

5 Diskussion

Ziel der Studie ist es Röntgenbilder der Ellbogengelenke im mediolateralen Strahlengang nach den Verfahren *MUES (2001)* und *VIEHMANN (1998)* messtechnisch vergleichend zu untersuchen. Es soll geprüft werden, ob mit diesen Messverfahren „ED kranke“ und „ED gesunde“ Gelenke gefunden werden können. Festgestellt werden soll, ob eines der Verfahren dem anderen unter dem Aspekt ED überlegen ist oder ob einzelne Messparameter des einen oder anderen Verfahrens besser dazu geeignet sind als andere. Dazu sind Röntgenaufnahmen beider Ellbogengelenke von 216 Golden Retrievern vermessen worden. Die Altersspanne der Tiere beträgt 366 bis 1533 Tage. 83,3% (n=180) sind 1-1½ Jahre, 11,1% (n=24) 1½-2 Jahre und 5,6% (n=12) über 2 Jahre alt. Alle Hunde sind ausgewachsen. Es gehen 118 (54,6%) Hündinnen und 98 (45,4%) Rüden in die Untersuchung ein. 79,6% (n=172) der Golden Retriever sind mit ED-Grad 0, 15,3 % (n=33) mit ED-Grad 1, 3,7% (n=8) und mit ED-Grad 2 1,4% (n=3) beurteilt worden. Die ED-freien Tiere (ED-Grad 0) sind prozentual am häufigsten vertreten. Ein Zusammenhang des Alters mit dem ED-Grad ist nicht festzustellen. In der Gruppe ED-Grad 0 sind 41,9% (n=72) der Hunde männlich und 58,1% (n=100) weiblich. Dagegen überwiegen in den Gruppen ED-Grad 1 und 2 die Rüden. In der Gruppe ED-Grad 1 sind 60,6% (n=20) der Hunde Rüden und 39,4% (n=13) Hündinnen. In Gruppe ED-Grad 2 sind 62,5% (n=5) Rüden und 37,5% (n=3) Hündinnen. Da in die Gruppe ED-Grad 3 insgesamt nur 3 Tiere eingehen, ist das Überwiegen der weiblichen Tiere 66,7% (n=2) hier schwierig zu beurteilen. Diese Geschlechtsverteilung entspricht den Ergebnissen von *GRONDALEN (1982a)*, *GUTHRIE und PIDDUCK (1990)*, *GRONDALEN und LINGAAS (1991)*, *MÄKI et al. (2000)* und *MUES (2001)* die eine höhere Inzidenz für Rüden beschreiben. Die Röntgendarstellungen der untersuchten Gelenke liegen in unterschiedlichen Winkelungen vor. Zur Auswertung sind die Beugewinkel in drei Gruppen (1-3) eingeteilt worden. Zu Gruppe 1 (0°-30°) gehören 46,3% (n=100) linksseitig bzw. 43,1% (n=93) rechtsseitig, zu Gruppe 2 (30°-60°) 50% (n=108) linksseitig bzw. 50,9% (n=110) rechtsseitig und zu Gruppe 3 (>60°) 3,7% (n=8) linksseitig bzw. 6% (n=13) rechtsseitig. Der überwiegende Teil der Gelenke liegt also in einer Winkelung von 0°-60° vor.

Mit der **Messmethode nach *VIEHMANN (1998)*** sind sieben Parameter bestimmt worden. Das computergestützte Messverfahren der Firma Innovationstechnik in Bremen ermöglicht das Vermessen von Flächen, Winkeln und Strecken am Ellbogengelenk. Nach einer Einarbeitungszeit und bei einer guten Qualität der zu untersuchenden Röntgenbilder sind die Messungen leicht und schnell durchführbar gewesen.

Der **Radius des Condylus humeri** soll als Maß für die Größe des Gelenkes angesehen werden. Die Radien des Condylus humeri des linken und rechten Ellbogengelenkes eines Hundes sind annähernd gleich. Die Medianwerte betragen 8,96 mm (rechts) bzw. 8,58 mm (links). Damit sind sie im Vergleich etwas niedriger als die Medianwerte, die bei *VIEHMANN (1998)* gemessen wurden. Der Medianwert des rechten Kondylus ist größer als der des linken Gelenkes. Hinsichtlich des Einflusses des Alters kann kein deutlicher Unterschied festgestellt werden. Eine Erklärung dafür ist, dass die Tiere ausgewachsen (über 12 Monate alt) sind. Es ist ein signifikanter Einfluss des Geschlechts der Tiere festzustellen. Die Radien der Rüden sind deutlich größer als die der Hündinnen. Die Medianwerte der weiblichen Tiere betragen links 8,33 mm und rechts 8,34 mm, und für die männlichen Tiere links 8,97 mm und rechts 8,99 mm. Im Gegensatz zur Studie von *VIEHMANN (1998)* besteht kein Zusammenhang zwischen Radiusgröße und Arthrosegrad. Dies erklärt sich möglicherweise dadurch, dass in der Studie von *VIEHMANN (1998)* der Großteil der Hunde weniger als ein Jahr alt war und in der vorliegenden Arbeit alle Tiere älter als 12 Monate sind. Die Beugung des Gelenkes hat keinen Einfluss auf die Messwerte des Radius.

