der Messwerte der Fläche X unter Berücksichtigung der Gelenkbeugung dargestellt.

Abb. 37: Fläche X links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1= \times 0-30,00°; 2= \times 30,01-60,00°; 3= \times >60,00°)



Zu erkennen ist, dass die Messwerte des linksseitigen Ellbogengelenkes im Hinblick auf die Medianwerte mit zunehmendem Beugewinkel tendenziell größer werden. Dieser Einfluss des Beugewinkels ist jedoch nicht signifikant ($p > 0,05$). Rechtsseitig trifft dies nicht zu.

4.7.1.5 Der Öffnungswinkel β

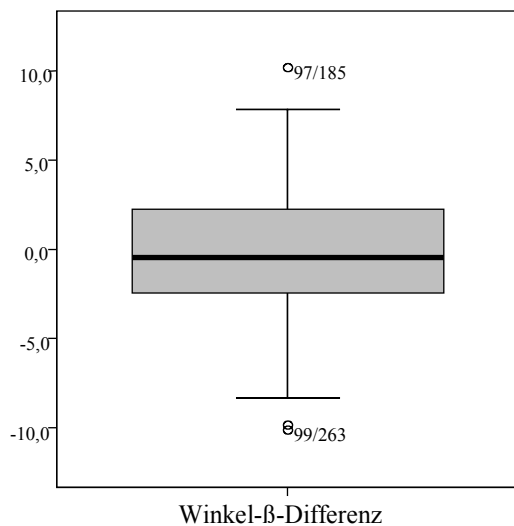
Der Öffnungswinkel β (Abb. 38) wird zwischen der Spitze des Proc. anconaeus, der Spitze des Proc. coronoideus lateralis und dem tiefsten Punkt der Incisura trochlearis ulnae errechnet. Damit wird ebenfalls die Form der Incisura trochlearis beschrieben. Je kleiner β wird, umso elliptischer ist die Incisur geformt. Der Medianwert für β beträgt $115,90^\circ$ (links) bzw. $115,93^\circ$ (rechts).

Abb. 38: Der Öffnungswinkel β = Winkel zwischen der Spitze des Proc. anconaeus und des Proc. coronoideus lateralis und dem tiefsten Punkt der Incisura trochlearis ulnae



In Abb. 39 ist die Differenz zwischen den Messwerten des linken und rechten Ellbogengelenkes graphisch dargestellt.

Abb. 39: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte des Öffnungswinkels β links- und rechtsseitig



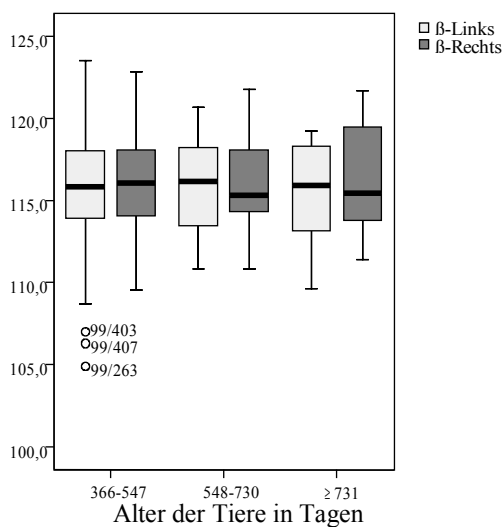
Die Differenzen für den Winkel β verteilen sich in einer Spanne von 20,30. Der Medianwert beträgt $-0,4667$, der 25%-Punkt liegt bei $-2,49$ und der 75%-Punkt bei $2,26$. In Tab. 15 sind die Medianwerte des Öffnungswinkels β des linken und rechten Ellbogengelenkes unter Berücksichtigung des Alters zusammengefasst.

Tab. 15: Medianwerte des Winkel β und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	Winkel β links	Winkel β rechts
366-547 (n=180)	115,85	116,02
548-730 (n=24)	116,17	115,33
≥ 731 (n=12)	115,92	115,45

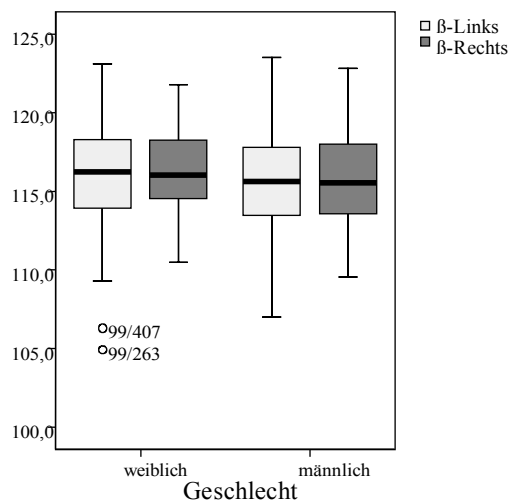
Wie der Tabelle zu entnehmen ist, liegen die Medianwerte für den Winkel β in allen Altersgruppen auf vergleichbarem Niveau. Sie verteilen sich zwischen $115,33^\circ$ und $116,16^\circ$. In Abb. 40 sind die Messergebnisse des Winkels β und das Alter der Tiere bei Erstellung der Röntgenaufnahmen berücksichtigend graphisch dargestellt.

Abb. 40: Der Winkel β und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme



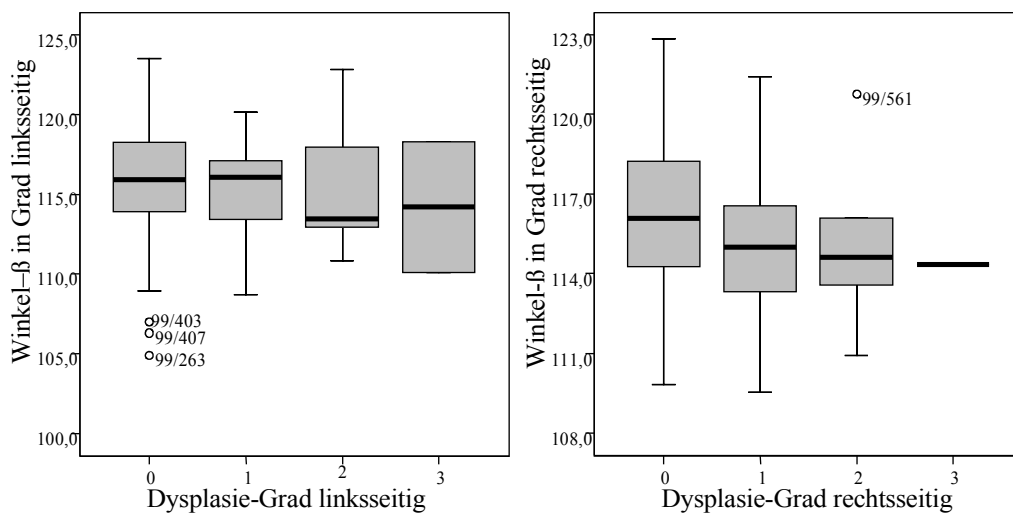
Wie aus der Abbildung zu ersehen ist, beeinflusst das Alter die Größe des Winkels β nicht. In Abb. 41 sind die Messwerte des Öffnungswinkels β dem Geschlecht der Tiere entsprechend dargestellt.

Abb. 41: Winkel β und das Geschlecht der Tiere



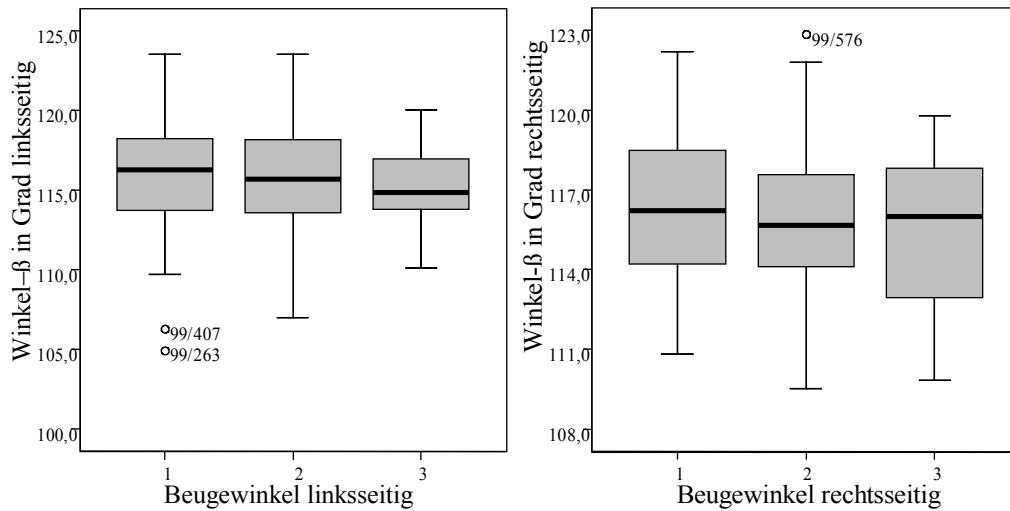
Das Geschlecht der Tiere hat keine Relevanz für den Winkel β . Die Messwerte bei männlichen und weiblichen Tieren sind vergleichbar. In Abb. 42 ist der Bezug der verschiedenen ED-Grade mit dem Winkel β in Boxplots dargestellt.

Abb. 42: Winkel β links- und rechtsseitig und der ED-Grad



Wie die Medianwerte erkennen lassen, weisen veränderte Gelenke (ED-Grad 1-3) einen kleineren Winkel β auf, d.h. bei ihnen ist die Incisura trochlearis ausgeprägter elliptisch geformt. Jedoch überschneiden sich die Messwerte deutlich innerhalb der verschiedenen ED-Grade. Der Einfluss des ED-Grades auf den Winkel β ist nicht signifikant ($p > 0,05$). In Abb. 43 ist die Verteilung der Messwerte des Winkels β unter Berücksichtigung des Beugewinkels dargestellt.

Abb. 43: Der Winkel β links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1= \approx 0-30,00°; 2= \approx 30,01-60,00°; 3= \approx >60,00°)



Ein Zusammenhang zwischen dem Beugewinkel des Gelenkes und den Messwerten des Winkels β kann, wie der Graphik zu entnehmen ist, nicht festgestellt werden. Die Messwerte für den Winkel β sind vergleichbar auch bei unterschiedlicher Gelenkbeugung.

