

3. Computergestützte Messungen an Röntgenaufnahmen der Ellbogengelenke von Berner Sennenhunden nach den Methoden nach MUES und nach VIEHMANN

3.1. Material und Methoden

3.1.1. Hundepopulation

Es wurden insgesamt 931 Röntgenbilder der Ellbogengelenke von 305 Berner Sennenhunden, die im Alter von mehr als 12 Monaten im Rahmen der Zuchtzulassung (HD, Ellbogengelenksdysplasie, Schulterosteochoondrose) geröntgt wurden, ausgewertet. Das Alter der Tiere betrug 363 bis 1600 Tage. Im Durchschnitt waren sie 573 ± 195 Tage alt. 113 Hunde (37%) waren männlich und 192 Hunde (63%) weiblich.

Von den 305 Hunden existierten Röntgenaufnahmen der Ellbogengelenke im mediolateralen Strahlengang bei verschiedenen Beugewinkeln. 326 der Röntgenbilder wiesen einen Beugewinkel von 0-30°, 198 einen von 31-60°, 58 einen von 61-90°, 162 von 91-120° und 187 Bilder von größer 120° auf.

Die Röntgenbilder waren von einem Gutachter im Hinblick auf ED beurteilt worden. 486 der Ellbogengelenke waren als ED 0, 68 als ED 1, 36 als ED 2 und 20 als ED 3 bewertet worden. Sowohl links- als auch rechtsseitige Ellbogengelenke wurden in der Mehrzahl als ED 0 klassifiziert (links 78,4%, rechts 81%), 12,8% der linksseitigen Ellbogengelenke und 9,5% der rechtsseitigen Ellbogengelenke als ED 1, jeweils 5,9% der Ellbogengelenke als ED 2 und 3,0% der linksseitigen Ellbogengelenke und 3,6% der rechtsseitigen Ellbogengelenke als ED 3 (siehe auch Tabelle 5).

Tab. 5: Die ED-Grade 0 bis 3, links- und rechtsseitig, ihre absolute und relative Häufigkeit nach gutachterlicher Beurteilung

ED-Grad rechts	Häufigkeit	Prozent	ED-Grad links	Häufigkeit	Prozent
0	247	81,0	0	239	78,4
1	29	9,5	1	39	12,8
2	18	5,9	2	18	5,9
3	11	3,6	3	9	3,0
Gesamt	305	100,0	Gesamt	305	100,0

Die Röntgenbilder wurden entsprechend der Beugewinkel in fünf Gruppen eingegliedert: 0-30°, 31-60°, 61-90°, 91-120° und >120°. Die Mehrzahl der Ellbogengelenke wurde mit einem Winkel zwischen 0-30° geröntgt, gefolgt von 31-60°, >120°, 91-120°, und am wenigsten wurden zwischen 61-90° gebeugt geröntgt (Tabelle 6).

Tab. 6: Die Beugewinkel in Grad, in denen die Ellbogengelenke im mediolateralen Strahlengang geröntgt wurden, unter Angabe des kleinsten sowie des größten Winkels, den Winkelmittelwerten und der Standardabweichung

Gruppe	Beugewinkel (BW)	Anzahl (N)	Min. BW	Max. BW	Mittelwert	Standardabweichung
1	BW links 0-30°	166	1	30	17,11	7,929
	BW rechts 0-30°	160	1	30	17,06	7,215
2	BW links 31-60°	101	31	60	41,21	8,513
	BW rechts 31-60°	97	31	60	41,09	7,585
3	BW links 61-90°	26	61	90	73,55	9,352
	BW rechts 61-90°	32	61	90	71,73	8,518
4	BW links 91-120°	78	93	120	111,53	7,429
	BW rechts 91-120°	84	95	120	110,88	7,131
5	BW links >120°	97	121	156	129,23	6,148
	BW rechts >120°	90	121	139	128,65	5,043

