

Röntgendiagnostik der Hüftgelenksdysplasie – Anfertigung der Röntgenaufnahmen, Befunde und Besonderheiten

Kerstin Amort*, Nele Ondreka* und Bernd Tellhelm*

In Kürze

Neben der Mitarbeit der Zuchtvereine, der Auswertung durch die HD-Gutachter und der konsequenten Anwendung der Vorgaben für die Zucht wird der Erfolg der röntgenbasierten Zuchtselektion erheblich durch die Qualität der Röntgenaufnahmen beeinflusst. Sowohl eine optimale Lagerung als auch eine ausreichende Röntgentechnik sind unverzichtbar, um aus der Begutachtung aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, welche die Situation der Hüftgelenke des jeweiligen Hundes realistisch widerspiegeln.

Aussagekräftige Bilder und häufige Fehler

In Deutschland ist im Rahmen des HD-Röntgens zur züchterischen Selektion, das frühestens im Alter von 12 Monaten, bzw. 18 Monaten bei Riesenrassen,

durchgeführt wird, eine **ventrodorsale Aufnahme** des Beckens mit gestreckten Hintergliedmaßen (Position 1) vorgeschrieben. Das in Deutschland angewandte Auswertungsschema nach den Kriterien der Fédération Cynologique Internationale (FCI) schreibt außerdem vor, dass die Röntgenaufnahme in **Narkose** bzw. in tiefer Sedation bis zur vollen Muskelrelaxation angefertigt werden muss. Das **gesamte Becken** muss abgebildet werden. Ebenso müssen die **Kniegelenke** in die Aufnahme eingeschlossen sein, wenn die Größe des Hundes dies erlaubt (*Protokoll FCI-Workshop on Hip Dysplasia, Kopenhagen, März 18, 2006*). Von den meisten Gutachtern werden Aufnahmen akzeptiert, die mindestens die kraniale Begrenzung des Kreuzbeins und die Basis der *Patellae* beinhalten, so dass die Symmetrie des Beckens sowie

die ausreichende Parallelität, Pronation und Streckung der Hintergliedmaßen beurteilt werden können (Abb. 1).

Eine ventrodorsale Beckenaufnahme mit gebeugten Hintergliedmaßen (Position 2; Abb. 2) ist in Deutschland nur für Obergutachten vorgeschrieben. Dabei geht es um eine überlagerungsfreie Darstellung des Femurhalses und des laterale Übergangs Femurkopf/Femurhals, an dem erste Osteophytenbildungen (Lippenbildung) erkennbar sind. Bei der früher angewandten Lagerungstechnik mit nach kranial gelagerten Oberschenkeln ist dieser Übergang in das *Azetabulum* hinein verlagert und nicht sicher zu beurteilen. Um bei der neuen Technik Überlagerungen des Femurhalses mit dem *Trochanter major* zu minimieren, werden beide Hintergliedmaßen auf Höhe der Sprunggelenke angehoben und so zusammen-



Abb. 1: Röntgen des Beckens im ventrodorsalen Strahlengang in korrekter symmetrischer Lagerung mit gestreckten Hintergliedmaßen (Position 1).



Abb. 2: Röntgen des Beckens im ventrodorsalen Strahlengang in korrekter symmetrischer Lagerung mit abgewinkelten Hintergliedmaßen (Position 2). Pfeil: Lokalisation der Lippenbildung.

