

5. Diskussion

Die Ellbogengelenksdysplasie (ED) beim Hund ist eine der wichtigsten orthopädischen Erkrankungen. Der prozentuale Anteil erkrankter Hunde ist bei großwüchsigen Rassen hoch. Als Folge entsteht eine progressive Ellbogengelenksarthrose, die lebenslang schmerzhaft sein kann und die Lebensqualität reduziert. Dies belastet Hundehalter emotional und finanziell. Weltweit werden enorme Anstrengungen unternommen, die Erkrankung mit Zuchtprogrammen zu reduzieren. So haben sich in der International Elbow Working Group (IEWG) Spezialisten der Veterinärorthopädie, -radiologie und Vererbungslehre zusammengeschlossen, um die ED zu verstehen und die Befallsrate zu reduzieren. Die IEWG erarbeitet Richtlinien, um Zuchthunde über Röntgenaufnahmen und gutachterliche Beurteilung zu screenen.

Problematisch ist, dass vor allem beim Fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae (FPC) primäre Anzeichen der Erkrankung schwer zu erkennen sind. Der röntgenologische Nachweis der primären Läsion gelingt nur bei etwa der Hälfte der Patienten. Auf Röntgenaufnahmen mit mediolateralem Strahlengang bei im Ellbogengelenk gestreckter Gliedmaße kann in diesen Fällen entweder kranial am Proc. coronoideus medialis ulnae eine Aufhellungslinie oder selten ein isoliertes Fragment nachgewiesen werden, während auf Aufnahmen mit kranio-lateral-kaudomedialem Strahlengang in einigen wenigen Fällen schon frühzeitig eine Frakturlinie zu sehen ist (BENNETT, 1981; SCHULMANN et al., 1989). Sekundäre radiologische Veränderungen wie Osteophyten und Sklerose der Incisura trochlearis sind im späteren Verlauf der Erkrankung gute Indikatoren eines FPC. Die direkte Visualisierung einer Inkongruenz zwischen Radius und Ulna oder eines Fragmentes bleibt schwierig (MASON et al. 2002).

Obwohl durch röntgenologische Untersuchungen ein Verdacht geäußert werden kann, wird die definitive Diagnose meist erst arthrotomisch oder arthroskopisch gesichert. Weitere diagnostische Maßnahmen wie Szintigraphie oder lineare Tomographie können zur Lokalisation der Lahmheitsursache (Szintigraphie) oder zur exakten Diagnose beitragen (BERZON u. QUICK, 1980; BRUNNBERG u. WAIBL, 1986; CARPENTER et al., 1993). Die Computertomografie erlaubt es, einen FPC sicherer und früher zu erkennen als dies mit Röntgenaufnahmen gelingt. So ist es nur folgerichtig, das CT zukünftig vorrangig in der ED-Diagnostik einzusetzen (CARPENTER et al., 1993; GENMILL et al., 2005; HOLSWORTH et al., 2005).

Weitere Erkrankungen des ED Komplexes wie der isolierte Processus anconaeus (IPA) und die Osteochondrosis dissecans (OCD) der Trochlea humeri sind dagegen röntgenologisch sicherer beim noch wachsenden Hund zu diagnostizieren.

Zur frühzeitigen Zuchtselektion können Röntgenbilder unter anatomischen Aspekten analysiert werden. Deswegen sollte in der vorliegenden Arbeit die Messmethode nach MUES mit der nach VIEHMANN verglichen werden, inwieweit eine der anderen überlegen ist, die Ellbogengelenksdysplasie mit Hilfe von Röntgenbildern zu erfassen.

MUES bestimmt dazu vier verschiedene Winkel am Ellbogengelenk und leitet daraus die Qualität des Ellbogengelenkes zur Zuchtwertschätzung ab. VIEHMANN vermisst das Ellbogengelenk als eine zweidimensionale geometrische Figur mit 7 verschiedenen Parametern, um die Kongruenz der einzelnen anatomischen Komponenten – Radiuskopf, Ulna, Condylus humeri – zu bestimmen.

Alle Messparameter beider Messmethoden lassen sich auf zuvor digitalisierten Röntgenbildern mit Hilfe von Computerprogrammen bestimmen. Der große Vorteil der computergestützten Auswertung besteht darin, dass die Parameter schneller und exakter als durch die Handvermessung erfasst werden können. Dieses wird bei der Messmethode nach VIEHMANN zudem dadurch erleichtert, dass nur der benötigte Ausschnitt des Ellbogengelenkes in einer vom Computer errechneten Vergrößerung auf dem Bildschirm dargestellt wird. Diese Vergrößerung erlaubt eine exaktere Festlegung der Messpunkte.