Wie aus Tabelle 7 zu ersehen ist, wurden von den linksseitig mit 0-30° gebeugt geröntgten Ellbogengelenken 125 vom Gutachter mit ED 0, 26 mit ED 1, 12 mit ED 2 und 3 mit ED 3 beurteilt. Rechtsseitig waren dies bei 0-30° 125 Gelenke mit ED 0, 17 mit ED 1, 13 mit ED 2 und 5 mit ED 3. Beim Beugewinkel von 31-60° waren links 83 mit ED 0, 8 mit ED 1 und jeweils 5 mit ED 2 oder 3 beurteilt worden. Rechtsseitig wurden dagegen 81 mit ED 0, 7 mit ED 1, 6 mit ED 2 und 3 mit ED 3 klassifiziert. Beim Beugewinkel von 61-90° wurden links 20 mit ED 0, 5 mit ED 1 und eines mit ED 3 beurteilt. Rechts wurden 24 mit ED 0, 5 mit ED 1 und 3 mit ED 3 klassifiziert. Beim Beugewinkel zwischen 91-120° waren linksseitig 65 mit ED 0, jeweils 5 mit ED 1 oder ED 2 und 3 mit ED 3 bewertet worden. Rechtsseitig war die Verteilung: 74 ED 0, jeweils 4 ED 1 oder ED 3 und 2 ED 2 Gelenke. Beim Beugewinkel > 120° waren linksseitig 76 Gelenke mit ED 0, 14 mit ED 1, 4 mit ED 2 und 3 mit ED 3 und rechtsseitig 74 mit ED 0, 8 mit ED 1, 6 mit ED 2 und 2 mit ED 3 beurteilt worden.

Tab. 7: Absolute Zahl der Röntgenbilder mit ED-Grad 0 bis 3 bezogen auf die Beugewinkelgruppen (BW)

BW-Gruppe	Röntgenwinkel	ED 0	ED 1	ED 2	ED 3
1	0-30° links	125	26	12	3
	0-30° rechts	125	17	13	5
2	31-60° links	83	8	5	5
	31-60° rechts	81	7	6	3
3	61-90° links	20	5	-	1
	61-90° rechts	24	5	-	3
4	91-120° links	65	5	5	3
	91-120° rechts	74	4	2	4
5	>120° links	76	14	4	3
	>120° rechts	74	8	6	2

3.1.2. Computergestützte Messungen

Die Röntgenaufnahmen der Ellbogengelenke wurden mit 96 dpi eingescannt, um sie mit einem computergestützten Bildverarbeitungsprogramm in drei Messdurchgängen mit der Methode nach MUES und nach VIEHMANN zu vermessen. Alle Röntgenbilder der linksseitigen Ellbogengelenke wurden vor der Messung gespiegelt, so dass die Lagerung aller Ellbogengelenke identisch war. Das Programm zur Messung nach Viehmann wurde von der Firma Innovationstechnik (Gesellschaft für Automation mbH, Linzerstasse 1, 28359 Bremen) bereitgestellt.

Die Methode nach Mues wurde adaptiert, um sie im Computerprogramm nach Tellhelm (Universität Giessen, Deutschland) vermessen zu können.

3.2. Meßmethode nach MUES (modifiziert)

Die Messungen wurden nicht wie von MUES mit einer Schablone, sondern mit dem Computerprogramm vorgenommen.



Abb. 7: Computerprogramm zur Vermessung der Röntgenbilder nach der Methode MUES (modifiziert)

Methode

1. Um den Mittelpunkt des Ellbogengelenkes zu bestimmen, werden per Mausklick 2 Punkte am Rand des Condylus humeri festgelegt. Diese werden vom Computer durch eine Linie verbunden, in deren Mitte ein Lot gefällt wird (Abb. 7 grüne Linien). Per Mausklick wird als dritter Punkt der Schnittpunkt zwischen dem Lot und dem Rand des Condylus humeri bestimmt. Der Computer errechnet anhand dieser drei Punkte den Mittelpunkt des Condylus humeri. Er kann nach Bedarf verschoben und der Radius des Condylus humeri vergrößert oder verkleinert werden.
2. Ausgehend vom Mittelpunkt des Condylus humeri wird eine Parallele (e) zur Längsachse des Radiuschaftes gelegt.
3. Ausgehend vom Mittelpunkt des Condylus humeri werden folgende Winkel gemessen:

3.2.1. Der **Winkel OL** ergibt sich aus der Stellung des Olecranon zur Achsenparallelen des Radius und wird zwischen der Geraden e und der kranialen Spitze des Olecranon gemessen.

3.2.2. Der **Winkel PA** wird zwischen der Spitze des Proc. anconaeus und der kranialen Spitze des Olecranon gemessen. Damit wird die kranial gerichtete Ausformung des Proc. anconaeus beschrieben.