Lagerung	Qualität	Kennzeichnung
Position 1: Becken und Kniegelenke Becken symmetrisch und parallel zum Tisch Femora parallel, korrekt ein- gedreht, maximal mögliche Streckung	Belichtung Kontrast Detailerkennbarkeit → dorsaler Acetabul- umrand erkennbar	Seitenzeichen! * Datum der Aufnahme * Chip- und Zuchtbuchnummer * Name des Hundes Wurftag * Geschlecht Name des Röntgentierarztes * Rasse
Position 2: Becken vollständig Femora bis zum proximalen Drittel der Diaphyse Becken symmetrisch und parallel zum Tisch Femora 90° zum Becken		

Tabelle 1: Anforderungen an Röntgenaufnahmen zur HD-Auswertung nach FCI

* unbedingt erforderlich

geführt, dass jeweils ein Winkel von 90° zwischen Femur und Becken entsteht. Auch in dieser Projektion ist die symmetrische Lagerung des Beckens zu beachten. Außerdem muss vermieden werden, dass beim Anheben der Sprunggelenke die kaudale Beckenhälfte vom Röntgenisch angehoben wird und eine Rotation um die Querachse des Beckens entsteht. Einer der häufigsten Fehler im Rahmen der Lagerung betrifft die Symmetrie des Beckens und ist das Resultat einer Rotation um die Körperlängsachse (Genevois et al., 2007). Eine solche Asymmetrie kann durch den abweichenden Projektionswinkel der *Acetabula* und Femurköpfe im Vergleich zur korrekten Lagerung zur Verfälschung des (Sub-) Luxationsgrades der Femora führen. Bei der exakt symmetrischen Lagerung sind Größe und Form der *Foramina obturatoria*

sowie die Breite der beiden Darmbeinflügel und -säulen identisch. Die Rotationsrichtung des Beckens ist anhand der Form der *Foramina obturatoria* und Darmbeinflügel erkennbar. Das zum Röntgenisch hin rotierte *Foramen obturatum* wird im Röntgenbild kleiner abgebildet als das vom Tisch wegrotierte Foramen. Die Darmbeinschaukel der zum Tisch rotierten Seite erscheint vergrößert. Gleichzeitig wird auch die Abbildung der *Acetabula* sowie deren Relation zum jeweiligen Femurkopf durch eine Rotation des Beckens um die Längsachse beeinflusst. Auf der zum Tisch hin rotierten Seite wird das *Acetabulum* in einem tangentialen Winkel projiziert, so dass es weniger tief erscheint und der Femurkopf damit weiter lateral zu sitzen scheint (Henry, 1992). Der kraniallaterale Pfannenrand wirkt abgeflacht und der Norbergwinkel

wird kleiner (Tellhelm und Brass, 1989; Kürsteiner, 1990; Henninger und Köp- pel, 1994). Auf der kontralateralen Seite wird das *Acetabulum* tiefer projiziert, so dass sich der Norbergwinkel vergrößert, der Femurkopf besser überdacht zu sein scheint und ein eventuell vorhandener Subluxationsgrad reduziert oder vollständig verschleiert werden kann (Tellhelm und Brass, 1989) (Abb. 3 a und b).

Die Symmetrie des Beckens in Rückenlage wird in erheblichem Maß durch die Positionierung des Rumpfes beeinflusst. Wenn die Lagerung des Hundes während der Anfertigung der Aufnahmen durch haltende Personen vorgenommen wird, erleichtert die Positionierung der Ellbogen neben dem Brustkorb nahe oder auf der Tischoberfläche anstelle einer Streckung der Gliedmaßen nach vorne die Stabilisierung des Rumpfes erheblich (Abb. 4 a). Kastenförmige Lagerungshilfen oder Schaumstoffkissen mit einer Mulde erleichtern die stabile Positionierung in der korrekten Position und sind zulässig, solange sie nur auf Höhe des Thorax bzw. der Brustwirbelsäule eingesetzt werden. Eine direkte Stabilisation der Hüftregion durch Hilfsmittel ist nicht erlaubt (Abb. 4 b). Die Notwendigkeit der Anwesenheit von mindestens einer haltenden Person kann durch den Einsatz von Lagerungshilfen umgangen werden und ist im Sinne des Strahlenschutzes für das Personal generell empfehlenswert. Mit minimalem technischem Aufwand und einfachen Hilfsmitteln kann die An-



Abb. 3a und b: Röntgen des Beckens mit gestreckten Hintergliedmaßen im ventrodorsalen Strahlengang (Pos. 1). Links in korrekter symmetrischer Positionierung, rechts mit Rotation nach links (im Bild rechte Seite). Das linke *Acetabulum* liegt näher am Tisch, wird dadurch tangential projiziert und erscheint kleiner. Die Messung des Norbergwinkels ergibt einen artifiziell kleineren Wert.