Da die Messmethode nach MUES entwickelt wurde, um die Ellbogengelenksqualität zur Zuchtwertschätzung zu bestimmen, während die Methode nach VIEHMANN verschiedene Formen der Kongruenz/Inkongruenz des Ellbogengelenkes beurteilt, ist ein direkter Vergleich der beiden Methoden nicht möglich. Daher wurde zum Vergleich der beiden Messmethoden der zuvor durch einen Gutachter festgelegte ED-Grad gewählt und überprüft, ob dieser mit den Messwerten korreliert. Zudem wurde geprüft, ob es signifikante Unterschiede zwischen den Messwerten in den verschiedenen Beugewinkelgruppen gibt, um zu sehen, ob der Grad der Beugung einen Einfluss auf die Beurteilung des Ellbogengelenkes hat, und ob es gerechtfertigt ist, Ellbogengelenke unterschiedlicher Beugewinkel miteinander zu vergleichen.

Es wurden die Röntgenbilder von 510 Berner Sennenhunden im Verfahren nach MUES und dem nach VIEHMANN analysiert. Zuvor waren diese Bilder im Hinblick auf ED von einem Gutachter ausgewertet worden. Die Ergebnisse dieser Begutachtung lagen vor. Da beim Vorgang des Scannens von Röntgenfilmen ein kleiner Kontrastverlust unvermeidlich ist,

können nur optimal belichtete Aufnahmen für die computergestützte Auswertung verwendet werden (VIEHMANN, 1998). Über- und unterbelichtete sowie verkippte Röntgenaufnahmen erschweren das Nachvollziehen von Gelenkkonturen und damit den Messvorgang.

Aus technischen und qualitativen Gründen wie Lagerung oder Bildbelichtung konnten die Bilder von 205 Berner Sennenhunden nicht für diese Studie verwendet werden. Somit wurden in der hier vorgelegten Studie die Röntgenbilder von 305 Hunden eingescannt und vermessen.

Im Vergleich der rechten und linken Ellbogengelenke in der Studienpopulation besteht bei allen Messparametern kein signifikanter Unterschied ihrer links- und rechtsseitigen Mittelwerte ($p > 0,284$). Zu demselben Ergebnis kam VIEHMANN (1998). In der vorliegenden Studie wird allerdings kein direkter Vergleich des links- und rechtsseitigen Ellbogengelenkes eines Hundes vorgenommen, da die ED-Grade der linken und rechten Seite sich bei einigen Hunden unterscheiden und auf den Vergleich von erkranktem zu gesundem Gelenk eines Hundes verzichtet wurde.

In einigen Veröffentlichungen wurde ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Hunde und dem ED-Grad festgestellt (JANUTTA et al., 2005 u. 2006). Diese Korrelation besteht auch in der vorliegenden Arbeit. Je älter die Hunde bei Erstellung der Röntgenaufnahme sind, umso höher ist tendenziell der vom Gutachter vergebene ED-Grad. Da die arthrotischen Veränderungen im Alter fortschreiten (GRONDALEN u. GRONDALEN, 1981), ist eine entsprechende Korrelation zwischen dem Alter der radiologisch untersuchten Hunde und dem ED-Grad zu erwarten, obwohl dies in der Arbeit von MUES (2001) nicht der Fall ist.

Von den 305 Berner Sennenhunden sind 113 Hunde (37%) männlichen und 192 Hunde (63%) weiblichen Geschlechts. Der durchschnittliche ED-Grad liegt bei den männlichen Tieren höher als bei den weiblichen (0.38 vs. 0.30), was mit der Literatur übereinstimmt und mit dem schnelleren und grösseren Wachstums der Rüden begründet wird (GUTHRIE u. PIDDUCK, 1990; MUES, 2001; JANUTTA et al., 2005). Bei den Rottweilern in der Studie von MUES (2001) liegen die durchschnittlichen ED-Grade bei den Rüden (0.86) und den Hündinnen (0.60) etwas höher als bei den hier beurteilten Berner Sennenhunden. Dies kann an einer durchschnittlich schwereren Erkrankung der Rottweiler an ED liegen, da das durchschnittliche Alter bei Anfertigung der Röntgenaufnahmen bei den Rottweilern ebenfalls 1,5 Jahre betrug.