Zur Charakterisierung der Form der Incisura trochlearis ulnae sind der Quotient Q, der Quotient Ae und der Öffnungswinkel β gemessen worden. Der **Quotient Q** wird aus der Länge der Ulnaincisur und der Strecke zwischen dem lateralen Proc. coronoideus und dem Proc. anconaeus ermittelt. Die Messergebnisse für das linke und rechte Ellbogengelenk eines Tieres unterscheiden sich kaum. Der Medianwert für Q beträgt links 1,25 und rechts 1,26 und ist damit jeweils kleiner als die bei *VIEHMANN (1998)* ermittelten Werte. Das bereits abgeschlossene Wachstum der untersuchten Tiere kann ein Grund für den fehlenden Unterschied innerhalb der Altersgruppen sein. Ein Einfluss der Geschlechtszugehörigkeit auf die Verteilung der Messwerte ist nicht gegeben. Es kann ein Zusammenhang des ED-Grades mit dem Quotienten Q festgestellt werden. Die Medianwerte des Quotienten Q steigen mit zunehmendem Arthrosegrad an. Das Ansteigen des Quotienten Q gibt eine Verlängerung der Strecke entlang der Incisura trochlearis im Verhältnis zur Strecke zwischen Proc. anconaeus und Proc. coronoideus lateralis wieder. Dies lässt auf eine zunehmende ellipsoide Form der Ulnaincisur mit steigendem ED-Grad schließen. Anhand der Messwerte der rechten Gliedmaße lässt sich kein Einfluss des Beugewinkels feststellen. Bei den Messwerten der linken Gliedmaße fällt auf, dass die Medianwerte für Q bei einer geringen Beugung des Gelenkes über denen bei einem stärker gebeugten Gelenk liegen. Das entspricht den Beobachtungen von *VIEHMANN (1998)*, wonach die Ulnaincisur bei einem stärker abgebeugten Gelenk weniger elliptisch erscheint.

Der **Quotient Ae** ergibt sich aus der Länge der Verbindung zwischen tiefstem Punkt der Ulnaincisur und der Strecke zwischen lateralem Proc. coronoideus und dem Proc. anconaeus und der Länge dieser Strecke selbst. Die Messwerte für den Quotienten Ae unterscheiden sich kaum zwischen linker und rechter Gliedmaße. Der Medianwert beträgt bei beiden Seiten 0,31. Dieser Wert ist nur geringfügig niedriger, als der Medianwert, der von *VIEHMANN (1998)* bestimmt worden ist. Ein Einfluss des Alters und des Geschlechts der Tiere ist nicht zu erkennen. Die Mediane zeigen tendenziell einen Anstieg mit zunehmendem ED-Grad. Mit ansteigendem ED-Grad kann die Form der Ulnaincisur zunehmend ellipsoid werden. Das spiegelt sich in einem Anstieg der Messwerte des Quotienten Ae wieder. Ein Zusammenhang zwischen Gelenkbeugung und der Größe des Quotienten Ae kann auch für diesen Parameter nur linksseitig bemerkt werden. Die Medianwerte des Quotienten Ae steigen an, je weniger das Gelenk gebeugt ist. Diese Beobachtung findet sich auch in der Studie von *VIEHMANN (1998)* wieder. Rechtsseitig besteht diese Tendenz allerdings nicht.