Abb. 4a: Stabilisierung des Rumpfes mit Hilfe der Vordergliedmaßen.



Abb. 4b: Die Abbildung zeigt die Anwendung einer Lagerungshilfe, die nach kaudal über das Becken ragt (weiße Pfeile). Solche Lagerungstechniken sind inakzeptabel, da von lateral Druck auf die Hüftgelenke ausgeübt wird. Dies kann zur Verschleierung einer Lockerheit führen. Die Aufnahme ist zur HD-Begutachtung nicht geeignet.

wesenheit von Personen im Röntgenraum während der Anfertigung der Aufnahme vollständig überflüssig gemacht werden. So eignen sich beispielsweise flexible Binden, die über einfache Schraubzwingen am Tisch befestigt werden, um die

Hintergliedmaßen zu fixieren und zu positionieren, während der Rumpf auf Höhe der Brust in einer flachen Schaumstofflagerungshilfe liegt und die Vordergliedmaßen ebenfalls mit flexiblen Binden an den Tischecken ausgebund werden

(Abb. 5). Die Fixation der Vordergliedmaßen ist wichtig, damit der notwendige Zug auf die Hintergliedmaßen ausgeübt werden kann.

Eine besonders schwierige Situation in Bezug auf die Längsachsenrotation entsteht nicht selten bei Hunden mit Skelettanomalien wie Übergangswirbeln. Asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel können die symmetrische Lagerung des Beckens erschweren (Abb. 6) (Winkler und Loeffler, 1986; Tellhelm und Brass, 1994). In vielen Fällen muss, nachdem das Problem erkannt worden ist, eine Wiederholungsaufnahme angefertigt werden, in der die Schrägstellung des Beckens kompensiert wird, um eine symmetrische Abbildung zu erzielen (Tellhelm und Brass, 1994).

Neben der Rotation um die Längsachse muss auch die Rotation um die Querachse des Beckens vermieden werden. Diese kann auch zu Fehlprojektionen der *Acetabula* führen, in denen der Schnittpunkt von dorsaler und kranialer Pfannenkontur als Messpunkt für den Norbergwinkel nicht eindeutig identifiziert werden kann oder die Kontur des kranial-lateralen Pfannenrandes abgeflacht wirkt (Henninger und Köppel, 1994). Die Rotation des Beckens nach kaudal entsteht vor allen bei der Lagerung für die Position 1, wenn übermäßiger Zug auf die Hintergliedmaßen ausgeübt wird und ist daran zu erkennen, dass die *Foramina obturatoria*



Abb. 5: Die Bildserie zeigt eine Lagerungstechnik, die die Anwesenheit von Personal während der Aufnahme überflüssig macht. A) Der Hund wird mit Hilfe einer Schaumstoffmulde in Rückenlage symmetrisch auf dem Röntgentisch positioniert. Die Vordergliedmaßen werden nach vorne herausgezogen und mit Sandsäcken sowie flexiblen Binden am Tisch fixiert. Die Fixation der Vordergliedmaßen wirkt dem Zug, der auf die Hintergliedmaßen ausgeübt werden muss, entgegen. B) Die Hintergliedmaßen werden nach kaudal heraus gezogen und ebenfalls mit flexiblen Binden befestigt – wie hier gezeigt zum Beispiel mit Schraubzwingen, die am Tisch angebracht sind. C) Der erforderliche Grad der Einwärtsrotation der Hintergliedmaßen wird durch eine Binde erreicht, die kurz proximal der Kniegelenke um die Gliedmaßen gebunden wird. D) Während der Anfertigung der Aufnahme sind keine Personen im Röntgenraum anwesend..