Der Beugewinkel des Ellbogengelenkes kann die Messwerte beeinflussen (VIEHMANN, 1998; BRUNNBERG et al., 1999; HOLSWORTH et al., 2005; JANUTTA et al., 2005). In der Dissertation von MUES (2001) konnte eine Varianzanalyse zeigen, dass die Messwerte der Winkel nicht von dem Beugewinkel des Ellbogengelenkes abhängen. In der Studie von JANUTTA et al. (2005) waren diese Messwerte jedoch signifikant abhängig von der Position und dem Beugewinkels des Ellbogengelenkes auf der Röntgenaufnahme.

Deshalb wurden in dieser Studie die Röntgenbilder der Berner Sennenhunde in Gruppen nach dem Beugewinkel in der mediolateralen Aufnahme eingeteilt: 0-30°, 31-60°, 61-90°, 91-120° und grösser als 120°. Für jede einzelne Gruppe wurde die Korrelation mit dem ED-Grad berechnet, um so eventuell eine Aussage über den zur Auswertung am besten geeigneten Beugewinkel machen zu können. Einschränkend ist hierbei anzugeben, dass insbesondere im Beugewinkel zwischen 61-90° nur eine sehr geringe Anzahl an Röntgenbildern vorliegt. So gibt es nur ein einzelnes Röntgenbild der linken Ellbogengelenke mit ED 3 in der Beugewinkelgruppe 61-90°, und sowohl bei den linken als auch bei den rechten Ellbogengelenken kein Röntgenbild in den Beugewinkelgruppen 61-90°, das mit ED 2 bewertet wurde.

In der hier präsentierten Untersuchung vergrößert der Winkel OL sich signifikant mit dem Beugewinkel, ebenso vergrößert sich der Winkel PA mit zunehmendem Beugewinkel, während der Winkel RA mit Vergrößerung des Beugewinkels signifikant kleiner wird. Damit ist ein Vergleich zwischen Ellbogengelenken, die mit einem gebeugten und einem gestreckten Beugewinkel aufgenommen wurden, für diese Parameter nach der Meßmethode nach MUES nicht zu empfehlen, da ihre „Normwerte“ signifikant unterschiedlich sind. Durch die Abhängigkeit der Winkel OL, PA und RA vom Beugewinkel ist die Beurteilung der Messwerte in Bezug auf eine Korrelation mit dem ED-Grad eigentlich nur innerhalb einzelner Beugewinkelgruppen sinnvoll. So wird hier vorgeschlagen, einen festgelegten Beugewinkel der Ellbogengelenke zur Beurteilung von Röntgenbildern für diese Winkelparameter nach der Meßmethode nach MUES zu verwenden, um durch den Beugewinkel bedingte Varianzen auszuschliessen. Welcher Beugewinkel zur Anfertigung der Röntgenbilder verwendet wird, sollte von einer entsprechenden Korrelation mit dem ED-Grad abhängig gemacht werden.

Die Mittelwerte des Radius des Condylus humeri zeigen keine signifikanten Unterschiede in den verschiedenen Beugewinkelgruppen. Dieses war auch nicht anzunehmen, da der Condylus humeri sich nur scheinbar vergrößert bzw. verkleinert, wenn der Abstand vom

Ellbogengelenk zur Röntgenplatte größer bzw. kleiner wird. Bei einer Veränderung des Beugewinkels des Ellbogengelenkes bleibt der Abstand zur Röntgenplatte im Normalfall identisch, so dass auch die Größe des Condylus gleich bleibt.

Die Fläche X wird hoch signifikant kleiner, je grösser der Beugewinkel des Ellbogengelenkes wird. Das heißt, je größer der Beugewinkel ist, desto kleiner ist der Anteil des Condylus humeri, der von der Incisura trochlearis umfasst wird. Es scheint so, als ob bei der Streckung des Ellbogengelenkes der Condylus humeri nach kranial verlagert wird. WIND (1986) und VIEHMANN (1998) beschreiben eine kraniale Subluxation des Condylus humeri als Ellbogengelenksdysplasiefaktor. Nach dem obigen Ergebnis der Varianz zwischen verschiedenen Beugewinkelgruppen ist nicht zu empfehlen, Ellbogengelenke mit unterschiedlichen Beugewinkeln auf ihre kraniale Subluxation hin zu vergleichen.

Die Messparameter der Methode VIEHMANN (1998), die die Form der Incisura trochlearis beschreiben (Quotient Q, Quotient Ae und Öffnungswinkel beta), zeigen keine signifikanten Unterschiede ihrer Mittelwerte zwischen den Beugewinkelgruppen. Damit erscheint in Hinsicht auf diese Messparameter ein einheitlicher Beugewinkel des Ellbogengelenkes zur Beurteilung der Incisura trochlearis nicht notwendig, sofern streng auf die korrekte Lagerung und Belichtung geachtet wird.