Der **Winkel β** wird von der Spitze des Proc. anconaeus, der Spitze des Proc. coronoideus lateralis und dem tiefsten Punkt der Ulnaincisur beschrieben. Der Medianwert für den Winkel β beträgt $115,90^\circ$ (links) bzw. $115,93^\circ$ (rechts). Diese Werte liegen deutlich über den von *VIEHMANN (1998)* ermittelten Medianwerten für ausgewachsene Berner Sennenhunde. Daraus lässt sich schließen, dass Golden Retriever eine weniger elliptisch geformte Ulnaincisur besitzen als Berner Sennenhunde. Die Messwerte des Winkels β der linken und rechten Gliedmaße weichen bei dem jeweiligen Tier in einer großen Spanne voneinander ab. Ein Einfluss des Alters und der Geschlechtszugehörigkeit ist nicht festzustellen. Mit zunehmendem ED-Grad ist zu erkennen, dass die Medianwerte des Winkels β kleiner werden. Darin spiegelt sich die zunehmend ellipsoide Form der Ulnaincisur wieder, je ausgeprägter die ED des Gelenkes ist. Dieses Ergebnis stimmt mit dem aus der Arbeit von *VIEHMANN (1998)* überein. Ein Einfluss der Gelenkbeugung bei Erstellung der Röntgenaufnahme besteht nicht.

Die **Fläche X** ist der prozentuale Anteil des Condylus humeri, der von der Ulnaincisur umschlossen wird, an der Gesamtfläche des Condylus humeri. Die Medianwerte betragen 22,29 (links) bzw. 22,64 (rechts). Diese Medianwerte sind im Vergleich mit den von *VIEHMANN (1998)* bestimmten Medianwerten niedriger. Zwischen den Messergebnissen der linken und rechten Gliedmaße des einzelnen Hundes besteht eine deutlich größere Streuung. Bei der Untersuchung des Einflusses des Alters ist festzustellen, dass die Medianwerte mit zunehmendem Alter geringer werden. Der Anteil der Fläche des Condylus humeri, die von der Ulna umschlossen ist, wird also kleiner. Es ist demzufolge eine Kranialverlagerung des Condylus humeri zu bemerken, je älter der Hund ist. Ein Unterschied zwischen Hündinnen und Rüden besteht nicht. Ein Zusammenhang mit dem Arthrosegrad ist nicht festzustellen. Der Einfluss der Gelenkbeugung ist nicht eindeutig. Die Messwerte der linken Gliedmaße zeigen einen Anstieg der Mediane, je weniger das Gelenk gebeugt ist, dagegen kann man rechtsseitig keine eindeutige Tendenz feststellen.

Die **Stufe S1** ergibt sich durch Parallelverschiebung einer Geraden. Die Grundlage dafür bildet eine Strecke, die von dem kranialen und kaudalen Punkt des Radiusplateaus gebildet wird. Von dieser ausgehend wird eine Strecke zur Spitze des Proc. coronoideus lateralis verschoben. Es besteht ein geringer Unterschied zwischen den Messwerten der linken und rechten Gliedmaße. Die Medianwerte für die Stufe S1 liegen bei 0,79 mm (links) und 0,73 mm (rechts). Im Vergleich zu den Ergebnissen von *VIEHMANN (1998)* bei Berner Sennenhunden und Rhodesian Ridgebacks sind diese Werte deutlich niedriger. Der Maximalwert der Stufe S1 beträgt links 2,16 mm und rechts 1,81 mm. Diese Werte liegen auch deutlich unter den von *VIEHMANN (1998)* gemessenen Maximalwerten für Berner Sennenhunde (bis 4,24 mm) und gleichen dem Maximalwert der Rhodesian Ridgebacks (bis 2,3 mm). Ein eindeutiger Einfluss des Alters der Tiere und der Geschlechtszugehörigkeit ist nicht festzustellen. Ebenso kann kein eindeutiger Einfluss des Arthrosegrades festgestellt werden. Bei den Gelenken, die in einem Beugewinkel über 60° geröntgt worden sind, liegen die Mediane der Messwerte der Stufe S1 deutlich über denen der stärker gebeugten Gelenke.

Die **Stufe S2** wird durch Verschiebung einer Kreisform bestimmt. Damit wird ebenfalls der Abstand zwischen Radiusplateau und der Spitze des Proc. coronoideus lateralis gemessen. Die Messergebnisse der linken und rechten Gliedmaße weichen kaum voneinander ab. Der Medianwert der Stufe S2 beträgt links 0,52 mm und rechts 0,49 mm. Diese Werte sind nur geringfügig geringer als die von *VIEHMANN (1998)* ermittelten Medianwerte für die Berner Sennenhunde. Der Maximalwert der Stufe S2 beträgt links 1,6 mm und rechts 1,40 mm. Auch

diese Werte sind deutlich niedriger als die von *VIEHMANN (1998)* gemessenen Werte der Rasse Berner Sennenhund (bis 2,96 mm) und gleichen denen der Rhodesian Ridgebacks (bis 1,45 mm). Es lässt sich keine eindeutige Aussage über den Einfluss des Alters oder der Geschlechtszugehörigkeit auf die Messwerte der Stufe S2 treffen. Ebenso besteht kein Zusammenhang zwischen Arthrosegrad und Grad der Gelenkbeugung.