Abb. 6: Röntgenbild eines Beckens im ventrodorsalen Strahlengang. Ein asymmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel (Pfeil) kann die symmetrische Lagerung des Beckens erschweren. Obwohl die kaudale Lendenwirbelsäule symmetrisch gelagert wurde, führt die Asymmetrie infolge des Übergangswirbels zu einer Längsachsenrotation des Beckenringes – die *Foramina obturatoria* und die *Alae ossis ilii* ungleichmäßig groß.



Abb. 7: Ventrodorsale Aufnahme des Beckens mit gestreckten Hintergliedmaßen. Die Aufnahme zeigt eine deutliche kaudale Rotation entlang der Querachse. Die *Foramina obturatoria* sind beidseits in kraniokaudaler Richtung verkleinert – man spricht von sogenannten „Katzenaugen“. (Pfeilspitzen markieren den korrekten Messpunkt zur Bestimmung des Norbergwinkels).

schlitzförmig erscheinen (Abb. 7). Die Gefahr der kranialen Rotation besteht vor allem für Aufnahmen in Position 2, wenn beim Anheben der Sprunggelenke der hintere Teil des Beckens mit angehoben wird.

Der im Röntgenbild erfassbare Grad der Subluxation des Femurkopfes gegenüber dem *Acetabulum* kann auch in erheblichem Maß durch die Lagerung der Gliedmaßen beeinflusst werden. So führt die nicht ausreichende Eindrehung der Gliedmaßen zu einer Abduktionsstellung der Femora, durch die Subluxationen deutlich vermindert und vorhandene Lockerheiten somit verschleiert werden können (Abb. 8 a und b) (Tolhuysen, 1997). Durch die korrekte Einwärtsdrehung der Hintergliedmaßen liegt die *Patella* jeweils zwischen den beiden *Fabellae* (Tellhelm und Brass, 1989). Bei einer zu starken Innenrotation (Abb. 9 a und b) ist die *Patella* zu weit nach medial projiziert und eine Subluxation kann maskiert werden – vermutlich durch die Straffung der Gelenkkapsel bei der Einwärtsdrehung. Bei einer zu geringen Rotation liegt die *Patella* zu weit lateral. Wichtige Befunde, wie Osteophyten in der Region der *Fossa trochanterica* können durch

Summationseffekte verloren gehen (Morgan et al., 2000).

Bei einer zu geringen Streckung der Hintergliedmaße wird die *Patella* nicht wie angestrebt auf Höhe der *Fabellae* sondern proximal davon abgebildet (Abb. 10 und 11).

Bei sehr gut bemuskelten Hunden ist eine optimale Streckung bei gleichzeitiger ausreichender Innenrotation häufig nicht möglich. Nach Erfahrung der Autoren

sollte bei diesen Hunden zu Gunsten der Parallelität und korrekten Einwärtsrotation die Streckung der Gliedmaßen um das eben notwendige Maß reduziert werden. Dabei ist es essentiell darauf zu achten, **die Hintergliedmaßen zunächst in angehobener Position einzudrehen und parallel zu halten, bevor sie gestreckt werden**, bis die Knie wieder beginnen, nach außen zu rotieren.

Mit Ausnahme sehr kleiner Patienten er-



Abb. 8a und b: Röntgen des Beckens eines Hundes im ventrodorsalen Strahlengang. Im linken Bild in Abduktionsstellung (*Patella* nach lateral projiziert): Ergebnis HD A beidseits. Rechts mit verbesserter Streckung und verringerter Abduktionsstellung (*Patella* weiter medial): Ergebnis HD D aufgrund Lockerheit rechts.