Die Bedeutung einer Stufe für die Entwicklung einer ED ist unklar (KRAMER et al., 2006). VIEHMANN (1998) stellte fest, dass sich die Höhe einer Stufe zwischen Radiusplateau und Proc. coronoideus lateralis bei stark gebeugtem Gelenk (45°) verringert. In der Studie von MURPHY et al. (1998) zeigt die Stufe zwischen Radius und Humerus eine gegenteilige Tendenz: die gemessene Distanz zwischen Radius und Humerus wird am selben Gelenk grösser bei stark gebeugtem Ellbogengelenk. Die Daten der hier vorgelegten Arbeit bestätigen die Resultate von MURPHY et al. (1998), da die Mittelwerte für Stufe 1 und 2 bei den gebeugten Ellbogengelenken signifikant grösser sind als bei gestreckten Gelenken. So kann nach den hier vorliegenden Ergebnissen nicht geraten werden, Ellbogengelenke unterschiedlicher Beugewinkel miteinander zu vergleichen, da der Beugewinkel einen großen Einfluss auf die Größe der Stufe hat. Es sollte daher ein einheitlicher Beugewinkel zur Beurteilung der Stufe und dementsprechend dem Vorliegen einer Inkongruenz gewählt werden. MURPHY et al. (1998) sprechen bei stark gebeugten ebenso wie bei stark gestreckten Gelenken von Artefakten. Die Übereinstimmung verschiedener Radiologen bei der Beurteilung einer Stufe ist am grössten bei Gelenken mit einer Beugung von 90° und am geringsten bei stark gestreckten Gelenken mit einem Beugewinkel von 135° (MURPHY et al., 1998).

In der von MUES (2001) untersuchten Population von Rottweilern gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen den gemessenen Winkeln (OL, PA, RA, UL) und der Vererbung der ED. Deshalb empfiehlt MUES (2001) ein Röntgenbild des Ellbogengelenkes mit Messung der von ihm eingeführten Winkel im Alter von 6 Monaten für das Zuchtscreeningprogramm. Dieser Zusammenhang der Winkelwerte und der Vererbung der ED kann in den Studien von JANUTTA et al. (2005 u. 2006) für den Deutschen Schäferhund nicht nachvollzogen werden. Diese Autoren schreiben, dass die Messung der von MUES (2001) beschriebenen Winkel beim Deutschen Schäferhund nicht sinnvoll sind und nicht mithelfen, die Häufigkeit der ED durch Zuchtprogramme aufgrund von Röntgenuntersuchungen zu senken.

In der hier vorgelegten Studie zeigen die Mittelwerte vom Winkel OL eine hoch signifikante Korrelation mit dem ED-Grad, die aber nur in drei Beugewinkelgruppen nachzuvollziehen ist (rechts 0-30°, links 61-90°, rechts >120°). Unterschiede der Mittelwerte von ED 0 zu ED 2 Gelenken sind hoch signifikant bei rechtsseitigen Gelenken mit 0-30°, rechtsseitigen Gelenken mit >120° und signifikant bei linksseitigen und rechtsseitigen Gelenken mit 31-60°. Nach der oben beschriebenen Abhängigkeit des Winkels OL vom Beugewinkel sollten nur Ellbogengelenke mit ähnlichem Beugewinkel für Korrelationen mit dem ED-Grad herangezogen werden. Nach den obigen Resultaten ist eine Unterscheidung ED freier Hunde (ED 0) von solchen mit mittelschweren Veränderungen (ED 2) in der Beugewinkelgruppe 31-60° möglich, andere Beugewinkelgruppen können hierfür nicht empfohlen werden.

Der Winkel UL erscheint für eine Beurteilung von Veränderungen im Ellbogengelenk nicht geeignet, da keine Korrelation mit dem ED-Grad vorliegt.