3.2.3. Der **Winkel UL** reicht von der kranialen Spitze des Olecranon zum Gelenkspalt zwischen Radiuskopf und Ulna. Dieser Winkel beschreibt den Gelenkabschnitt der Incisura trochlearis.

3.2.4. Mit dem **Winkel RA** wird der Gelenkabschnitt des Radius erfasst. Der Winkel wird von der kranialen und kaudalen Spitze des Radiuskopfes begrenzt.

3.2.5. Der **Beugewinkel (BW)** des Ellbogengelenkes wird zwischen der Parallelen zum Radiuschaft (e) und der vorderen Kante des Humerusschaftes berechnet.

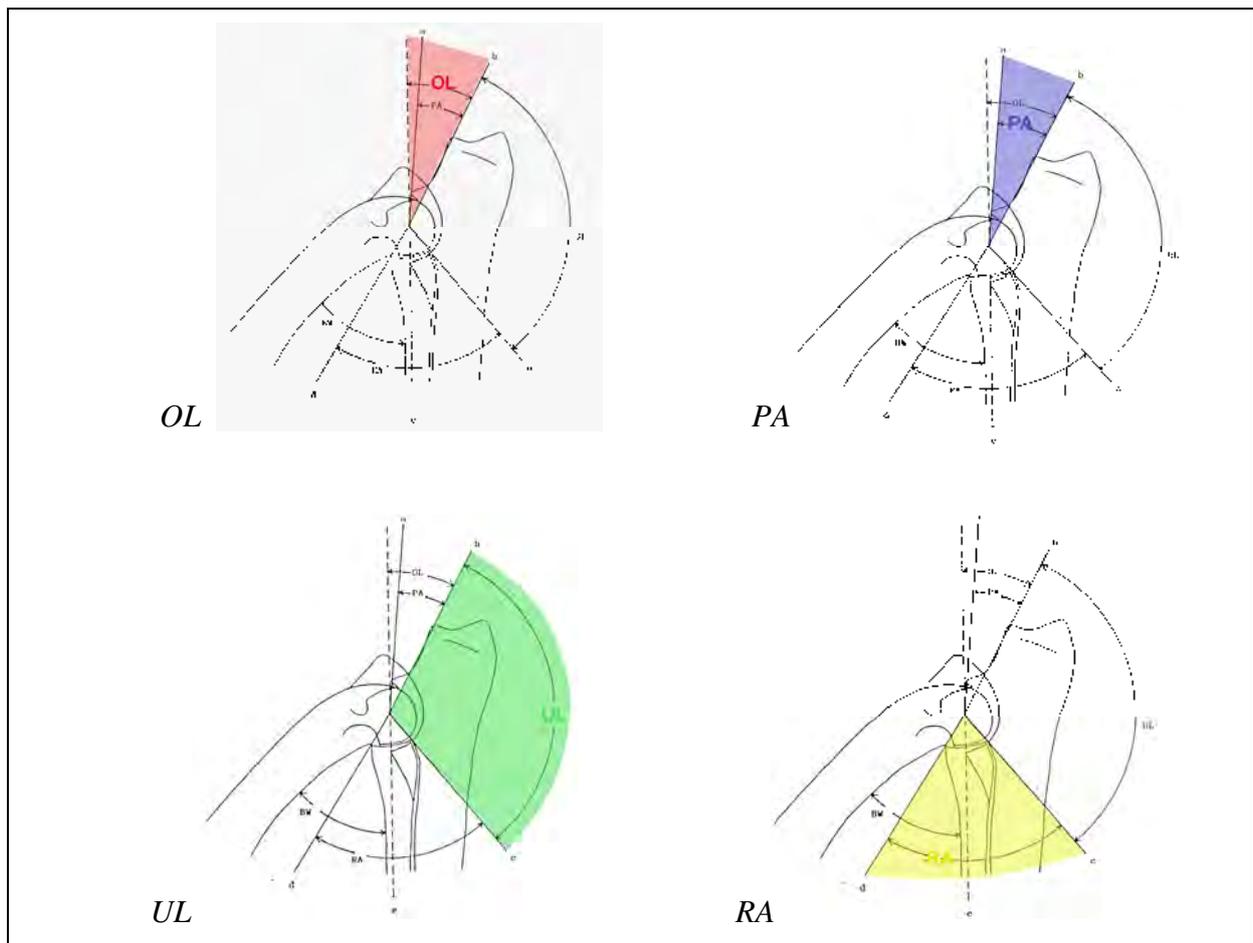


Abb. 8: Graphische Darstellungen der Winkelmessungen nach MUES

3.3. Meßmethode nach VIEHMANN

3.3.1. Der Radius des Condylus humeri (Rh)

Bei mediolateralem Strahlengang ist bei korrekter Lagerung der Condylus humeri nahezu kreisförmig abgebildet. Dessen Radius (R) kann als ein einfaches Maß der absoluten Größe des Gelenkes gelten.

3.3.2. Mit dem **Öffnungswinkel beta** wird die Form der Incisura trochlearis bestimmt. Dazu wird der Winkel zwischen der Spitze des Proc. anconaeus (PA), der Spitze des Proc. coronoideus lateralis (PC) und dem tiefsten Punkt der Incisura trochlearis (T) gemessen. Je kleiner der Winkel ist, umso elliptischer ist die Incisur.

3.3.3. Um den **Quotienten Q** festzulegen, werden die

1. Länge (L) der Incisura trochlearis von der Spitze des Proc. anconaeus (PA) bis zur Spitze des Proc. coronoideus lateralis (PC) und die
2. Länge (a) der kürzesten Verbindung zwischen den Spitzen des Proc. anconaeus (PA) und des Proc. coronoideus lateralis (PC) gemessen.

Der Quotient aus L und a ergibt den Wert Q. Er gibt ebenfalls Auskunft über die Ausformung der Incisura trochlearis. Je größer der Wert Q ist, umso elliptischer ist die Incisur.