fordert die Anfertigung qualitativ hochwertiger Röntgenaufnahmen mit einer ausreichenden Detailerkennbarkeit in der Hüftregion die Verwendung eines Streustrahlenrasters. Die angewandte Röntgentechnik muss gewährleisten, dass der dorsale Pfannenrand einwandfrei zu beurteilen ist. Dies beinhaltet neben der Wahl der korrekten Belichtung auch Kennparameter des Aufzeichnungssystems. Die Detailerkennbarkeit ist in konventionellen Röntgenaufnahmen wegen des vergleichsweise hohen Auflösungsvermögens von Film-Folien-Systemen weniger problematisch. Qualitative Mängel können im konventionellen Röntgen durch Belichtungsfehler zustande kommen. Am **häufigsten sind jedoch technische Mängel bei der Entwicklung** wie zum Beispiel eine falsche Entwick-

lertemperatur, verbrauchte Entwicklerlösung oder mangelhafte Fixierung (Abb. 12). Bei Störungen der Regeneration (ungenügende Wartung) kann das auch bei maschineller Entwicklung auftreten. Im digitalen Röntgen führen Fehlbelichtungen im Gegensatz zu konventionellen Systemen aufgrund des hohen Belichtungsumfangs digitaler Systeme seltener zu nicht auswertbaren Aufnahmen. Dennoch ist die Verwendung digitaler Systeme bei weitem keine Garantie für eine hohe Bildqualität. Die Hauptursachen für Qualitätsmängel sind hier falsch eingestellte Auslesealgorithmen, die zu einem Verlust an Detailerkennbarkeit, z. B. durch eine viel zu hohe Kontrast- oder Kantenanhebung führen können. Weiterhin ist zu beachten, dass im digitalen Röntgen ein direkter Zu-

sammenhang zwischen der Dosis und der Bildqualität besteht. Obwohl aufgrund des hohen Belichtungsumfangs digitaler Systeme auch mit einer zu niedrig gewählten Dosis ein Graustufenmuster berechnet wird, das einer korrekten Belichtung entspricht, kann der Verlust an Detailerkennbarkeit mit sinkender Dosis erheblich sein, weil sich das Signal-zu-Rausch-Verhältnis verschlechtert und ein grobkörniges Bild entsteht (Abb. 13 a und b). Der Quantenwirkungsgrad (DQE) ist ein Maß für die Empfindlichkeit der digitalen Systeme. Der DQE gibt an, wie hoch die relative Anzahl der Röntgenquanten am Detektorsystem sein muss, damit verwertbare Bildinformationen erzeugt werden können. Der DQE von einigen Systemen reicht nicht aus, um akzeptable Aufnahmen von Körperregionen wie der Hüfte zu erzeugen, in denen aufgrund des Körperumfangs bzw. der Gewebedicke, die durchdrungen muss, viele Röntgenquanten absorbiert werden. Die Qualität von Aufnahmen weniger dicker Regionen, wie zum Beispiel der Ellbogen, ist bei solchen Systemen durchaus akzeptabel, während die Hüftaufnahmen in ihrer Detailerkennbarkeit mangelhaft sind (Abb. 14).



Abb. 9a und b: Röntgen des Beckens im ventrodorsalen Strahlengang. In Abbildung 9a mit vermehrter Innenrotation des Femur, die *Patella* wird nach medial projiziert (weißer Pfeil). Der Gelenkspalt ist kongruent. In Abbildung 9b mit korrekter Positionierung und verringerter Innenrotation: Die *Patella* projiziert sich mittig über das distale Femur (weißer Pfeil), der Gelenkspalt ist medial erweitert (weißer Pfeil).

Befunde und Besonderheiten

Zur Beurteilung und Graduierung der Hüftgelenkdysplasie bestehen weltweit zahlreiche Graduierungsschemata. Die wohl größte Bedeutung im europäischen Raum haben das **System der FCI** (Fédération Cynologique Internationale), das sogenannte Schweizer Punkteschema und das britische Punkteschema. In den USA werden sowohl das Schema der OFA (Orthopedic foundation for Animals) als auch das sogenannte PennHip-Röntgen angewandt. Im Folgenden wird besonders auf die Beurteilung mit Hilfe des FCI-Systems, das in Deutschland bei offiziellen Auswertungen zum Einsatz kommt, eingegangen.