Der Winkel RA weist eine signifikante Korrelation zum ED-Grad auf, die ebenfalls bei rechtsseitigen Gelenken mit 61-90°, bei rechtsseitigen Gelenken mit 91-120° und bei linksseitigen und rechtsseitigen Gelenken mit >120° besteht. Der Unterschied der Mittelwerte von ED 0 und ED 3 Gelenken in den Beugewinkelgruppen links- und rechtsseitig 91-120°, rechtsseitig 61-90° und linksseitig >120° ist hoch signifikant, in der Gruppe rechtsseitig 31-60° signifikant. Die Messwerte des Winkels RA zeigen eine Abhängigkeit vom Beugewinkel, daher scheinen nur Ellbogengelenke mit einem großen Beugewinkel (91-120°, >120°) geeignet zu sein, eine Aussage über eine mögliche Ellbogengelenksdysplasie zu machen, da hier sowohl eine Korrelation der Mittelwerte mit dem ED-Grad als auch ein signifikanter Unterschied zwischen als ED 0 und als ED 3 beurteilten Gelenken vorliegt. Der Winkel RA reicht von der kranialen zur kaudalen Spitze des Radiuskopfes. Es ist bekannt, dass bei Erkrankungen im Ellbogengelenk frühzeitig arthrotische Veränderungen am proximalen

Radius auftreten. Diese Osteophyten zeigen sich für eine Vergrößerung des Winkels RA verantwortlich, womit dieser einen Nachweis sekundärer Veränderungen darstellt. Zudem sind die Abgrenzungen des Radius bei einem gestreckten Gelenk besser erkennbar als bei einem gebeugten, bei dem es zu Überlagerungen mit dem Humerus kommt.

Der Winkel PA weist eine signifikante Korrelation zum ED-Grad auf. Eine hoch signifikante Korrelation liegt zudem bei rechtsseitigen Gelenken mit $0-30^\circ$ vor, sowie signifikante Korrelationen bei rechts- und linksseitigen Gelenken mit $91-120^\circ$ und rechtsseitigen Gelenken mit $>120^\circ$. In mehreren Beugewinkelgruppen sind die Differenzen zwischen den Mittelwerten von ED 0 und ED 1 sowie von ED 0 und ED 3 signifikant oder hoch signifikant. Auch der Winkel PA zeigt eine Abhängigkeit der gemessenen Mittelwerte vom Beugewinkel, daher sollten nur Ellbogengelenke mit ähnlichem Beugewinkel verglichen werden. Nach den obigen Korrelationen erscheint der Beugewinkel von $91-120^\circ$ geeignet, um eine Aussage über Veränderungen im Ellbogengelenk zu machen. Der Winkel PA beschreibt die kraniale Ausformung des Proc. anconaeus. Eigentlich wäre zu erwarten gewesen, dass Ellbogengelenke, die in einem stärker gebeugten Winkel geröntgt wurden, für diese Messungen besser geeignet sind, als solche mit einem stark gestreckten Ellbogengelenk, da hier Überlagerungen mit dem Humerus eine Messung erschweren. Da in einigen Gruppen bereits die Differenz zwischen Mittelwerten des Winkels PA von ED 0 Gelenken und ED 1 Gelenken signifikant ist, scheinen bereits geringgradige Veränderungen erkennbar zu sein. Ähnlich wie beim Winkel RA des Radius treten bei Erkrankungen im Ellbogengelenk frühzeitige arthrotische Veränderungen am Proc. anconaeus auf, so dass dieser größer und plumper erscheint und somit der Winkel PA größer wird. Dementsprechend scheinen mit dem Winkel PA entsprechend dem Winkel RA sekundäre arthrotische Veränderungen gemessen zu werden.

Zusammenfassend erkennen die Messparameter nach MUES vor allem Hunde mit mittel- bis hochgradiger Arthrose. Zu der gleichen Schlussfolgerung kommt eine Studie von SCHWENCKE et al. (2004), die zeigte, dass die Größe der Osteophyten die Ergebnisse der Winkelmessungen mehr beeinflusst, als die Morphologie des Ellbogengelenkes. Damit kann die Methode nach MUES nicht das OA-grading System der IEWG ersetzen (SCHWENCKE et al., 2004).

Zudem ist zu berücksichtigen, dass für die Winkel OL, PA und RA eine Abhängigkeit vom Beugewinkel besteht, so dass für diese Messparameter nach MUES empfohlen werden kann, nur Gelenke mit ähnlichen Beugewinkeln miteinander zu vergleichen. Korrelationen von Messwert und ED-Grad treten bei den unterschiedlichen Messparametern in verschiedenen

Beugewinkelgruppen auf, somit erscheint kein einheitlicher Beugewinkel für die Messmethode nach MUES geeignet.