Zusammenfassend betrachtet, lässt sich feststellen, dass zwischen den Messwerten der linken und rechten Gliedmaße des jeweiligen Hundes bei den Parametern Radius des Condylus humeri, Quotient Q, Quotient Ae, Stufe S1 und Stufe S2 geringe Abweichungen bestehen. Die Streuung der Messwerte der Fläche X und des Winkels β ist im Vergleich dazu größer. Ein signifikanter Einfluss des Geschlechts kann auf die Größe des Radius des Condylus humeri bemerkt werden. Der Condylus humeri der Rüden ist deutlich größer als der der Hündinnen. Die übrigen Messparameter bleiben davon unbeeinflusst. Zur Untersuchung des Zusammenhangs der Messergebnisse mit dem Alter der Tiere sind diese in Altersgruppen aufgeteilt worden. Alle Hunde sind ausgewachsen. Hier zeigt sich mit zunehmendem Alter ein Absinken der Medianwerte der Fläche X. Der Anteil des Condylus humeri, der von der Incisura trochlearis umschlossen wird, verringert sich also mit zunehmendem Alter. Mit den übrigen Parametern besteht kein Zusammenhang. Die Ellbogengelenke der Hunde sind mit ED-Grad 0–3 gutachterlich beurteilt worden. Bei der Auswertung des Einflusses des ED-Grades auf die Parameter kann eine Verkleinerung des Winkels β und ein Anstieg der Medianwerte des Quotienten Q und des Quotienten Ae gezeigt werden. Dies spiegelt eine mit ansteigendem ED-Grad zunehmend ellipsoide Form der Ulnaincisur wieder. Um zu untersuchen, inwieweit sich der Grad der Gelenkbeugung auf die Messergebnisse auswirkt, sind drei Beugewinkelgruppen gebildet worden. Hier zeigt sich ein Anstieg der Medianwerte der Stufe S1, je weniger das Gelenk gebeugt ist. Für den Quotienten Q und Ae und die Fläche X zeigt sich nur bei den Ergebnissen der linken Gliedmaße ein Zusammenhang. Die Medianwerte des Quotienten Q und Ae und der Fläche X steigen tendenziell, je weniger das Gelenk gebeugt ist. Da dies jedoch bei der rechten Gliedmaße nicht nachzuvollziehen ist und der Einfluss sich nicht als signifikant erweist, kann dies zufallsbedingt sein.

Zur **Untersuchung der Messgenauigkeit** sind für die einzelnen Parameter der Methode nach *VIEHMANN (1998)* sowohl für das rechte als auch für das linke Ellbogengelenk der Variationskoeffizient und der mittlere Messfehler aus drei Messungen errechnet worden. Vergleicht man die Ergebnisse der linken und rechten Vordergliedmaße kann man feststellen, dass diese kaum voneinander abweichen. Die Ergebnisse für die verschiedenen Parameter unterscheiden sich jedoch deutlich voneinander. Die Variationskoeffizienten liegen zwischen 2% und 44% wobei die Stufen S1 und S2 die höchsten Variationskoeffizienten aufweisen. Das heißt, dass bei diesen Parametern die Streuung zwischen den 3 Messwerten am größten ist. Die größten Messfehler sind für die Fläche X und den Winkel β bestimmt worden. Zur Überprüfung der Genauigkeit der Messmethode ist ein Gelenk 30fach vermessen und aus den Ergebnissen für jeden Parameter der Variationskoeffizient ermittelt worden. Die Ergebnisse liegen zwischen 1,2% und 29,5%, wobei die größten Ungenauigkeiten bei den Stufen S1 und S2 auftreten. Vergleicht man die Ergebnisse für den Winkel β und den Quotienten Q mit den Variationskoeffizienten die *VIEHMANN (1998)* für diese Parameter ermittelt hat, kann man eine deutliche Abweichung feststellen. Die Variationskoeffizienten liegen für diese Parameter nach *VIEHMANN (1998)* unter einem Prozent, in dieser Studie beträgt der Wert für Quotient Q 2,1% und der Wert für Winkel β 1,6%. Ein Vergleich der Variationskoeffizienten der einzelnen Parameter der 3fach und der 30fach Messung ergibt, dass die Variationskoeffizienten der 30fach Messung durchweg kleiner sind als die der 3fach