4.7.1.6 Die Stufe S1

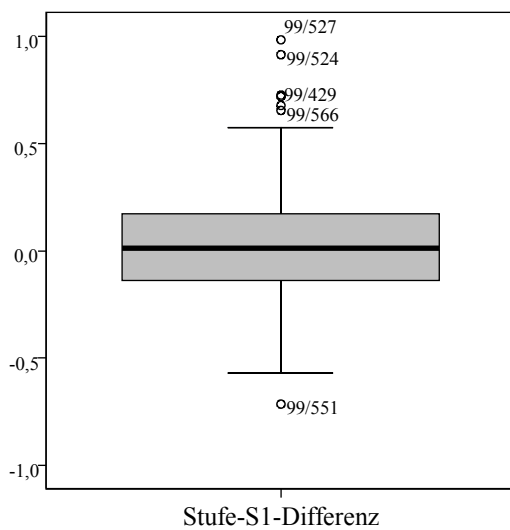
Die Stufe S1 (Abb. 44) ergibt sich aus dem Abstand des Radiusplateau (RP) zur Spitze des Proc. coronoideus lateralis (PC) und wird in mm angegeben. Sie wird durch Parallelverschiebung einer Geraden bestimmt. Die Medianwerte für die Stufe S1 liegen bei 0,79 mm (links) und 0,73 mm (rechts). Der Maximalwert beträgt links 2,16 mm und rechts 1,81 mm.

Abb. 44: Die Stufe S1: Markierung des Radiusplateaus (RP) mit 2 Punkten und Verschiebung der daraus gebildeten Gerade nach dorsal durch den Proc. coronoideus lateralis (PC)



Die Differenz zwischen den Messwerten der Stufe S1 des linken und rechten Ellbogengelenkes ist in Abb. 45 dargestellt.

Abb. 45: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte der Stufe S1 links- und rechtsseitig



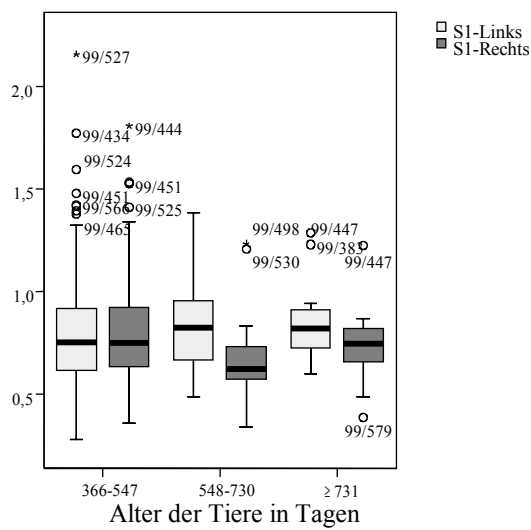
Die Werte verteilen sich nah um den Nullpunkt in einer Spannweite von 1,7. Das heißt, die Messwerte des linken und rechten Ellbogengelenkes unterscheiden sich nur gering. Der Medianwert der Differenzen liegt bei 0,01, der 25%-Wert beträgt -0,14 und der 75%-Wert 0,17. Die Medianwerte der Stufe S1 unter Berücksichtigung des Alters der Tiere bei Anfertigung der Röntgenaufnahmen sind in Tab. 16 zusammengefasst.

Tab. 16: Medianwerte der Stufe S1 und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	S1 links in mm	S1 rechts in mm
366-547 (n=180)	0,76	0,75
548-730 (n=24)	0,82	0,62
≥ 731 (n=12)	0,82	0,75

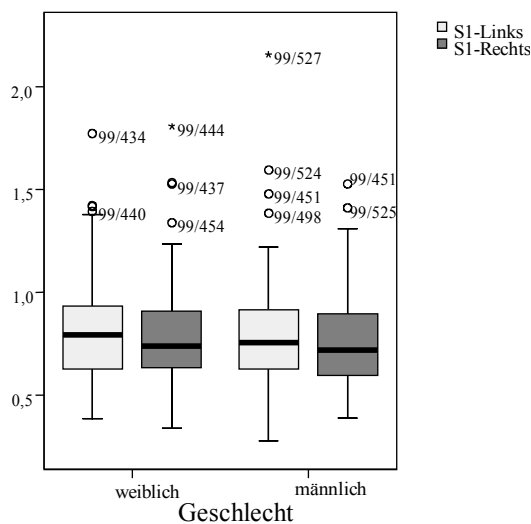
Wie der Tabelle zu entnehmen ist, beeinflusst das Alter die Medianwerte nicht. Die Medianwerte liegen zwischen 0,62 mm und 0,82 mm. In Abb. 46 sind die Messergebnisse für die Stufe S1 für das rechte und linke Ellbogengelenk entsprechend dem Alter der Tiere graphisch dargestellt.

Abb. 46: Die Stufe S1 und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme



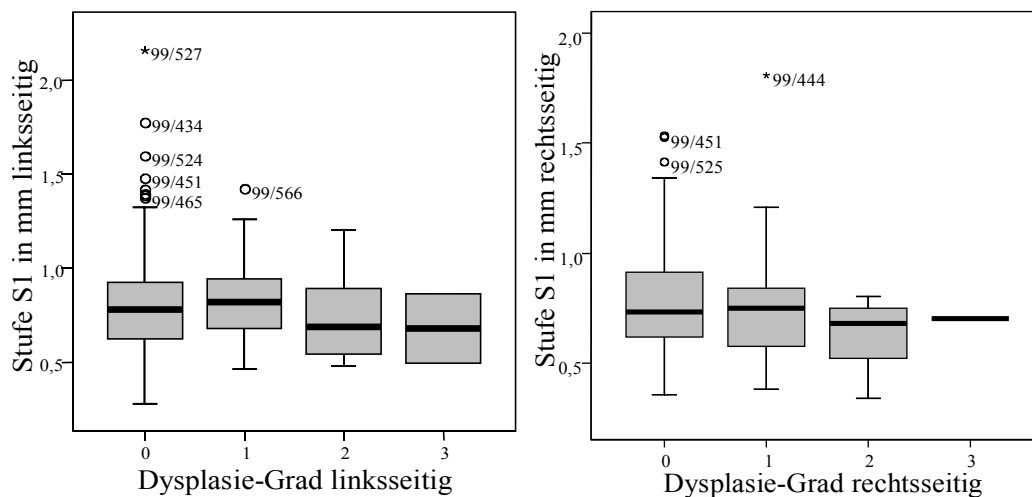
Wie aus der Graphik zu ersehen ist, beeinflusst das Alter die Messergebnisse im Hinblick auf die Stufe S1 nicht. In Abb. 47 sind die Messergebnisse für die Stufe S1 entsprechend dem Geschlecht der Tiere graphisch dargestellt.

Abb. 47: Stufe S1 und das Geschlecht der Tiere



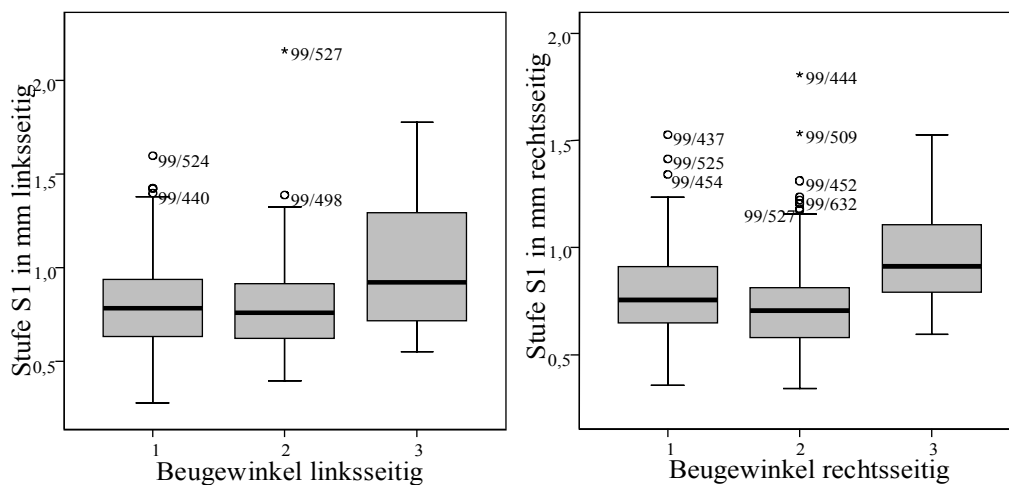
Die Graphik zeigt, dass das Geschlecht der Tiere keinen Einfluss auf die Messwerte der Stufe S1 hat. Es ist zudem eine deutliche Überlagerung der Messbereiche festzustellen. In Abb. 48 ist der Zusammenhang zwischen dem ED-Grad und den Messwerten der Stufe S1 graphisch dargestellt.

Abb. 48 : Die Stufe S1 links- und rechtsseitig und der ED-Grad



Anhand der Boxplots lässt sich keine eindeutige Tendenz auf den Zusammenhang des ED-Grades mit der Ausprägung der Stufe S1 feststellen. Die Messwerte liegen zwischen den ED-Graden in sich überlappenden Bereichen. In Abb. 49 ist die Verteilung der Messwerte der Stufe S1 bei den verschiedenen Beugewinkeln dargestellt.

Abb. 49: Die Stufe S1 links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1= 0-30,00°; 2= 30,01-60,00°; 3= >60,00°)



Die Medianwerte der Stufe S1 bei gering gebeugten Ellbogengelenken sind größer als bei stark gebeugten Gelenke. Der Einfluss des Beugewinkels auf die Stufe S1 ist jedoch nur rechtsseitig signifikant ($p < 0,05$). Je mehr die Gelenke in einer gestreckten Position geröntgt werden, desto größer sind die Stufen, die zwischen Radius und Ulna gemessen werden.