Ob sich die Messparameter nach MUES (2001) eignen, in einem frühen Lebensalter (z.B. 6 Monate) an ED erkrankte Tiere, die aber noch keine auf dem Röntgenbild sichtbaren Anzeichen vorweisen, zu erfassen, kann nur eine prospektive Studie aufzeigen, in der die gleichen Berner Sennenhunde ab einem sehr frühen Alter regelmässig geröntgt werden und die Entwicklung einer ED/Arthrose im Verlauf dokumentiert wird. Aufgrund der Studien von JANUTTA et al. (2005 u. 2006) und SCHWENCKE et al. (2004) und den hier präsentierten Resultaten kann im Moment die Messmethode nach MUES nicht als alleinige Methode für ein Zuchtscreeningprogramm auf Ellbogengelenksdysplasie empfohlen werden.

Bei den Messungen nach der Methode nach VIEHMANN besteht eine hoch signifikante Korrelation zwischen dem Radius des Condylus humeri und dem ED-Grad, d.h. umso größer der Radius der Condylus humeri, desto höher tendenziell der ED-Grad. Da der Radius von VIEHMANN als Parameter für die absolute Größe des Ellbogengelenkes verwendet wird, ermöglicht dieses die folgende Aussage: desto größer das Ellbogengelenk, umso höher tendenziell der ED-Grad. Dieses würde dazu passen, dass eher die großwüchsigeren Rüden betroffen sind, die nach PAATSAMA et al. (1971) eine höhere Wachstumsrate als Hündinnen besitzen und häufiger als Hündinnen von der ED betroffen sind (GRONDALEN, 1979; BERZON u. QUICK, 1980; ROBINS, 1980; BOUDRIEAU et al., 1983; OLSSON, 1983; HOULTON, 1984; BRUNNBERG u. WAIBL, 1986; HAZEWINKEL et al., 1988; MEYER-LINDENBERG et al., 1993; CARPENTER et al., 1993; MÄKI et al., 2000; JANUTTA et al., 2005; MEYER-LINDENBERG et al., 2006; JANUTTA et al. 2006).

Die Fläche X beschreibt den Anteil des Condylus humeri, der von der Incisura trochlearis umfasst wird. Es besteht eine Abhängigkeit zum Beugewinkel, d.h. je größer der Beugewinkel, umso kleiner der prozentuale Anteil der Fläche X. Es besteht keine signifikante Korrelation mit dem ED-Grad. In der Beugewinkelgruppe 0-30° ist die Differenz der Mittelwerte für Fläche X bei ED 0 und ED 3 sowohl für links- als auch für rechtsseitige Gelenke signifikant, sowie hoch signifikant für ED 0 und ED 2 Gelenke in der links- und rechtsseitigen Gruppe >120°. Somit erscheint der Messparameter der Fläche X nur geeignet zu sein, mittelgradige bis hochgradige veränderte Ellbogengelenke in den Beugewinkelgruppen 0-30° und >120° zu unterscheiden. Andere Beugewinkel scheinen hierfür nicht von Nutzen zu sein.

Der Öffnungswinkel beta, der die Form der Incisura trochlearis beschreibt, korreliert hoch signifikant mit dem ED-Grad und ist nicht vom Beugewinkel abhängig. Es besteht damit die Möglichkeit, Ellbogengelenke in unterschiedlichen Beugewinkeln miteinander zu vergleichen.

Je höher der ED-Grad, desto kleiner ist der Öffnungswinkel beta und umso elliptischer die Incisura trochlearis. Die Differenzen zwischen ED 0 und ED 1, ED 0 und ED 2 und ED 0 und ED 3 sind hoch signifikant, somit werden nicht erst hochgradige, sondern bereits geringgradige Veränderungen im Ellbogengelenk erfasst.

Ein weiterer Parameter zur Beschreibung der Form der Incisura trochlearis ist der Quotient Q. Auch dieser weist eine hoch signifikante Korrelation mit dem ED-Grad auf und ist nicht vom Beugewinkel abhängig. Damit ist ein Vergleich von Ellbogengelenken unterschiedlicher Beugewinkel möglich. Die Unterschiede zwischen den Mittelwerten von ED 0 und ED 1, ED 0 und ED 2 und ED 0 und ED 3 sind hoch signifikant. Damit werden auch vom Quotient Q nicht erst hochgradige Veränderungen (ED 3), sondern bereits geringgradige Veränderungen (ED 1) erkannt.

Die dritte Möglichkeit der Messmethode nach VIEHMANN, die Form der Incisura trochlearis zu bestimmen, ist der Quotient Ae. Je größer er ist, umso elliptischer ist die Incisura. Es besteht eine hoch signifikante Korrelation des Quotienten Ae mit dem ED-Grad, d.h. je elliptischer die Incisura trochlearis ist, umso höher auch der ED-Grad. Es besteht keine Abhängigkeit der Messwerte vom Beugewinkel. Die Differenzen zwischen ED 0 und ED 1, ED 0 und ED 2 und ED 0 und ED 3 sind hoch signifikant.