Messung. Dies lässt sich dadurch erklären, dass in die 3fach Messung die Genauigkeit der Messmethode und die Messergebnisse von 216 Gelenken, also auch der Variationsfaktor Gelenk, eingeht. Dagegen wird mit der 30fach Messung eines Gelenkes nur die Genauigkeit der Messmethode wiedergegeben. Ursachen für Messungenauigkeiten könnten Qualitätsunterschiede der Röntgenbilder, unscharfe Begrenzungen der Gelenkflächen durch arthrotische Veränderungen und die manuelle Markierung der Messpunkte durch den Untersucher sein. Eine weitere Fehlerquelle liegt in der Übertragung per Hand der für jeden Messdurchgang ausgedruckten Werte in den Computer.

Im **Verfahren nach MUES (2001)** sind mit einem Messprogramm, das auf CD-Rom vorlag, der Radius des Condylus humeri und vier Winkel am Ellbogengelenk bestimmt worden, die durch markante Knochenpunkte begrenzt waren. Diese Methode ist nach einer kurzen Einarbeitungszeit leicht durchzuführen. Im Verlauf eines Messdurchgangs wird dem Untersucher anhand von schriftlichen Anweisungen jeder weitere Schritt vorgegeben.

Die Bestimmung des **Radius des Condylus humeri** unterscheidet sich von der Methode nach *VIEHMANN (1998)*. Der Radius wird hier errechnet durch die Festlegung von 2 Punkten, zwischen denen ein Mittelpunkt bestimmt wird. Daraufhin wird zu dieser Strecke das Lot gefällt und man erhält im Schnittpunkt des Lotes mit der Kondyluskontur einen dritten Punkt. Anhand dieser drei Punkte berechnet das Programm eine Kreisform, deren Radius gemessen wird. Die Angabe der Messergebnisse erfolgt in Pixel. Es existieren größere Unterschiede zwischen den Messwerten der linken und rechten Gliedmaße. Die Medianwerte des Radius betragen 30,33 (links) bzw. 30,83 (rechts). Die Medianwerte des Radius des rechten Kondylus sind größer als die des linken. Es kann kein eindeutiger Einfluss des Alters festgestellt werden. Die Radien des Condylus humeri der Rüden sind deutlich größer als die der Hündinnen. Ein Zusammenhang zwischen der Radiusgröße und dem Arthrosegrad bzw. dem Beugewinkel lässt sich nicht feststellen.

Der **Winkel OL** befindet sich zwischen der Achsenparallelen des Radius und einer Gerade, welche die Spitze des Olekranons und den Kondylusmittelpunkt miteinander verbindet. Es bestehen größere Unterschiede zwischen den Messergebnissen des linken und rechten Ellbogengelenkes eines Tieres für den Winkel OL. Die Medianwerte für den Winkel OL betragen 27,00° (links) bzw. 27,66° (rechts). Ein Einfluss des Alters oder des Geschlechts kann nicht festgestellt werden. Ein Zusammenhang von Arthrosegrad eines Gelenkes bzw. der Gelenkbeugung und der Ausprägung des Winkels OL lässt sich nicht finden.

Der **Winkel PA** befindet sich ausgehend von Mittelpunkt des Condylus humeri zwischen dem kranialsten Punkt des Proc. anconaeus und dem des Olekranons. Die Messergebnisse des linken und rechten Ellbogengelenkes weisen eine größere Streuung auf. Der Medianwert des Winkels PA beträgt 27,33° (links) bzw. 27,66° (rechts). Es lässt sich nicht feststellen, dass das Alter bzw. das Geschlecht der Tiere einen Einfluss auf diesen Winkel haben. Mit zunehmender arthrotischer Veränderung des Gelenkes, also mit steigendem ED-Grad ist ein Anstieg der Medianen des Winkels PA zu bemerken. Ein Zusammenhang zwischen der Beugung des Gelenkes und dem Winkel PA kann nicht gefunden werden.