Die Beurteilung basiert zum Einen auf der Feststellung **primärer** Kriterien der Dysplasie:

- Der abweichenden Ausformung des Hüftgelenkes mit daraus folgender Inkongruenz (Löffler, 1990; Farrell,

2007; Linnmann, 2012),

- dem Grad der Gelenklockerheit (Denny und Butterworth, 2000) sowie zum Anderen auf
- der Ausformung der Gelenkpfanne (Köppel, 1991) und des Hüftkopfes (Schimke, 2007).
- Diese Kriterien werden in einem weiteren Schritt durch sogenannte „**sekundäre** Kriterien“, das heißt arthrotische Veränderungen ergänzt (Anderson, 2011).



Abb. 10: Röntgen des Beckens im ventrodorsalen Strahlengang (Pos. 1) mit unzureichender Streckung.



Abb. 12: Mangelhafte Fixierung beim Entwickeln konventioneller Röntgenbilder führt zur bräunlich-gelben Verfärbung. Farbschleier-Bildung.

Schrittweise Beurteilung des Hüftgelenkes im Röntgenbild

Der erste Schritt der Röntgenbildbeurteilung beinhaltet die Bewertung der vorliegenden Aufnahmen hinsichtlich der technischen Qualität und der Lagerung.

Sofern die Röntgenaufnahmen eine ausreichende Qualität aufweisen, kann die schrittweise Befundung durchgeführt werden. Im nächsten Schritt wird die **Beckenpfanne** beurteilt: Das „normale“ *Acetabulum* sollte tief ausgebildet sein und mit dem Femurkopf einen kongruenten Gelenkspalt formen d. h. die vordere Kontur der Beckenpfanne und die Kopfkontur verlaufen **parallel**. Die optimale kraniale Kontur des *Acetabulum* wird als „rund auslaufend“ oder „nachfassend“ bezeichnet und folgt der Kontur des Femurkopfes (Abb. 15). Einige Rassen weisen ein „horizontal auslaufendes“ *Acetabulum* auf (Abb. 16). Bei einigen Hunden ist eine Abschrägung der kranialen Begrenzung des *Acetabulum* als Normvariante feststellbar: Es handelt sich dabei um die *Area m. recti femoris*, eine anatomische Struktur (Abb. 17) (Linnmann, 2012). Im Gegensatz zu den genannten physiologischen Befunden ist eine kranio-laterale Abflachung des *Acetabulum*-randes als pathologisch zu betrachten (Löffler, 1990) (Abb. 18).

Der **Gelenkspalt** sollte in der gestreckten ventrodorsalen Aufnahme bis zur Bandgrube am Femurkopf gleichmäßig schmal sein. Liegt eine mediale Erweiterung



Abb. 13a und b: Unterbelichtung bei digitaler Radiographie: Die rechte Abbildung (b) zeigt ein sogenanntes „Rauschen“ als Anzeichen einer Unterbelichtung im digitalen Röntgenbild. Für das linke Röntgenbild (a) wurde eine korrekte Exposition eingesetzt.

des Gelenkspaltes vor, spricht man von einer „Divergenz“. Diese wird zunächst subjektiv beurteilt. Eine Divergenz des Gelenkspaltes spricht für eine Gelenkinkongruenz und Lockerheit (Loeffler, 1990). Der Einfluss der Lagerung auf die Divergenz des Gelenkspaltes wird in Abbildung 19 dargestellt.