4.7.1.7 Die Stufe S2

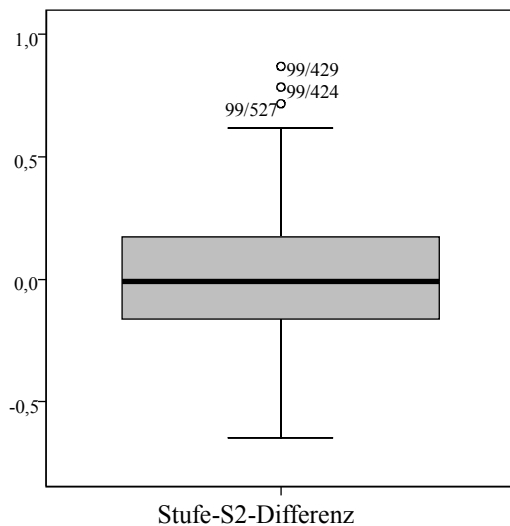
Damit wird ebenso der Niveauunterschied zwischen Radiusplateau und der Spitze des Proc. coronoideus lateralis charakterisiert. Die Stufe S2 (Abb. 50) wird durch Verschiebung einer Kreisform bestimmt und in mm angegeben. Der Medianwert der Stufe S2 beträgt links 0,52 mm und rechts 0,49 mm. Der Maximalwert beträgt links 1,66 mm und rechts 1,40 mm.

Abb. 50: Die Stufe S2: Markierung des Radiusplateaus mit Einzelpunkten und Verschiebung des daraus gebildeten Kreises zur Spitze des Proc. coronoideus lateralis (PC)



In Abb. 51 ist die Verteilung der Differenz der Messwerte der Stufe S2 zwischen rechtem und linkem Ellbogengelenk abgebildet.

Abb. 51: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte der Stufe S2 links- und rechtsseitig



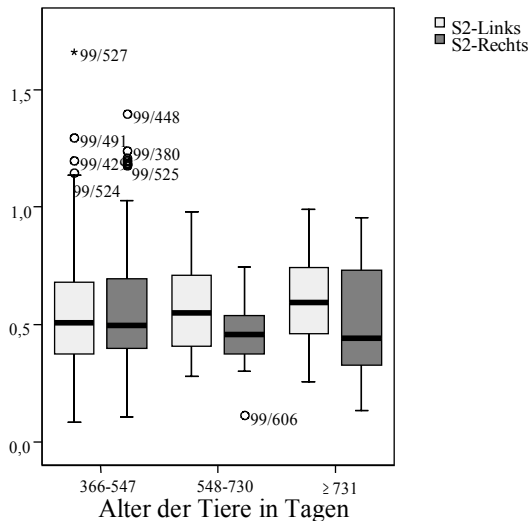
Die Differenzen verteilen sich im Bereich um den Nullpunkt in einer Spanne von 1,52. Daraus ist zu entnehmen, dass die Messwerte beider Seiten nur gering voneinander abweichen. Der Medianwert beträgt 0,0083, der 25%-Wert beträgt -0,16 und der 75%-Wert 0,17. In Tab. 17 sind die Medianwerte der Stufe S2 je nach Alter der Tiere gruppenweise zusammengefasst.

Tab. 17: Medianwerte der Stufe S2 und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	S2 links in mm	S2 rechts in mm
366-547 (n=180)	0,51	0,50
548-730 (n=24)	0,55	0,46
≥ 731 (n=12)	0,59	0,44

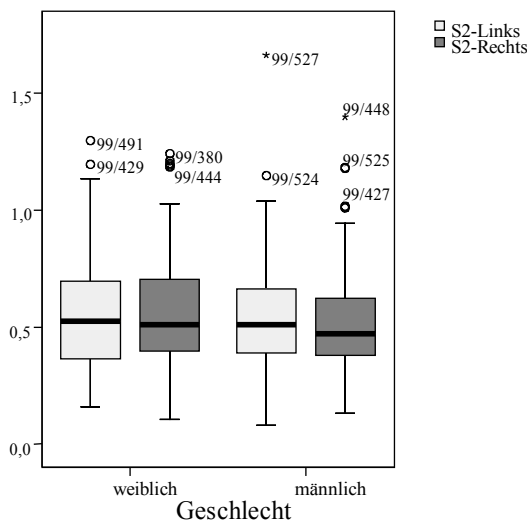
Wie der Tabelle zu entnehmen ist, steigen die Medianwerte linksseitig mit zunehmendem Alter an, dagegen sinken sie tendenziell rechtsseitig. Die Medianwerte liegen zwischen 0,44 mm und 0,59 mm. In Abb. 52 sind die Messwerte für die Stufe S2 des linken und rechten Ellbogengelenkes je nach Alter der Tiere graphisch dargestellt.

Abb. 52: Die Stufe S2 und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme



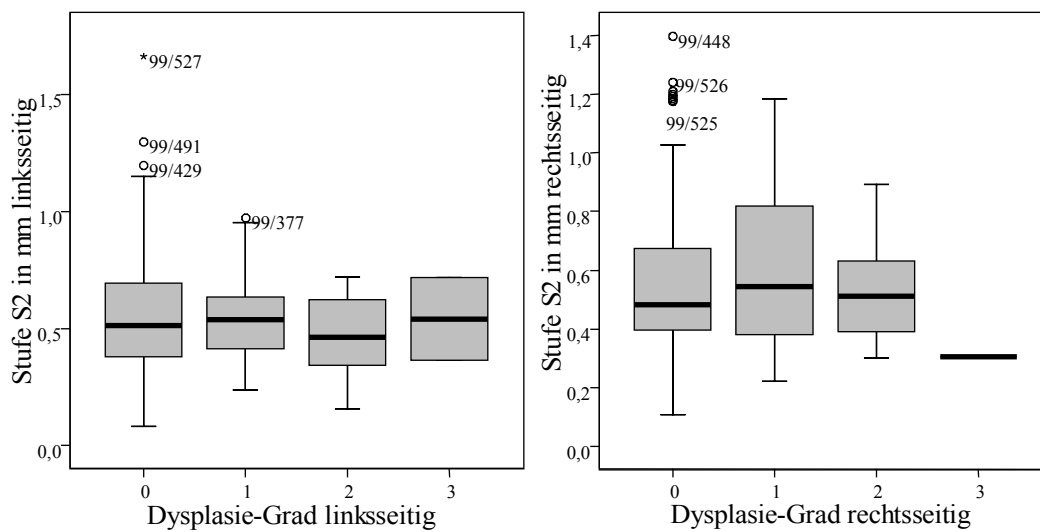
Die Graphik bestätigt die schon zuvor beschriebene Tendenz. Es besteht eine deutliche Überlappung der Messwerte in allen Altersgruppen. In Abb. 53 sind die Messwerte der Stufe S2 im Hinblick auf das Geschlecht der Hunde dargestellt.

Abb. 53: Die Stufe S2 und das Geschlecht der Tiere



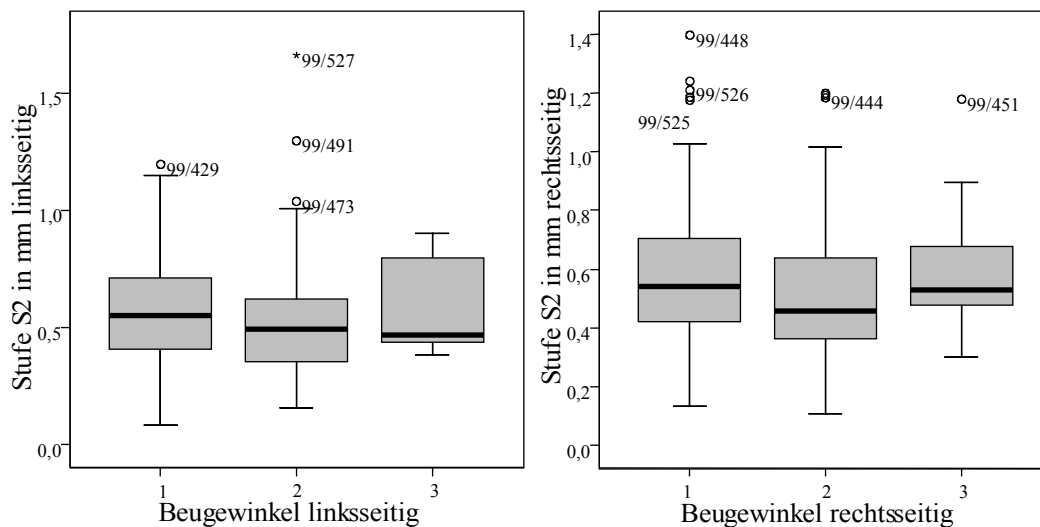
Die Medianwerte der Stufe S2 liegen bei den Hündinnen geringfügig über denen der Rüden. Die Messbereiche überlagern sich jedoch deutlich. Der Einfluss des Geschlechts auf die Messwerte der Stufe S2 ist nicht signifikant ($p > 0,05$). Die Messwerte der Stufe S2 unter Berücksichtigung des jeweiligen ED-Grades (0-3) sind in Abb. 54 aufgeführt.

Abb. 54: Stufe S2 links- und rechtsseitig und der ED-Grad



Wie aus den Graphiken zu ersehen ist, werden die Messwerte der Stufe S2 nicht vom ED-Grad beeinflusst. In Abb. 55 ist die Verteilung der Messwerte der Stufe S2 im Hinblick auf den Beugewinkel in Boxplots veranschaulicht.

Abb. 55: Die Stufe S2 links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1 = $\leq 30,00^\circ$; 2 = $\leq 30,01-60,00^\circ$; 3 = $> 60,00^\circ$)



Ein Zusammenhang zwischen dem Beugewinkel des Gelenkes und den Messwerten der Stufe S2 kann nicht festgestellt werden.

4.8 Statistische Analyse der Messergebnisse der Methode nach MUES (2001)

Im Anhang in Tab. 30 sind die Messergebnisse tabellarisch detailliert aufgelistet. Es sind zu jedem Messparameter Maximalwert, Minimalwert, Mittelwert, Median, sowie der 25%- und 75%-Punkt angegeben. In Tab. 31 sind die Messergebnisse für jeden Parameter je nach Altersgruppen der Tiere angegeben und in Tab. 32 je nach ED-Grad.