Der **Winkel UL** befindet sich ausgehend vom Mittelpunkt des Condylus humeri zwischen dem kranialsten Punkt des Olekranons und dem Gelenkspalt zwischen Radius und Ulna. Er soll die Incisura trochlearis ulnae beschreiben. Zwischen den Messergebnissen des linken und rechten Ellbogengelenkes bestehen größere Unterschiede. Der Medianwert des Winkels UL beträgt 113,00° (links) bzw. 113,33° (rechts). Es ist kein eindeutiger Zusammenhang

zwischen Alter bzw. Geschlecht der untersuchten Hunde festzustellen. Die Medianwerte des Winkels UL sinken linksseitig von ED-Grad 0-2 tendenziell. Die Gruppe ED-Grad 3 (n=2) weist dagegen wieder ein höheres Niveau auf. Rechtsseitig besteht dieser Zusammenhang nicht. Es ist kein eindeutiger Einfluss der Gelenkbeugung zu verzeichnen.

Der **Winkel RA** wird ausgehend vom Mittelpunkt des Condylus humeri zwischen dem kranialsten und kaudalsten Punkt des Radiuskopfes gemessen. Er kennzeichnet den Anteil des Radius an der Gelenkfläche. Die Messergebnisse für das linke und rechte Ellbogengelenk eines Tieres weichen deutlich auseinander. Der Medianwert des Winkels RA beträgt $76,33^\circ$ (links) bzw. $78,00^\circ$ (rechts). Ein Einfluss des Alters bzw. des Geschlechts der Hunde ist nicht festzustellen. Mit zunehmendem Arthrosegrad kann ein Anstieg der Medianen des Winkels RA verzeichnet werden. Die Gelenkbeugung hat keinen Einfluss auf die Größe des Winkels RA.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Messergebnisse der Winkel im Seitenvergleich des jeweiligen Hundes eine große Streuung aufweisen. Die größte Spanne zwischen Minimal- und Maximalwert zeigen Winkel UL und RA. Der Radius des Condylus humeri erweist sich als deutlich vom Geschlecht des Hundes beeinflusst. Die Radien der Rüden sind deutlich größer als die der Hündinnen. Ein Einfluss des Röntgenalters kann bei keinem der Parameter nachgewiesen werden. Die Winkel PA und RA steigen mit zunehmendem ED-Grad tendenziell an. Die Medianwerte des Winkels UL des linken Ellbogengelenkes werden tendenziell kleiner, je „schlechter“ das Gelenk ist. Dies kann jedoch für rechtsseitig nicht nachvollzogen werden, so dass dieses Ergebnis auch zufallsbedingt sein kann. Der Winkel UL beschreibt die Form der Ulnaincisur und ein Absinken der Größe des Winkels UL mit zunehmendem ED-Grad könnte eine zunehmend ellipsoide Form der Incisura trochlearis ulnae charakterisieren. Zu diesem Ergebnis ist auch *MUES (2001)* gekommen. Zwischen dem Winkel OL und dem ED-Grad kann kein Zusammenhang gefunden werden. Der Beugungsgrad des Ellbogengelenkes zum Zeitpunkt der Röntgenaufnahme beeinflusst keinen der gemessenen Winkel.

Um die **Messgenauigkeit** zu untersuchen, ist der Variationskoeffizient und der mittlere Messfehler anhand der Dreifachmessungen bestimmt worden. Hier treten bei Vergleich der Werte des linken und rechten Ellbogengelenkes nur geringe Unterschiede auf. Die Variationskoeffizienten liegen zwischen 3% und 12%, wobei der Winkel PA den höchsten Variationskoeffizienten aufweist. Das heißt, dass bei diesem Parameter die Streuung zwischen den drei Messwerten am größten ist. Die größten Messfehler sind bei Winkel UL und RA festzustellen. Bei der Untersuchung der Messgenauigkeit anhand einer 30fach Messung schwankt der Variationskoeffizient zwischen 2% und 10%. Die größte Ungenauigkeit tritt ebenfalls bei Winkel PA (10%) auf. Verglichen mit den Variationskoeffizienten der 3fach Messung wird deutlich, dass die der 30fach Messung tendenziell kleiner sind. Anhand der Variationskoeffizienten der 30fach Messung wird ausschließlich die Genauigkeit der Messmethode wiedergegeben. Dagegen spiegelt die 3fach Messung die Genauigkeit der Messmethode an allen 216 Gelenken wieder.