Als **subchondrale Sklerose** wird eine Verdichtung der Knochenstruktur an der kranialen Pfannenkontur bezeichnet. Die



Abb. 11: Röntgen des Beckens im ventrodorsalen Strahlengang (Pos.1). Die *Patella* wird beidseits sogar distal der *Fabellae* projiziert. Dennoch liegt eine unzureichende Streckung mit „Anheben“ der distalen Oberschenkel und Beugung der Kniegelenke vor. Beide *Femura* erscheinen verkürzt und weisen eine projektionsbedingte distale Verbreiterung auf. Diese Röntgentechnik ist inakzeptabel da Gelenklockerheiten verschleiert werden können. Die Aufnahme ist zur HD-Begutachtung ungeeignet.



Abb. 14: a und b: System mit unzureichender DQE: Die Qualität von Aufnahmen weniger dicker Regionen, wie zum Beispiel der Ellbogen, ist akzeptabel, während die Hüftaufnahmen in ihrer Detailerkennbarkeit mangelhaft sind.

Abb. 14c: Ein unpassender Algorithmus führt zu unbrauchbaren Röntgenbildern



Abb. 15: Ausschnitt aus einer ventrodorsalen Aufnahme des linken Hüftgelenkes. Das Acetabulum ist „rund auslaufend“ (Pfeil). Das Femurkopffzentrum liegt medial des dorsalen Pfannenrandes. (HD A).



Abb. 16: Ausschnitt aus einer ventrodorsalen Aufnahme des linken Hüftgelenkes. Das Acetabulum ist „horizontal auslaufend“ (Pfeil).



Abb. 17: Abflachung an der Area recti femoris. Die abgeflachte Region ist an der Gelenkbildung nicht beteiligt. Der Norbergwinkel wird am Gelenkrand (weißer Pfeil) bestimmt.



Abb. 18: Ausschnitt aus einer ventrodorsalen Aufnahme des linken Hüftgelenkes. Der Acetabulumrand ist kraniallateral abgeflacht. Gleichzeitig ist die Sklerose an der lateralen Kontur stärker ausgeprägt als medial. Der Gelenkspalt ist deutlich divergent. Es ist eine unscharf begrenzte Kragen- und Morgan-Linie sichtbar (HD D).

Verdichtung sollte fein gezeichnet und gleichmäßig sein. Ist sie zum lateralen Pfannenrand hin betont und nach medial reduziert (!), kann es sich um eine Antwort auf eine vermehrt lateralisierte Belastung und damit auf eine Instabilität handeln (Abb. 20). Eine im Verlauf der gesamten Begrenzung gleichmäßig oder nur in der Mitte verbreiterte Sklerose ist nicht immer pathologisch, kann häufiger bei großen und schweren Hunden beobachtet werden und sollte im Zweifelsfall mit weiteren Befunden korreliert werden (Flückiger, 1993; Boos, 1996).

Der Oberschenkelkopf sollte insgesamt kugelförmig sowie gut vom Hals abgesetzt sein und weist weder knöcherne Neuformationen und Auflagerungen noch

eine Morgan-Linie auf. Kragenlinienbildung, Deformation und „Lippenbildung“ sind als Hinweise auf unphysiologische Belastung durch Malformation und sekundäre Arthrosen zu werten (Abb. 21). Das Zentrum des Femurkopfes sollte medial des dorsalen Pfannenrandes liegen (Abb. 15).

Schließlich erfolgt die Messung des „Winkels nach Norberg“. Diese Messung dient dazu, die Lage des Femurkopfes im Verhältnis zum Acetabulum, soweit möglich, zu objektivieren. Ein optimales Verhältnis des Femurkopffzentrums zum kraniallateralen Pfannenrand wird durch einen Norbergwinkel von über 105° widerspiegelt. Ein Winkel von 105° wird für alle Rassen gleicher-



Abb. 19 a und b: Ventrodorsale Aufnahme des Beckens mit weniger (a) und mehr Streckung und Einwärtsdrehen der Hintergliedmaßen (b). Abbildung b zeigt die deutliche Divergenz des Gelenkspaltes auf der linken Seite (rechts im Bild) (HD C).