4.8.1 Ergebnisse der einzelnen Messparameter

Im Folgenden werden die Ergebnisse für jeden einzelnen Parameter besprochen. Es ist der Zusammenhang zwischen den Messergebnissen des rechten und linken Ellbogengelenkes aufgedeckt. Dazu ist die Differenz zwischen beiden Messwerten für jedes Tier errechnet und die Verteilung dieser Differenzen in einem Boxplot dargestellt worden. Zu den Differenzen werden die Spannweite zwischen kleinstem und größtem Wert aufgeführt, der Median sowie der 25%- und der 75%-Punkt. Liegen 50% der Differenzen in einem Bereich von -1 - $+1$, so gilt der Unterschied zwischen linker und rechter Gliedmaße des jeweiligen Parameters als gering. Verteilen sie sich darüber hinaus, gilt die Abweichung als größer. Es wird der Einfluss des Alters zum Zeitpunkt der Anfertigung der Röntgenaufnahmen untersucht. Dazu sind die Medianwerte der Messergebnisse tabellarisch angegeben und deren Verteilung in Boxplots graphisch dargestellt. Der Zusammenhang des Arthrosegrades mit den Messergebnissen für jedes Gelenk wird graphisch in Boxplots veranschaulicht. Die Verteilung der Messergebnisse bei männlichen und weiblichen Tieren ist graphisch in Boxplots aufgeführt, ebenso der Einfluss der Gelenkbeugung auf die Messergebnisse. Ergeben sich aus den Boxplots Hinweise, dass der untersuchte Parameter einen Einfluss auf die Messergebnisse hat, ist ergänzend ein Signifikanztest (Kruskal-Wallis-Test) durchgeführt worden. Die Signifikanzgrenze wurde bei $p=0,05$ festgelegt.

4.8.1.1 Der Radius des Condylus humeri

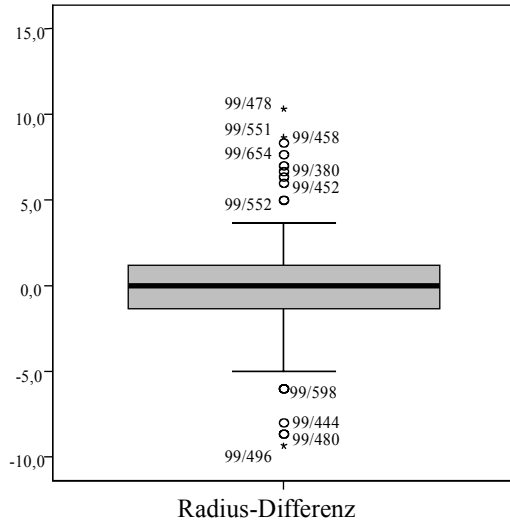
Der Radius des Condylus humeri (Abb. 56) ist bei dieser Methode in Pixel angegeben. Die Messung des Radius erfolgt, indem zunächst ein kranialer und ein kaudaler Punkt am Condylus humeri markiert wird. Zwischen diesen beiden Punkten bestimmt das Messprogramm den Mittelpunkt, und davon ausgehend wird ein Lot auf die Strecke zwischen beiden Punkten gefällt. Nun wird der Schnittpunkt des Lotes mit der Kontur des Condylus markiert. Aus diesen drei Punkten ergibt sich ein Kreis dessen Radius berechnet wird. Der Medianwert des Radius beträgt 30,33 (links) bzw. 30,83 (rechts).

Abb. 56: Der Radius des Condylus humeri



Es ist die Differenz zwischen dem Radius des linken und rechten Ellbogengelenkes errechnet worden. Die Verteilung der Differenzen ist in Abb. 57 dargestellt.

Abb. 57: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte des Radius des Condylus humeri links- und rechtsseitig



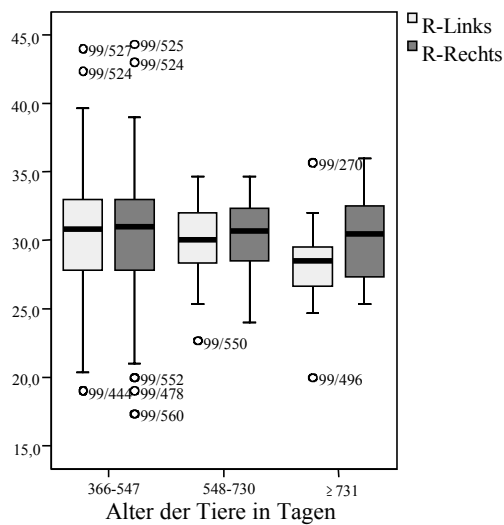
Wie der Graphik zu entnehmen ist, verteilen sich Differenzen in einer relativ großen Spannweite. Sie beträgt 19,67. Der Median der Differenz beträgt 0,00, der 25%-Punkt liegt bei -1,33 und der 75%-Punkt bei 1,25. In Tab. 18 sind die Medianwerte des Radius je nach Alter der Tiere aufgelistet.

Tab. 18: Medianwerte des Radius und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	Radius links in Pixel	Radius rechts in Pixel
366-547 (n=180)	30,83	31,00
548-730 (n=24)	30,00	30,67
≥ 731 (n=12)	28,50	30,50

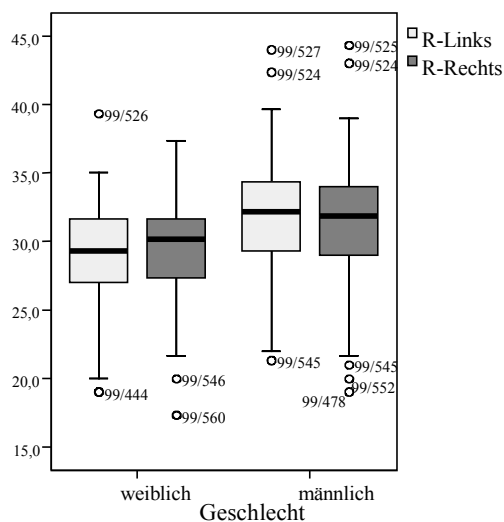
Ersichtlich wird, dass die Medianwerte mit zunehmendem Alter geringfügig kleiner werden. Jedoch liegen die Medianwerte im Vergleich der Altersgruppen in vergleichbaren Bereichen zwischen 28,50 und 31,00. Dieser Zusammenhang wird auch in Abb. 58 graphisch wiedergegeben

Abb. 58: Der Radius und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme



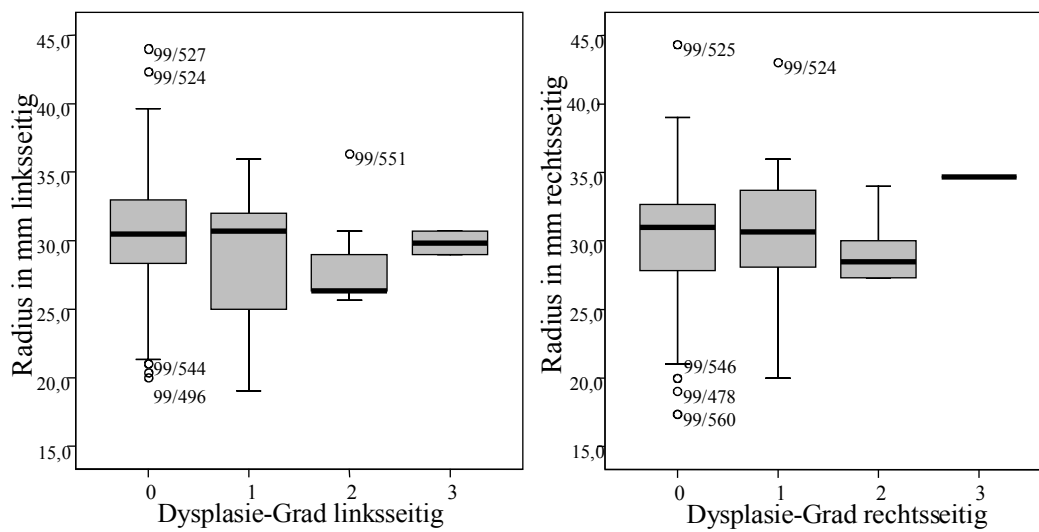
In Abb. 59 sind die Messwerte des Radius im Hinblick auf das Geschlecht der Tiere veranschaulicht.

Abb. 59: Der Radius des Condylus humeri und das Geschlecht der Tiere



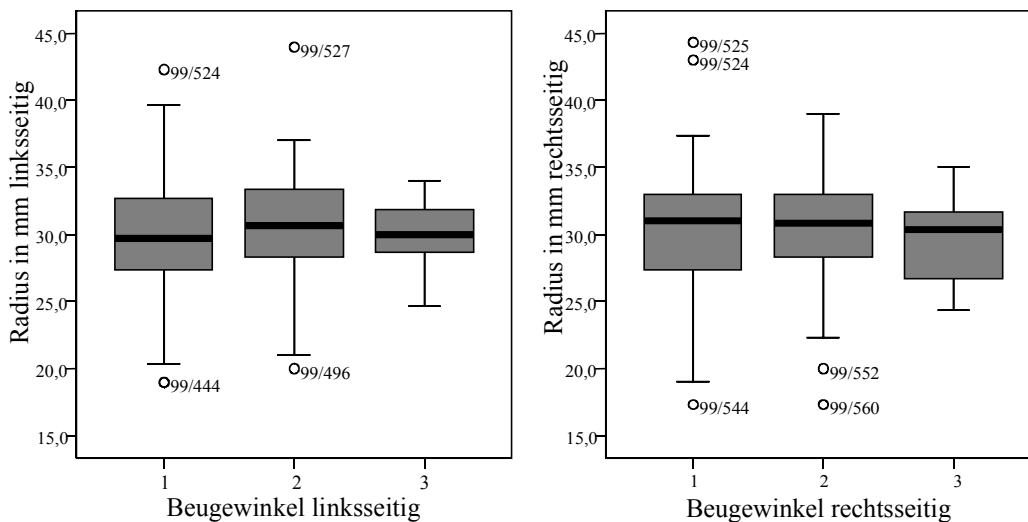
Wie der Graphik zu entnehmen ist, sind die Radien der Condylus humeri bei Rüden deutlich größer als bei Hündinnen. Der Einfluss der Geschlechtszugehörigkeit auf die Größe des Radius ist deutlich signifikant ($p < 0,05$). In Abb. 60 sind die Messergebnisse für den Radius entsprechend den ED-Graden graphisch abgebildet.

Abb. 60: Der Radius des Condylus humeri links- und rechtsseitig und der ED-Grad



Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Radius des Condylus humeri und dem ED-Grad kann nicht festgestellt werden. In Abb. 61 sind die Messergebnisse für den Radius des Condylus humeri in Bezug zum Beugewinkel graphisch dargestellt.

Abb. 61: Der Radius des Condylus humeri links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1=↯ 0-30,00°; 2=↯ 30,01-60,00°; 3=↯ >60,00°)



Aus dieser Graphik wird kein Zusammenhang zwischen den Messwerten des Radius und dem Grad der Gelenkbeugung ersichtlich.