Bei TIETZ (1997) erscheint die Incisura trochlearis arthrosefreier Ellbogengelenke annähernd kreisförmig. Mit zunehmendem Arthrosegrad nähert sich ihre Form der einer Ellipse. Auch mit zunehmender Größe des Ellbogengelenks (Länge der Incisura trochlearis und Länge der Distanz zwischen den Spitzen von Proc. anconaeus und Proc. coronoideus lateralis) steigt das Ausmaß der arthrotischen Veränderungen im Ellbogengelenk.

Bei sehr jungen Berner Sennenhunden hat die Incisura ulnaris eine mehr runde Form, erst während des Wachstums verändert sich die Form der Incisura mehr in Richtung Ellipse, ganz im Gegensatz zu der Rasse des Rhodesian Ridgebacks, die kaum an ED leidet (VIEHMANN, 1998). Ob die beobachtete Formveränderung zur Ellipse ein Ausdruck einer angeborenen Tendenz des Ellbogengelenkes beim Berner Sennenhund ist, die diese Rasse anfällig macht für die ED, oder ob es sich um eine sekundäre Verformung des Ellbogengelenkes aufgrund von Fehlbelastungen durch eine ED handelt, kann mit den vorliegenden Daten nicht schlüssig gesagt werden.

Die elliptische Form der Incisura trochlearis ist nach WIND (1986) bedeutsam für die Entstehung von IPA, FPC und OCD der Trochlea humeri. Durch die Ellipse entsteht ein erhöhter Druck auf den Proc. anconaeus, so dass er nicht mit dem Olekranon fusioniert und ein IPA entsteht. Ebenso kann der hochragende Proc. coronoideus medialis an der Trochlea humeri das Gelenkknorpelwachstum bis hin zur OCD stören (MORGAN et al., 2000).

Auch in der Studie von VIEHMANN (1998) korrelierten bei den von ihr ausgemessenen Gelenken von Berner Sennenhunden die Parameter Quotient Q, Quotient Ae und Öffnungswinkel beta signifikant mit dem ED-Grad. Diese Parameter sind in linearer Weise miteinander verbunden, da alle die Messwerte a (Distanz Proc. anconaeus zum Proc. coronoideus lateralis) und e (Tiefe der Incisura trochlearis) verwenden (VIEHMANN, 1998).

Daher erscheint eine Messung der Form der Incisura trochlearis ein guter Parameter zur frühen Erkennung eines krankhaft veränderten Gelenkes zu sein. Der Öffnungswinkel beta, der Quotient Q und der Quotient Ae erscheinen nach den obigen Ergebnissen zur Erfassung einer Ellbogengelenksdysplasie geeignet zu sein, da eine Korrelation mit dem ED-Grad vorliegt und keine Abhängigkeit der Messwerte vom Beugewinkel besteht.

Eine Stufe zwischen Radiusplateau und Proc. coronoideus lateralis wird auf zwei verschiedene Weisen vermessen, durch Verschiebung einer Geraden (Stufe 1) bzw. eines Kreises (Stufe 2). Für beide Stufen wird eine Abhängigkeit vom Beugewinkel gefunden, so dass eine Korrelation mit dem ED-Grad nur in den einzelnen Beugewinkelgruppen beurteilt und ein Vergleich von Ellbogengelenken unterschiedlicher Beugewinkel vermieden werden sollte.

Für die Stufe 1 bestehen signifikante Korrelationen mit dem ED-Grad, insbesondere für die Beugewinkelgruppen 0-30°, 31-60° und 91-120°. In den meisten Beugewinkelgruppen bestehen zudem signifikante Differenzen zwischen ED 0 und ED 1 und/oder ED 0 und ED 3. Für Stufe 2 bestehen Korrelationen für die Beugewinkelgruppen 31-60° und 91-120°. In verschiedenen Beugewinkelgruppen bestehen signifikante Differenzen zwischen den Mittelwerten der unterschiedlichen ED-Grade, so dass eine Unterscheidung von normalen und veränderten Gelenken möglich erscheint.