Bei beiden Messverfahren wurde versucht ein computergestütztes Verfahren zu entwickeln, welches die Beurteilung von Ellbogengelenken objektivieren, vereinheitlichen und eine Möglichkeit bieten sollte, Ausformungen und Strukturen des Gelenkes zu vermessen. Anhand der Ergebnisse sollte eine Charakterisierung von ED-belasteten und ED-freien Gelenken möglich sein. Die gemessenen Parameter nach *MUES (2001)* zeigen im Mittel eine bessere Reproduzierbarkeit als die nach *VIEHMANN (1998)*. Die größte Streuung innerhalb der

30fach Messung eines Gelenkes zeigt der Winkel PA nach *MUES (2001)* von 10% und die Stufe S2 nach *VIEHMANN (1998)* von 29,8%. Diese Parameter weisen auch die größten Messungenauigkeiten auf. Mit beiden Messmethoden wird auf unterschiedlichem Wege der Radius des Condylus humeri vermessen. Es zeigt sich, dass nach beiden Messungen die Rüden einen deutlich größeren Condylus humeri als die Hündinnen besitzen. Allerdings kann kein Zusammenhang zwischen der Kondylusgröße und dem ED-Grad gefunden werden. In der Methode nach *VIEHMANN (1998)* wird anhand von drei Parametern die Form der Incisura trochlearis ulnae beschrieben. Das Gelenke mit einem höheren Arthrosegrad eine mehr elliptisch geformte Incisur aufweisen, kann anhand der vorliegenden Ergebnisse bestätigt werden. Die Medianwerte der Parameter Quotient Q und Ae werden tendenziell größer und die des Öffnungswinkels β nehmen ab, je „schlechter“ das Gelenk ist. Eine mehr elliptisch geformte Incisura trochlearis ulnae und/oder eine Stufe zwischen Gelenkfläche des Radius und der Ulna verursachen eine Inkongruenz im Gelenk, die begünstigend für die Entstehung arthrotischer Veränderungen sein kann (*WIND, 1982, WIND, 1986, WIND und PACKARD 1986, REMY et al. 2004*). Der Zusammenhang ellipsoide Form der Incisura trochlearis ulnae und steigender Grad der Ellbogengelenksdysplasie kann anhand der eigenen Ergebnisse bestätigt werden. Diese drei Parameter scheinen demnach geeignet, frühzeitig eine Prädisposition des Gelenkes für eine Ellbogengelenksdysplasie zu erkennen. In der Messmethode nach *MUES (2001)* beschreibt der Winkel UL die Form der Incisura trochlearis ulnae. Jedoch orientiert sich dieser nicht an der proximalen Begrenzung, dem Proc. anconaeus, sondern am kranialen Punkt des Olekranons. Die Medianwerte des Winkels UL für das linke Ellbogengelenk werden kleiner mit zunehmendem ED-Grad. Diese Tendenz bestätigte ebenfalls, dass Tiere mit einem höheren Arthrosegrad eine mehr elliptisch ausgeformte Ulnaincisur aufweisen. Da diese Beobachtung nicht für das rechte Ellbogengelenk gemacht werden kann, könnte dieses Ergebnis auch zufallsbedingt sein. Es bleibt also fraglich, ob die Messung des Winkels UL sich eignet, die Form der Incisura trochlearis ulnae zu beschreiben. Die Fläche X nach *VIEHMANN (1998)* beschreibt die Lage des Condylus humeri innerhalb der Ulnaincisur. Die Medianwerte der Fläche X zeigen mit steigendem Alter der Hunde eine abnehmende Tendenz, d.h. der Condylus humeri wird zunehmend auf dem Radiusplateau nach kranial verlagert. Nach *WIND (1986), WIND und PACKARD (1986)* und *VIEHMANN (1998)* kommt es bei stärker arthrotisch veränderten Gelenken zu einer Kranialverlagerung des Condylus humeri. Das erklärt sich durch die zunehmend elliptische Form der Incisura trochlearis ulnae, die demzufolge den Condylus humeri nach kranial verdrängt. In dieser Studie kann der Zusammenhang Kranialverlagerung mit steigendem ED-Grad nicht beobachtet werden. Die Fläche X scheint also nicht geeignet eine Prädisposition des Gelenkes für eine ED oder eine ED selbst zu erkennen.

Um eine Stufenbildung im Gelenk nachzuweisen, wird auf zwei verschiedenen Wegen die Stufe zwischen Dorsalrand des Radiuskopfes und dem Proc. coronoideus lateralis ulnae, Stufe S1 und Stufe S2 gemessen. Nach *WIND (1982), FOX et al. (1983), WIND (1986), WIND und PACKARD (1986), SCHAWALDER (1990a), MACPHERSON et al. (1992), CARRIG (1993), SCHLEICH (1997), PRESNELL (1998)* und *ROVESTI et al. (1998)* ist die Stufenbildung und die damit entstehende Inkongruenz im Gelenk eine der Hauptursachen für einen fragmentierten Proc. coronoideus medialis. Ein Zusammenhang zwischen der Stufenbildung und dem Grad der arthrotischen Veränderung im Gelenk kann in dieser Studie nicht gefunden werden. Die ermittelten Median- und Maximalwerte für die Stufen S1 und S2 sind durchweg niedriger als die von *VIEHMANN (1998)* für die Rasse Berner Sennenhund gemessenen Werte und ähneln eher denen der Rhodesian Ridgebacks. Die Vermessung der Stufe zwischen