4.8.1.2 Der Winkel OL

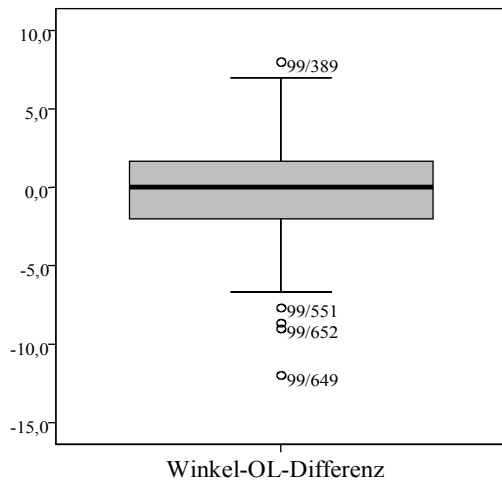
Der Winkel OL (Abb. 62) wird von der Achsenparallelen des Radius und einer Geraden, die durch den Mittelpunkt des Condylus humeri bzw. des Ellbogengelenkes und dem kranialsten Punkt des Olekranons verläuft, gebildet. Die Medianwerte für den Winkel OL betragen 27,00° (links) bzw. 27,66° (rechts).

Abb. 62: Der Winkel OL



In Abb. 63 ist die Differenz der Messwerte des Winkels OL des linken und rechten Ellbogengelenkes abgebildet.

Abb. 63: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte des Winkels OL links- und rechtsseitig



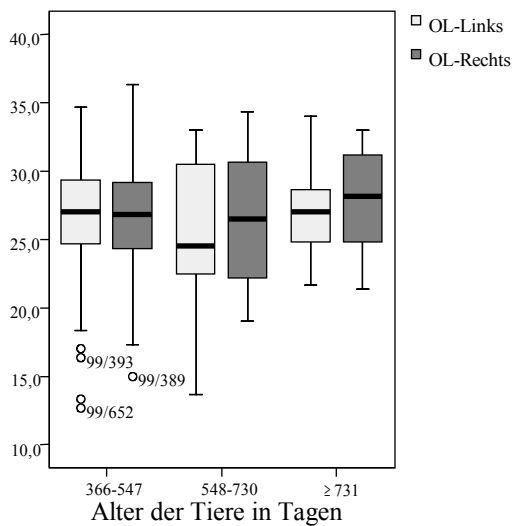
Die Graphik zeigt, dass sich die Messwerte in einer großen Spannweite von 20,00 verteilen. Der Medianwert beträgt 0,00, der 25%-Punkt liegt bei -2,00 und der 75%-Punkt bei 1,67. Die Medianwerte des Winkels OL sind in Tab. 19 je nach Alter der Tiere in Gruppen zusammengefasst.

Tab. 19: Medianwerte des Winkels OL und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	Winkel OL in Grad links	Winkel OL in Grad rechts
366-547 (n=180)	27,00	26,83
548-730 (n=24)	24,50	26,50
≥ 731 (n=12)	27,00	28,16

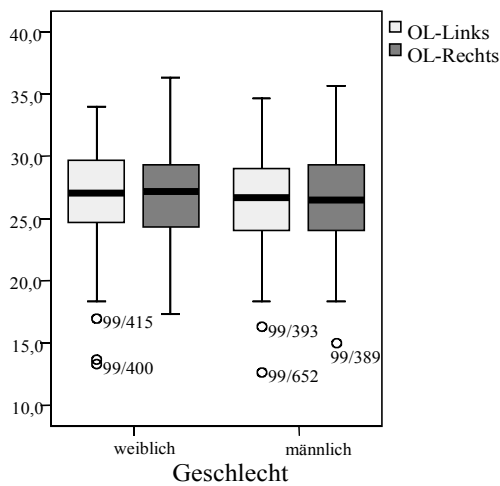
Die Tabelle zeigt, dass kein Einfluss des Alters auf die Medianwerte des Winkels OL festzustellen ist. Die Medianwerte liegen zwischen 24,50° und 28,16°. In Abb. 64 ist die Verteilung des Messwerte des Winkels OL unter Berücksichtigung des Alters der Tiere bei Anfertigung der Röntgenaufnahmen graphisch dargestellt.

Abb. 64: Der Winkel OL und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme



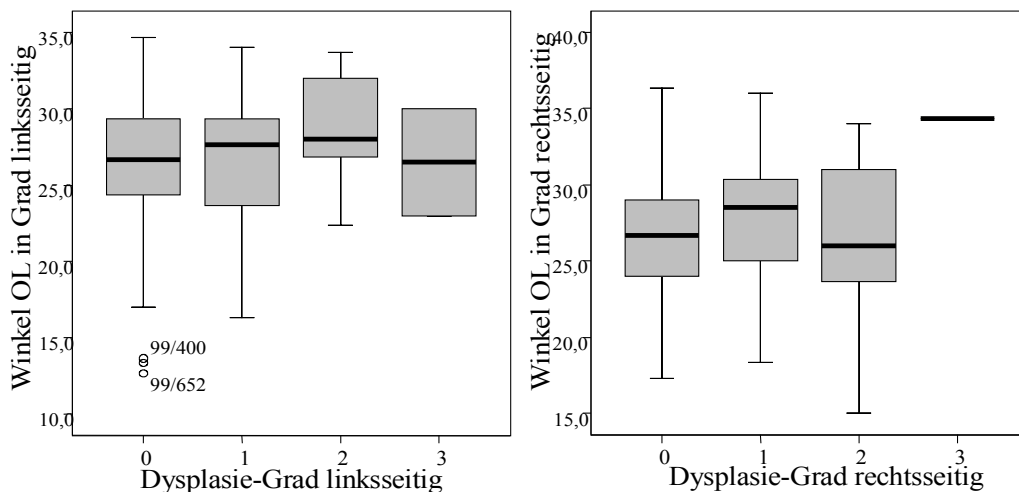
Die Graphik lässt keinen Zusammenhang zwischen dem Alter der Hunde zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme und dem Winkel OL erkennen. Die Messwerte liegen im Vergleich der drei Altersgruppen in ähnlichen Bereichen. In Abb. 65 sind die Messergebnisse des Winkels OL im Hinblick auf das Geschlecht der Tiere abgebildet.

Abb. 65: Der Winkel OL und das Geschlecht der Tiere



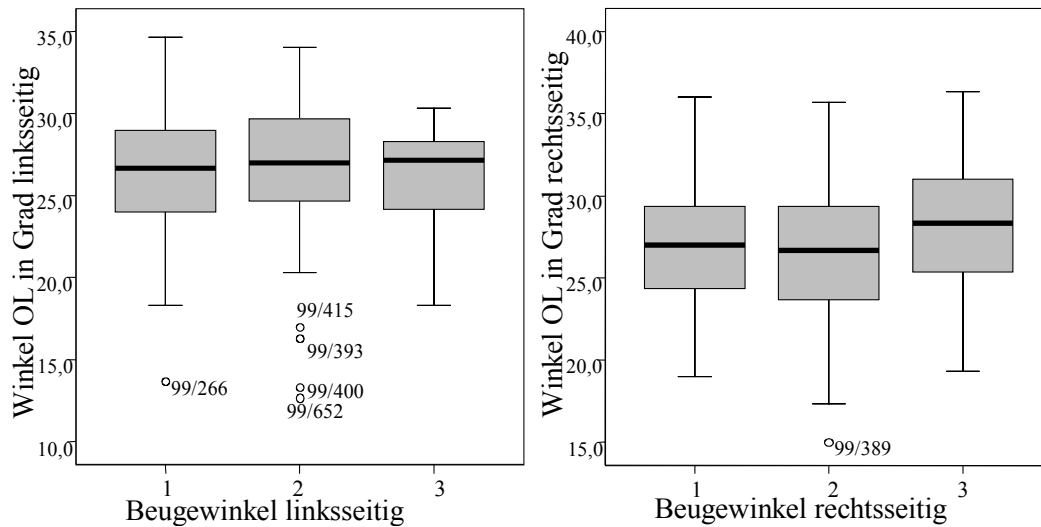
Wie der Abbildung zu entnehmen ist, liegen die Messwerte für den Winkel OL sowohl für männliche als auch für weibliche Tiere in vergleichbaren Bereichen. Die Medianwerte der Hündinnen sind geringfügig größer als die der Rüden. In Abb. 66 sind die Messwerte des Winkels OL rechts- und linksseitig unter Berücksichtigung des ED-Grades abgebildet.

Abb. 66: Der Winkel OL links- und rechtsseitig und der ED-Grad



Anhand der Graphik lässt sich kein Zusammenhang zwischen dem Winkel OL und dem ED-Grad feststellen. Die Bereiche, in denen die Messergebnisse in den verschiedenen ED-Gruppen verteilt sind, überschneiden sich deutlich. In Abb. 67 sind die Messergebnisse für den Winkel OL in Relation zum Beugewinkel des jeweiligen Gelenkes graphisch dargestellt.

Abb. 67: Der Winkel OL links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1= \approx 0-30,00°; 2= \approx 30,01-60,00°; 3= \approx >60,00°)



Die Beugung des Gelenkes beeinflusst die Messwerte des Winkels OL nicht. Die Werte liegen in den drei Bereichen des Beugewinkels auf vergleichbarem Niveau.

4.8.1.3 Der Winkel PA

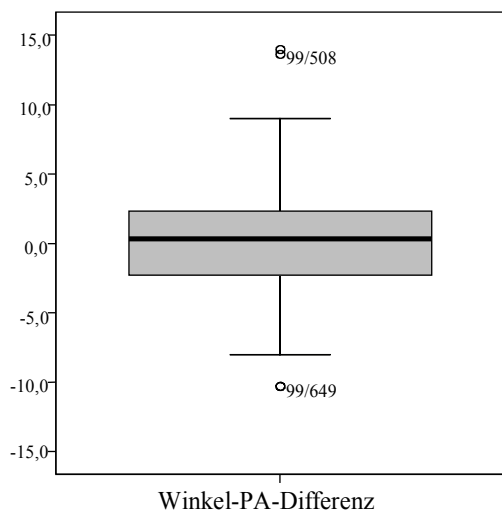
Der Winkel PA (Abb. 68) wird vom Mittelpunkt des Ellbogengelenkes ausgehend zwischen dem kranialsten Punkt des Proc. anconaeus und dem des Tuber olecrani gemessen. Der Medianwert des Winkels PA beträgt 27,33° (links) bzw. 27,66 (rechts).