3.3.4. Der Quotient Ae ergibt sich aus dem

1. maximalen Abstand zwischen dem tiefsten Punkt der Incisura trochlearis (T) und der Strecke a, der von einer Orthogonalen zur Strecke a beschrieben wird (e),
2. Die Länge der Strecke a

Der Quotient aus e und a ergibt den Quotienten Ae. Dieser Wert ist ebenfalls hilfreich, die Ausformung der Incisura trochlearis zu beschreiben. Je größer Ae ist, umso elliptischer ist die Incisur.

3.3.5. Der prozentuale Anteil von Fläche b an der Fläche d (= Fläche X) gibt das Ausmaß an, mit dem der Condylus humeri von der Incisur umfasst wird. Mit dem Computer wurden dazu die Länge der Incisura trochlearis (L), die Fläche des Condylus humeri (d), die Länge (a) der kürzesten Verbindung zwischen den Spitzen des Proc. anconaeus (PA) und des Proc. coronoideus lateralis (PC) gemessen. Eine Verlagerung des Condylus humeri kranial verkleinert den Anteil des Condylus humeri, der von der Incisura trochlearis umfasst wird.

3.3.6. Eine **Stufe zwischen Radius und Ulna (S1)** wird auf der Aufnahme im mediolateralen Strahlengang durch den Abstand zwischen Radiusplateau (RP) und Spitze des Proc. coronoideus lateralis ulnae (PC) in mm gemessen. Dazu wurde am Bildschirm das

Radiusplateau mit zwei Punkten markiert. Eine vom Computer gebildete Linie durch diese Punkte wurde zum Proc. coronoideus lateralis verschoben und eine etwaige Stufe gemessen.

3.3.7. Bei der Messung der **Stufe zwischen Radius und Ulna (S2)** wird die dorsale Begrenzung des Radius mit etwa sechs Einzelpunkten auf dem Bildschirm markiert und daraus ein Kreis berechnet. Dieser kann verschoben und der Abstand zum Proc. coronoideus lateralis in mm gemessen werden.