dem Radiusplateau und dem Proc. coronoideus lateralis erweist sich als nicht geeignet, eine Gelenksinkongruenz in Verbindung mit arthrotischen Veränderungen zu beschreiben. Beide Stufenmessungen orientieren sich am Proc. coronoideus lateralis und nicht am medialen Koronoid, das im Vergleich stärker ausgebildet ist. Jedoch ist der Proc. coronoideus medialis in der mediolateralen Projektion nicht überlagerungsfrei darzustellen. Auch sind die Gelenke, die in dieser Studie untersucht worden sind, nicht in einem einheitlichen Beugewinkel geröntgt worden, wodurch ebenfalls die Stufenhöhe beeinflusst sein kann. Die Messwerte der Stufe S1 liegen auf einem höheren Niveau, wenn das Gelenk in einem Winkel über 60° geröntgt wurde. Dass eine Gelenksinkongruenz deutlicher in der mediolateralen-gesteckten Projektion darstellbar ist, fanden bereits *MIYABAYASHI et al. (1995)* und *SCHLEICH (1997)*. Von den übrigen gemessenen Parametern zeigen sich die Quotienten Ae und Q und die Fläche X des linken Ellbogengelenkes vom Grad der Gelenkbeugung beeinflusst. Dieses Ergebnis kann zufallsbedingt sein, da dieser Zusammenhang beim rechten Ellbogengelenk nicht nachzuvollziehen ist. Genauere Aussagen über den Einfluss des Beugewinkels auf die Parameter wären nach Vermessung eines Gelenkes in verschiedenen Beugewinkeln möglich. Die Winkel PA und RA der Messmethode nach *MUES (2001)* zeigen eine ansteigende Tendenz mit zunehmendem Arthrosegrad. Die Messung des Winkels PA orientiert sich an den Knochenpunkten Proc. anconaeus und Tuber olecrani und die des Winkels RA am kaudalsten und kranialsten Punkt des Radiuskopfes. Beide Winkel werden also an Punkten wie dem Proc. anconaeus und dem Kranialrand des Radiuskopfes gemessen, an denen frühzeitig Anzeichen von Sekundärarthrosen in Form von Osteophyten zu finden sind (*TIRGARI, 1974; GRONDALEN, 1979b; BERZON und QUICK; 1980; DENNY, 1980; MASON et al., 1980; GRONDALEN, 1982a; WIND, 1982; BOUDRIEU et al., 1983; OLSSON, 1983; HENRY, 1984; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; VOORHOUT und HAZEWINKEL, 1987; READ et al., 1990; WINHART, 1990; FEHR und MEYER-LINDENBERG, 1992; SCHLEICH, 1997*). Osteophytenformationen sind erste Anzeichen von beginnenden arthrotischen Veränderungen im Rahmen der Ellbogengelenksdysplasie und sie verändern die Konturen der betroffenen Strukturen. Mit dieser Tatsache könnte die Größenzunahme der Winkel PA und RA mit steigendem ED-Grad zusammenhängen. Durch die Bestimmung dieser Winkel lassen sich „gesunde“ von „kranken“ Gelenken differenzieren, ähnlich wie es in bereits zuvor beschriebenen Verfahren nach *GRONDALEN (1979b)*, *GUTHRIE (1989)* und *LANG (1998)* erfolgt. Jedoch ist es fraglich, ob sich diese Winkel eignen, frühzeitig eine Prädisposition des Gelenkes für die Ellbogengelenksdysplasie zu erkennen. Die Messungen der beiden übrigen Winkel lieferten keine repräsentativen Ergebnisse. Mit der Messmethode nach *VIEHMANN (1998)* können drei Parameter, der Quotient Q, der Quotient Ae und der Öffnungswinkel β bestimmt werden, welche die Form der Incisura trochlearis ulnae beschreiben. Diese zeigt anhand der Messergebnisse mit zunehmendem ED-Grad eine mehr ellipsoide Form. Das ist eine Form der Gelenksinkongruenz, deren frühzeitige Erkennung auf eine Prädisposition des Gelenkes für eine Ellbogengelenksdysplasie schließen lässt.