Abb. 68: Der Winkel PA



Die Differenzen der Messwerte des Winkels PA links- und rechtsseitig sind in Abb. 69 dargestellt.

Abb. 69: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte des Winkels PA links- und rechtsseitig



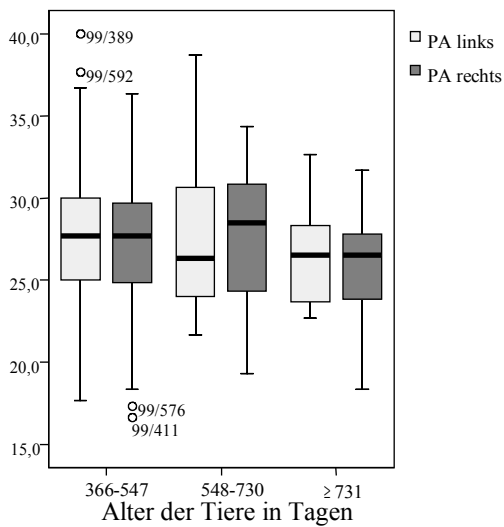
Die Differenzen verteilen sich in einer relativ großen Spannweite von 24,33. Der Medianwert beträgt 0,33, der 25%-Punkt liegt bei $-2,33$ und der 75%-Punkt bei $2,33$. Die Verteilung der Mediane der Messergebnisse des Winkels PA innerhalb der verschiedenen Altersgruppen ist in Tab. 20 dargestellt.

Tab. 20: Medianwerte des Winkels PA und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	Winkel PA in Grad links	Winkel PA in Grad rechts
366-547 (n=180)	27,67	27,67
548-730 (n=24)	26,33	28,50
≥ 731 (n=12)	26,50	26,50

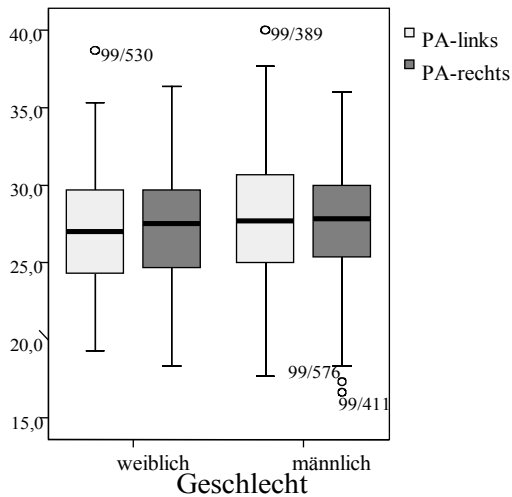
Die Tabelle lässt keinen Einfluss des Alters auf die Mediane des Winkels PA erkennen. Die Medianwerte liegen zwischen $26,50^\circ$ und $28,50^\circ$. In Abb. 70 ist die Verteilung der Messergebnisse für den Winkel PA links- und rechtsseitig unter Berücksichtigung des Alters der Hunde bei Anfertigung der Röntgenaufnahmen graphisch veranschaulicht.

Abb. 70: Der Winkel PA und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme



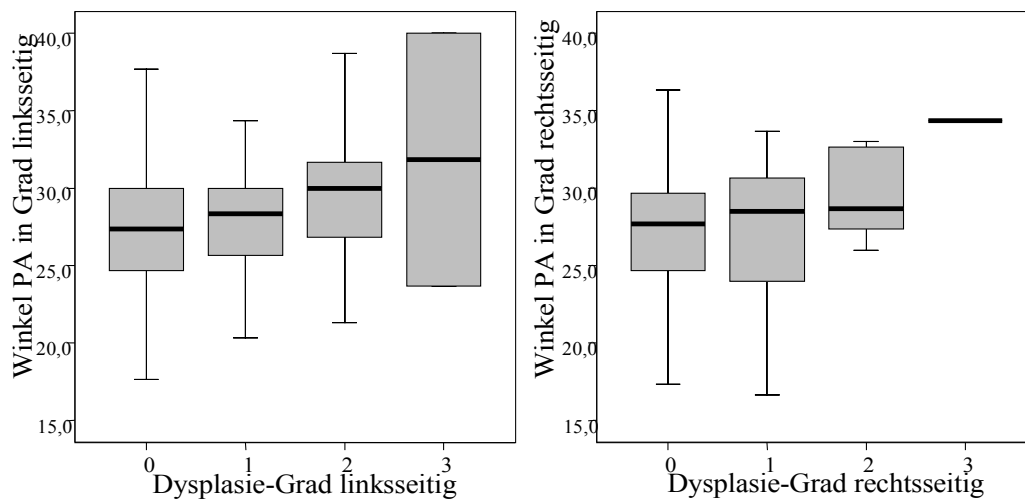
Die Graphik zeigt, dass zwischen dem Alter der Tiere und der Größe des Winkels PA kein Zusammenhang besteht. Die Messwerte liegen in allen Altersgruppen in vergleichbaren Bereichen. In Abb. 71 sind die Messergebnisse für den Winkel PA unter Berücksichtigung des Geschlechts der Hunde aufgeführt.

Abb. 71: Der Winkel PA und das Geschlecht der Tiere



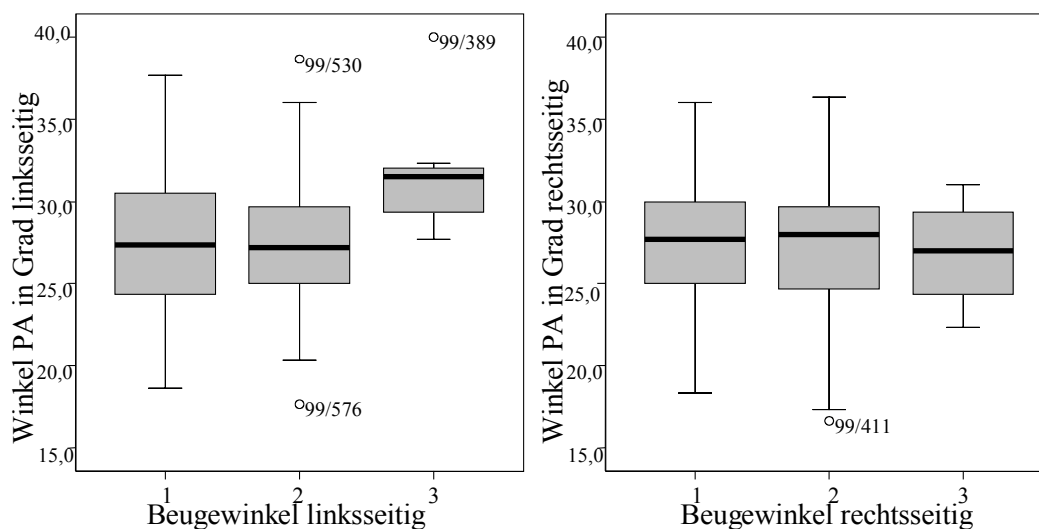
Ein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Tiere und der Größe des Winkels PA ist nicht zu erkennen. Die Bereiche der Messwerte überschneiden sich deutlich. In Abb. 72 ist der Zusammenhang zwischen Winkel PA und dem ED-Grad dargestellt.

Abb. 72: Der Winkel PA links- und rechtsseitig und der ED-Grad



Wie in der Graphik zu erkennen ist, steigen die Mediane mit zunehmendem ED-Grad an und die Verteilung der Messergebnisse zwischen den verschiedenen ED-Graden überschneidet sich deutlich. Es lässt sich kein signifikanter Einfluss des ED-Grades auf die Messwerte des Winkels PA feststellen ($p > 0,05$). In Abb. 73 ist der Einfluss des Beugewinkels auf die Größe des Winkels PA dargestellt.

Abb. 73: Der Winkel PA links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1 = \times 0-30,00°; 2 = \times 30,01-60,00°; 3 = \times >60,00°)



Die Messwerte für den Winkel PA verteilen sich in ähnlichen Bereichen. Es ist kein eindeutiger Zusammenhang des Winkels PA mit dem Beugewinkel des linken oder rechten Ellbogengelenkes festzustellen.

4.8.1.4 Der Winkel UL

Der Winkel UL (Abb. 74) ist der Winkel, der vom Mittelpunkt des Ellbogengelenkes ausgehend zwischen dem kranialsten Punkt des Olekranons und dem Gelenkspalt zwischen Radius und Ulna gemessen wird.

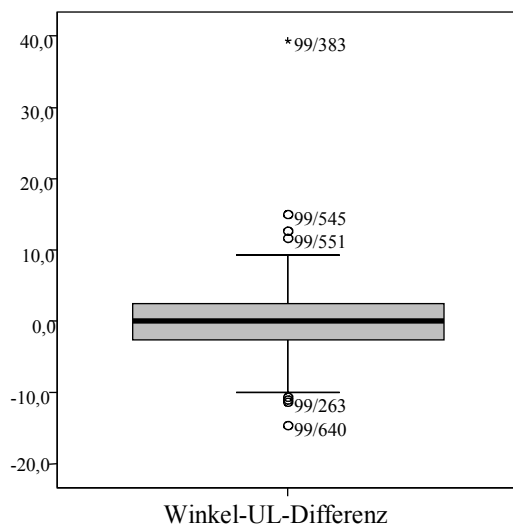
Der Medianwert des Winkels UL beträgt $113,00^\circ$ (links) bzw. $113,33^\circ$ (rechts).

Abb. 74: Der Winkel UL



Der Zusammenhang zwischen dem Winkel UL des linken und rechten Ellbogengelenkes ist in Abb. 75 dargestellt.

Abb. 75: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte des Winkels UL links- und rechtsseitig



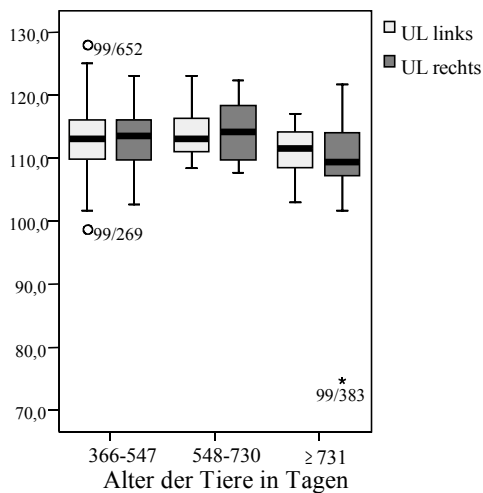
Wie der Graphik zu entnehmen ist, verteilen sich die Differenzen in einer großen Spannweite von 54,00. Der Medianwert beträgt 0,00, der 25%-Punkt liegt bei $-1,33$ und der 75%-Punkt bei $1,25$. Es besteht für einige Messwerte ein großer Unterschied zwischen den Messwerten der linken und rechten Gliedmaße. In Tab. 21 sind die Medianwerte des Winkels UL im Hinblick auf das Alter der Tiere aufgelistet.