Mehrere Autoren beschreiben den Zusammenhang einer Stufe im Ellbogengelenk und der Entstehung eines fragmentierten Proc. coronoideus (WIND, 1982 u. 1986; SCHAWALDER, 1990; SCHLEICH, 1997). GENMILL et al. (2005) bestätigen mit ihren Daten die Verbindung einer größeren Stufe im Ellbogengelenk mit einem höheren Arthrosegrad. Sie fanden im CT bei Hunden mit einem FPC eine signifikante Stufenbildung zwischen dem kranialen Teil der Radiusgelenkfläche und den Processi coronoidei der Ulna. Diesem widerspricht hingegen eine

Studie von KRAMER et al. (2006), die zum Zeitpunkt der Diagnose FPC mittels CT keine erhöhte radioulnare Inkongruenz feststellt.

Mit einem Computerprogramm kann eine Stufe genauer ausgemessen werden, doch inwieweit diese Stufe der Realität bei physiologischer Belastung des Beines entspricht, ist schwer abzuschätzen. Die Beurteilung einer Stufe im Ellbogengelenk fällt auch Radiologen nicht immer leicht, wie die Diskrepanzen in der Studie von MASON et al. (2002) zeigen. Eine etwas grössere Sicherheit in der Diagnose einer Stufe zwischen Radius und Ulna kann mittels CT-Untersuchungen erzielt werden (GENMILL et al., 2005; HOLSWORTH et al., 2005). Zudem wird die Stufenbildung von der Lagerung des Beines während des Röntgens beeinflusst, und die Dicke der nicht sichtbaren Knorpelschicht ist ein weiterer Unsicherheitsfaktor (BRUNNBERG et al., 1999).

Da der Proc. coronoideus medialis in der Standphase einen erheblichen Anteil des Gewichtes trägt (PRESTON et al., 2000; MASON et al., 2005), dürften die Kräfte auf den Proc. coronoideus medialis deutlich zunehmen, wenn sich zwischen der Radius- und der Ulnagelenkfläche eine Stufe entwickelt. Diese These wird noch unterstützt durch die Arbeit von PRESTON et al. (2001), die aufzeigt, dass bei einer experimentellen Stufenbildung zwischen Radius und Ulna sich die Kontaktfläche des Proc. coronoideus medialis zum Humerus nach kranial lateral verlagert, also genau dorthin, wo bei klinischen Fällen mit einem FPC häufig eine Knorpelschädigung gefunden wird.

Die Messwerte der hier präsentierten Arbeit liefern einen weiteren wichtigen Hinweis, dass eine Inkongruenz der Gelenkfläche, die vom proximalen Radius und den Proc. coronoidei der Ulna gebildet wird, zur Entwicklung der arthrotischen Veränderungen im Ellbogengelenk des Hundes beiträgt. Bei ausgewachsenen Hunden mit einem FPC sollte deshalb auf eine vorhandene Stufe geachtet werden, und diese gegebenenfalls chirurgisch mittels Ulnaostektomie korrigiert werden, um das Gewicht wieder vermehrt auf die Radiusgelenkfläche zu verteilen (PRESTON et al., 2001).

Zusammenfassend erscheinen von den Messparametern der Methode nach VIEHMANN die Parameter zur Vermessung der Form der Incisura trochlearis für eine Beurteilung des Ellbogengelenkes auf das ED-Risiko geeignet. Um den Aussagewert der Messung der Quotienten Q und A_e sowie des Öffnungswinkels β für ein frühes Zuchtscreening abzuschätzen, sollte auch hier eine prospektive Studie an einer repräsentativen Population von Hunden durchgeführt werden. Röntgenkontrollen ab dem 4. Lebensmonat bis zu einem Alter von 24 Monaten könnten zeigen, wann die Ellipsenbildung der Incisura trochlearis beginnt

und ob sie der Entwicklung einer ED mit primären und sekundären Anzeichen auf den Röntgenbildern vorausgeht oder hinterher folgt, und auch mit welcher Sicherheit sich eine spätere ED durch die Messungen voraussagen lässt (Spezifität und Sensivität). Zudem könnte durch eine solche Studie mit wiederholten Untersuchungen an denselben Hunden in festgelegten Zeitabständen das richtige Alter für eine erste Röntgenkontrolle für Zuchttiere bestimmt werden.

Als Schlussfolgerung dieser Arbeit kann gesagt werden, dass im direkten Vergleich der beiden Meßmethoden diejenige nach VIEHMANN besser geeignet zu sein scheint, eine Ellbogengelenkdysplasie zu erfassen, da die Messparameter Öffnungswinkel beta, Quotient Q und Quotient Ae hoch signifikant mit dem ED-Grad korrelieren und unabhängig vom Beugewinkel sind. Diese beiden Voraussetzungen für eine Screeningmethode werden in der hier vorgelegten Studie von keinem der Messparameter nach MUES erfüllt.