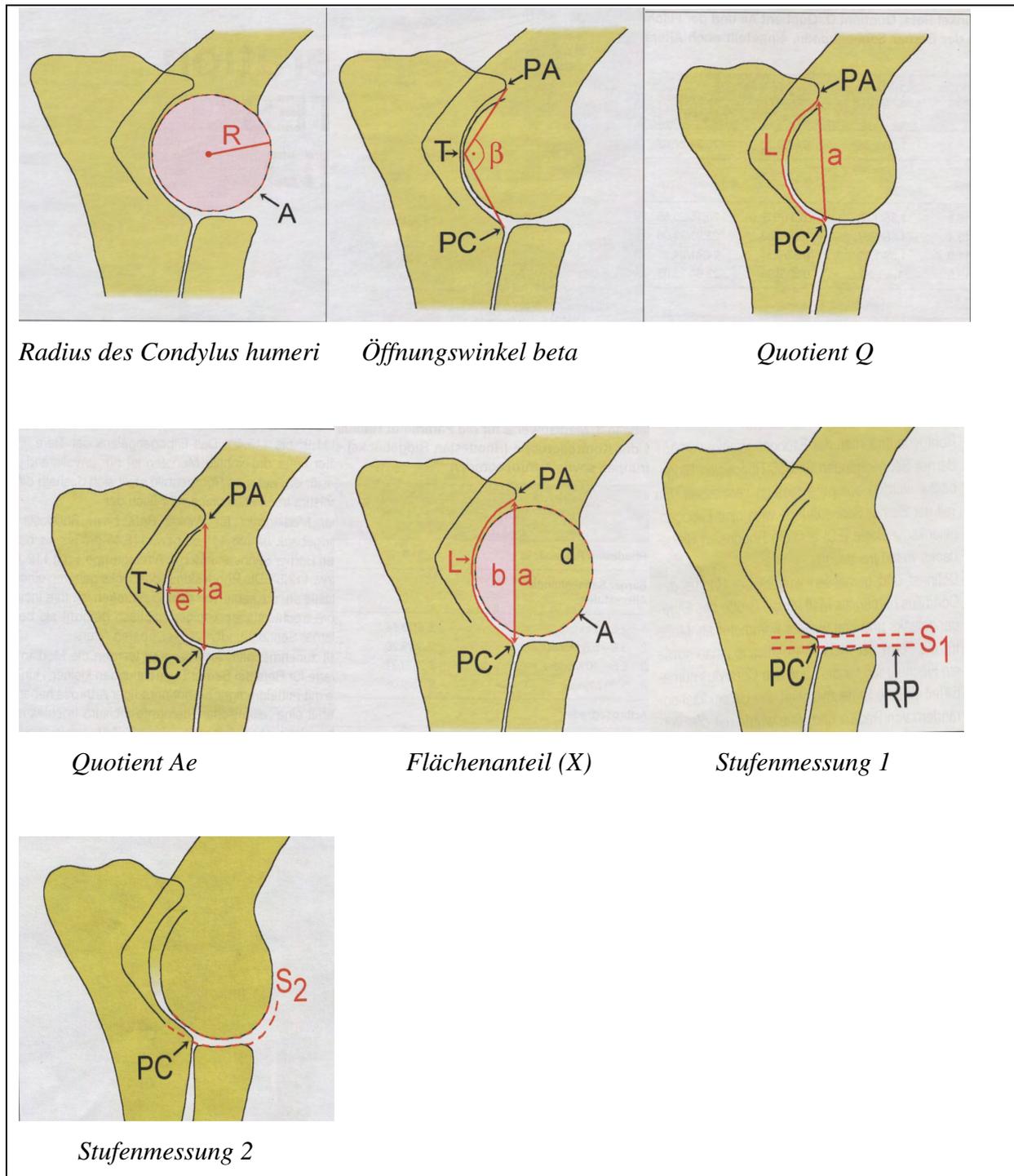


Abb. 9: Graphische Darstellungen der gemessenen Parameter nach VIEHMANN

3.4. Statistische Berechnungen

Die Berechnungen der Korrelation erfolgten mit der Software SPSS für Windows mit Hilfe des Pearson-Tests. Es wurden die Korrelationen zwischen dem ED-Grad und den einzelnen Messgrößen unter Berücksichtigung der Beugewinkel des Ellbogengelenkes kalkuliert. Die Unterschiede zwischen den Mittelwerten der einzelnen ED-Grade wurden mit Hilfe des T-Test bestimmt, wobei die Mittelwerte der ED 0 mit den Mittelwerten von ED 1, ED 2 oder ED 3 verglichen wurden. Der ANOVA Test wurde zur Berechnung der Unterschiede zwischen den Beugewinkelgruppen verwendet.

Die Korrelationen und die Unterschiede zwischen den Mittelwerten sind signifikant, wenn $p < 0,05$ und hoch signifikant, wenn $p < 0,01$ ist.