Tab. 21: Medianwerte des Winkels UL und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	Winkel UL in Grad links	Winkel UL in Grad rechts
366-547 (n=180)	113,00	113,50
548-730 (n=24)	113,00	114,17
≥ 731 (n=12)	111,50	109,33

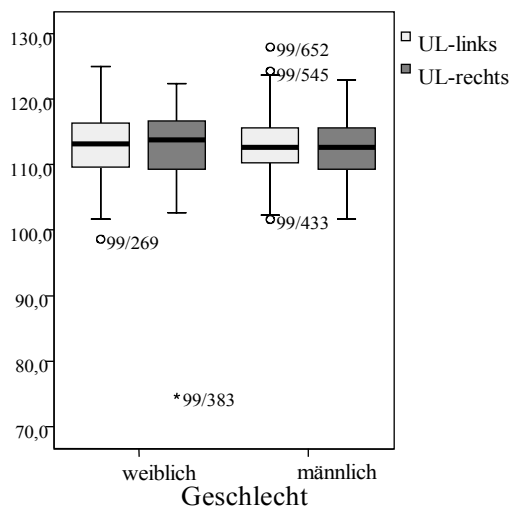
Die Tabelle lässt keinen Einfluss des Alters der Tiere auf die Größe der Medianwerte für den Winkel UL erkennen. Die Mediane liegen zwischen 109,33° und 114,17°. Die Verteilung der Messwerte für den Winkel UL unter Berücksichtigung des Alters der Tiere bei Anfertigung der Röntgenaufnahme ist in Abb. 76 dargestellt.

Abb. 76: Der Winkel UL und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme



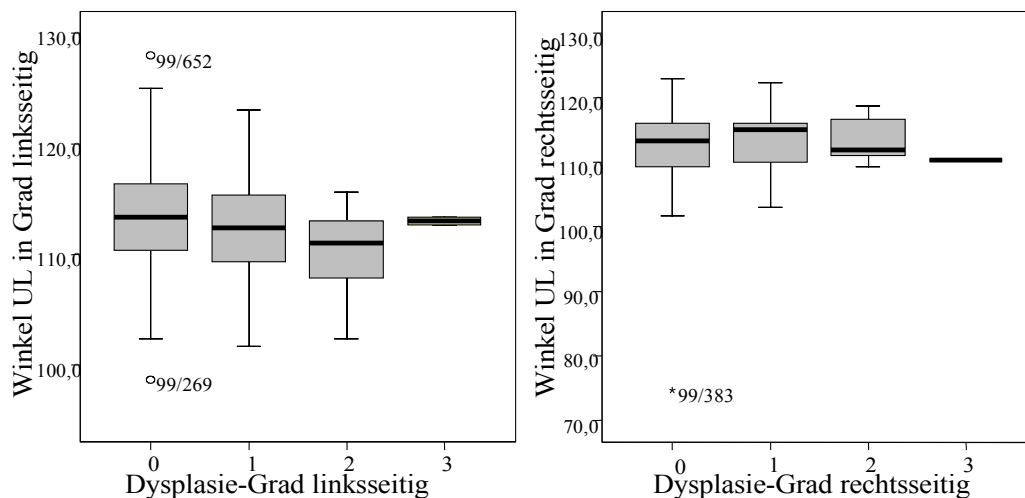
Diese Graphik lässt erkennen, dass das Alter der Tiere die Größe des Winkels UL nicht beeinflusst. Die Messergebnisse liegen in allen Altersgruppen in vergleichbaren Bereichen. In Abb. 77 sind die Messwerte des Winkels UL im Hinblick auf das Geschlecht der Hunde abgebildet.

Abb. 77: Der Winkel UL und das Geschlecht der Tiere



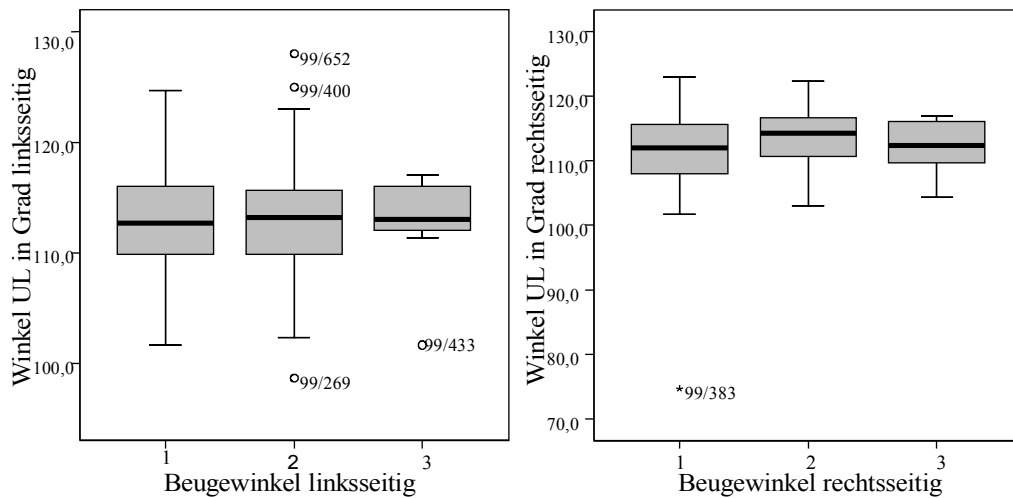
Wie der Graphik zu entnehmen ist, lässt sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Tiere und dem Ausmaß des Winkels UL feststellen. Die Bereiche, in denen die Messergebnisse liegen, überlagern sich. Die Medianwerte der Hündinnen liegen geringfügig über denen der Rüden. In Abb. 78 sind die Messwerte für den Winkel UL hinsichtlich der ED-Grade (0-3) graphisch dargestellt.

Abb. 78: Der Winkel UL links- und rechtsseitig und der ED-Grad



Die Medianwerte für den Winkel UL sinken linksseitig von ED-Grad 0-2 tendenziell. Dieser Einfluss ist nicht signifikant ($p < 0,05$). In der Gruppe ED-Grad 3 ($n=2$) liegen sie dann wieder auf höherem Niveau. Rechtsseitig lässt sich dagegen kein Zusammenhang feststellen. Die Bereiche der Messergebnisse in den verschiedenen ED-Gruppen überschneiden sich deutlich. Der Zusammenhang des Winkels UL mit dem Beugewinkel ist in Abb. 79 dargestellt.

Abb. 79: Der Winkel UL links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1 = $\approx 0-30,00^\circ$; 2 = $\approx 30,01-60,00^\circ$; 3 = $\approx >60,00^\circ$)



Aus den Graphiken lässt sich kein Zusammenhang zwischen dem Grad der Gelenkbeugung und der Größe des Winkels UL erkennen. Die Messwerte liegen in allen Beugewinkel-Gruppen in vergleichbaren Bereichen.

4.8.1.5 Der Winkel RA

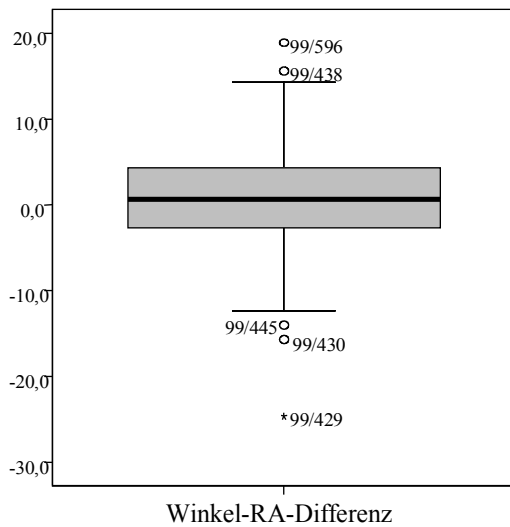
Der Winkel RA (Abb. 80) kennzeichnet den Bereich, der ausgehend vom Mittelpunkt des Gelenkes zwischen der Markierung des kranialsten und kaudalsten Punktes des Radiuskopfes gemessen wird. Der Medianwert des Winkels RA beträgt $76,33^\circ$ (links) bzw. $78,00^\circ$ (rechts).

Abb. 80: Der Winkel RA



Die Differenz der Messwerte des Winkels RA des linken und rechten Ellbogengelenkes ist in Abb. 81 dargestellt.

Abb. 81: Zusammenhang (Differenz) der Messwerte des Winkels RA links- und rechtsseitig



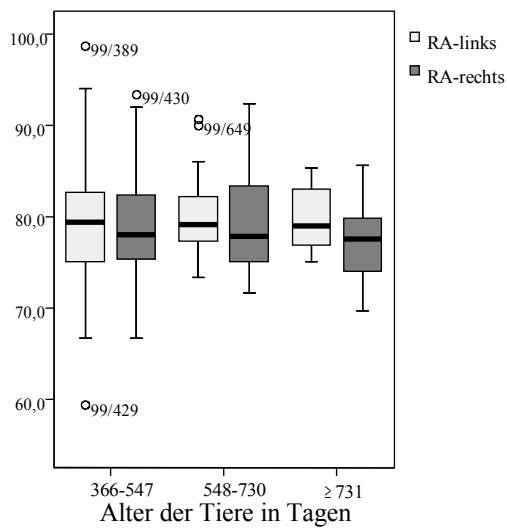
Wie aus der Graphik zu ersehen ist, verteilen sich die Differenzen aus den Messergebnissen des linken und rechten Ellbogengelenkes in einer großen Spannweite von 43,67. Der Medianwert beträgt 0,67, der 25%-Punkt liegt bei -2,67 und der 75%-Punkt bei 4,33. In Tab. 22 sind die Medianwerte für den Winkel RA hinsichtlich des Alters der Tiere aufgelistet.

Tab. 22: Medianwerte des Winkels RA und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme

Alter in Tagen	Winkel RA in Grad links	Winkel RA in Grad rechts
366-547 (n=180)	79,33	78,00
548-730 (n=24)	79,17	77,83
≥ 731 (n=12)	79,00	77,50

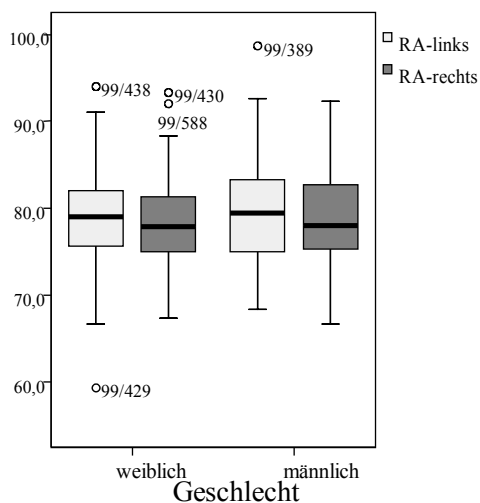
Wie der Tabelle zu entnehmen ist, werden die Medianwerte für den Winkel RA mit zunehmendem Alter kleiner. Sie betragen zwischen 77,50° und 79,33°. In Abb. 82 sind die Messwerte des Winkels RA unter Berücksichtigung des Alters der Tiere bei Anfertigung der Röntgenaufnahme graphisch aufgeführt.

Abb. 82: Der Winkel RA und das Alter der Tiere in Tagen bei Erstellung der Röntgenaufnahme



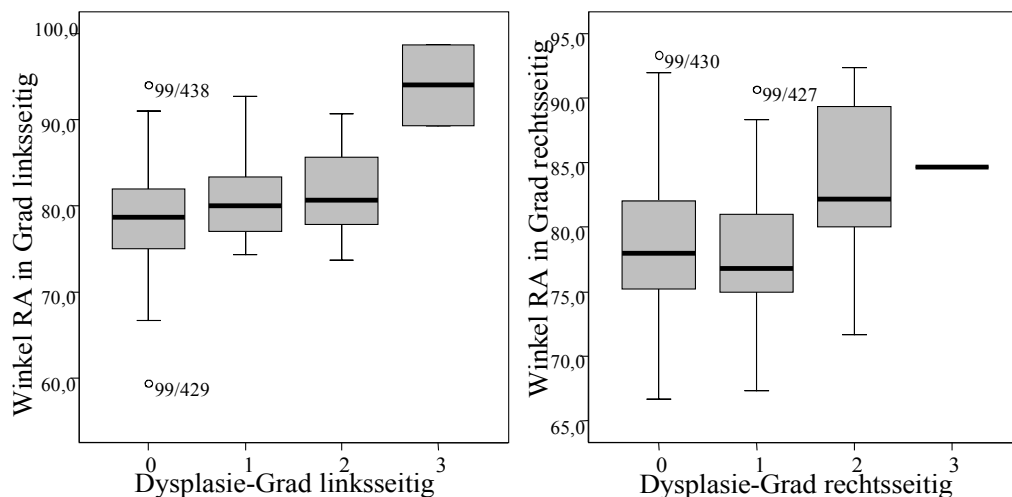
Wie der Darstellung zu entnehmen ist, lässt sich kein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Messwerten des Winkels RA und dem Röntgenalter feststellen. Die Bereiche der Messwerte des Winkels RA überschneiden sich in allen Altersgruppen deutlich. In Abb. 83 sind die Messwerte für den Winkel RA im Hinblick auf das Geschlecht der Hunde dargestellt.

Abb. 83: Der Winkel RA und das Geschlecht der Tiere



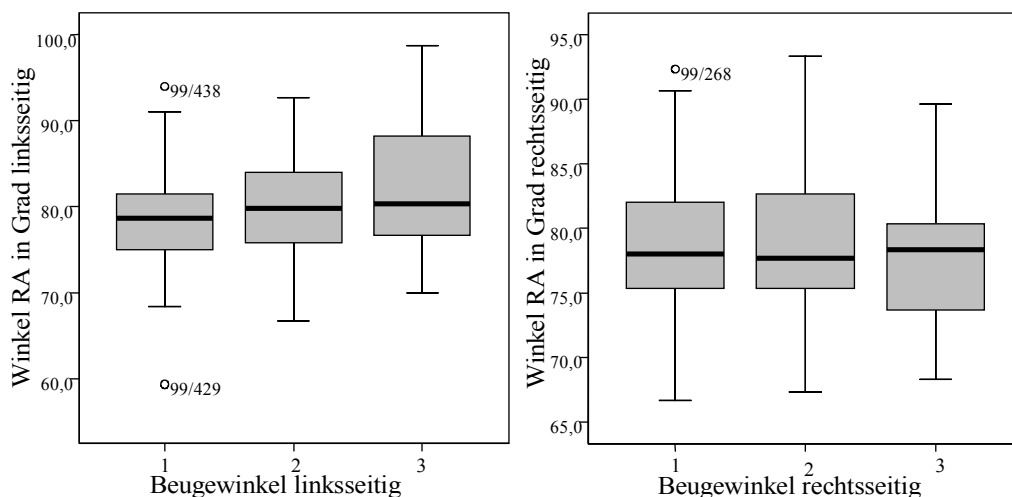
Die Graphik lässt keinen Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der Tiere und der Größe des Winkels RA erkennen. In Abb. 84 sind die Messwerte für den Winkel RA entsprechend dem ED-Grad (0–3) dargestellt.

Abb. 84: Der Winkel RA links- und rechtsseitig und der ED-Grad



Es zeigt sich, dass mit zunehmendem ED-Grad, die Medianwerte für den Winkel RA tendenziell steigen. Dieser Einfluss ist nur linksseitig signifikant ($p < 0,05$). In Abb. 85 sind die Messwerte für den Winkel RA in Abhängigkeit vom jeweiligen Beugewinkel abgebildet.

Abb. 85: Der Winkel RA links- und rechtsseitig bei verschiedenen Beugewinkeln (Einteilung der Beugewinkel in Bereiche: 1 = \times 0-30,00°; 2 = \times 30,01-60,00°; 3 = \times >60,00°)



Die Boxplots zeigen, dass die Gelenkbeugung die Größe des Winkels RA nicht beeinflusst. Beiderseits liegen die Messwerte des Winkels RA in vergleichbaren Bereichen.

4.9 Untersuchung der Messgenauigkeit

Jedes Gelenk ist mit beiden Methoden 3fach vermessen worden. Aus diesen drei Messwerten ist die Varianz und der Mittelwert gebildet worden, worüber dann der Variationskoeffizient und der Messfehler für jeden Parameter errechnet werden konnte. Die Ergebnisse für den Variationskoeffizienten und den Messfehler für die Messmethode nach *VIEHMANN (1998)* sind in Tab. 23 und nach *MUES (2001)* in Tab. 24 aufgeführt.

Tab. 23: Messfehler und Variationskoeffizient der Variablen nach *VIEHMANN (1998)*

Variable	Mittelwert	Variationskoeffizient	Messfehler
Radius-Links	8,62	2%	0,19
Radius-Rechts	8,66	2%	0,19
Quotient Q-Links	1,26	3%	0,04
Quotient Q-Rechts	1,26	3%	0,03
Quotient Ae-Links	0,31	6%	0,02
Quotient Ae-Rechts	0,31	6%	0,02
Fläche X-Links	22,45	9%	2,12
Fläche X-Rechts	22,37	9%	2,12
Winkel β -Links	115,82	2%	2,56
Winkel β -Rechts	116,05	2%	2,83
Stufe S1-Links	0,81	30%	0,25
Stufe S1-Rechts	0,78	29%	0,23
Stufe S2-Links	0,55	44%	0,24
Stufe S2-Rechts	0,55	41%	0,23

Wie zu sehen ist, ist der Variationskoeffizient in der Messmethode nach *VIEHMANN (1998)* für die Stufe S1 und S2 am größten. Die geringste Streuung weist der Radius des Condylus humeri und der Winkel β auf. Der Messfehler ist für die Variable Quotient Ae am kleinsten und für den Winkel β am größten.

Tab. 24: Messfehler und Variationskoeffizient der Variablen nach MUES (2001)

Variable	Mittelwert	Variationskoeffizient	Messfehler
Radius-Links	30,22	3%	0,90
Radius-Rechts	30,33	3%	0,98
OL-Links	26,62	7%	1,92
OL-Rechts	26,83	8%	2,14
PA-Links	27,56	11%	2,96
PA-Rechts	27,35	12%	3,21
UL-Links	113,01	3%	3,33
UL-Rechts	112,83	4%	5,04
RA-Links	79,13	5%	4,18
RA-Rechts	78,67	4%	3,54

Die größte Streuung besteht für den Winkel PA und die kleinste für den Radius. Der Messfehler ist für den Winkel UL am größten und für den Radius am kleinsten.

Von einem Gelenk ist eine 30fache Wiederholungsmessung angefertigt worden. Diese Messungen erfolgten zeitlich unabhängig voneinander. Für die einzelnen Variablen ist der Variationskoeffizient errechnet worden (Tab. 25 und Tab. 26).

Tab. 25: Variationskoeffizienten, die aus einer 30fachen Wiederholung der Messmethode nach VIEHMANN(1998) für die Variablen eines Gelenkes errechnet worden sind

Variable	Variationskoeffizient
Radius	1,2%
Fläche X	5,7%
Quotient Q	2,9%
Quotient Ae	4,1%
Winkel β	1,6%
S1	25,0%
S2	29,8%

Anhand der Tabelle ist zu ersehen, dass die Messwerte der Stufe S2 die größte Messungenauigkeit (29,8%) aufweisen, auch die Messwerte der Stufe S1 (25%) und des Quotienten Q (17,1%) zeigen eine große Streuung. Die Messwerte des Radius (1,2%) und des Winkels β (1,6%) weisen die geringste Abweichung auf.

Tab. 26: Variationskoeffizienten, die aus einer 30fachen Wiederholung der Messmethode nach MUES (2001) für die Variablen eines Gelenkes errechnet worden sind

Variable	Variationskoeffizient
Radius R	2%
Winkel OL	5%
Winkel PA	10%
Winkel UL	3%
Winkel RA	4%

Die größte Messungenauigkeit besteht bei Winkel PA (10%) und die geringsten Abweichungen treten bei Radius R (2%) und dem Winkel UL (3%) auf.