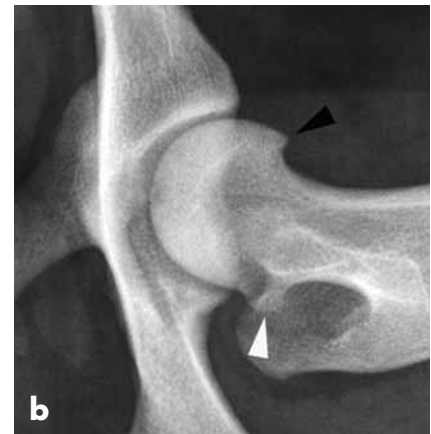


Abb. 20: Ausschnitt aus einer ventrodorsalen Aufnahme des linken Hüftgelenkes. Die subchondrale Sklerose ist deutlich verbreitert, lateral deutlicher als medial. Der kraniolaterale Pfannenrand ist abgeflacht und der Gelenkspalt ist divergent (HD C).

Abb. 21 a und b: Ausschnitte aus einer ventrodorsalen Aufnahme des linken Hüftgelenkes in Streckung (a) und mit abgewinkelten Gliedmaßen (b, Position 2). Die schwarzen Pfeilspitzen markieren die Kragenlinie, die sich in Position 2 als „Lippenbildung“ wiederfindet. Die weißen Pfeilspitzen markieren die Morgan-Linie, die durch eine „Kantenbildung“ in Position 2 repräsentiert wird.

maßen als optimal angenommen. Einige Untersuchungen, die dieses Vorgehen unterstützen, haben gezeigt, dass bei Hunden unterschiedlicher Rassen mit einem Norbergwinkel unter 100° arthrotische Veränderungen häufiger auftreten. *Harhoff-Riepe* konnte 1997 einige rassespezifische Normwerte für den Norbergwinkel feststellen. Allerdings konnte in allen Fällen eine Korrelation zwischen einem „kleinen“ Norbergwinkel und dem Auftreten von Arthrosen beobachtet werden. Es ist darauf zu achten, dass bei jeder Messung die korrekten Knochenpunkte als Referenz herangezogen werden, um ungenaue und falsche Messungen zu vermeiden. Zur Messung wird das Zen-

trum des Femurkopfes auf beiden Seiten aufgesucht. Eine Grundlinie verbindet die beiden Femurkopfmittelpunkte und dient als Basis der Winkelmessung. Im Anschluss wird der zweite Schenkel des Winkels durch das Femurkopffzentrum bis zum kraniolateralen Acetabulumrand gelegt. Häufig entstehen Messfehler durch falsches oder ungenaues Ansprechen des Femurkopfmittelpunktes oder durch die Wahl eines Referenzpunktes am kraniolateralen Pfannenrand, der nicht an der Gelenkbildung beteiligt ist. Bei einem dysplastischen Hüftgelenk darf nur der Teil des *Acetabulum* in die Messung einbezogen werden, der die Grenze der Kontaktfläche von Femurkopf

und Pfanne repräsentiert. Häufig schließt sich lateral noch der abgeflachte Rand an. Zusätzlich sollte aus den genannten Gründen das Messergebnis des Norbergwinkels immer mit weiteren Befunden (wie zum Beispiel Arthrosen) korreliert werden. Beispiele für korrekte und fehlerhafte Bestimmungen des Norbergwinkels sind in Abbildung 22 aufgezeigt.

Varianten und rassespezifische Besonderheiten

Um Befunde sicher interpretieren zu können, ist grundlegendes Wissen über rassespezifische Besonderheiten unverzichtbar. *Linnmann (2012)* gibt über die



Abb. 22a und b: Fehlerhafte Bestimmung des Norbergwinkels: Häufig entstehen Messfehler durch falsches oder ungenaues Ansprechen des Femurkopfmittelpunktes oder durch die Wahl eines Referenzpunktes am kranial-lateralen Pfannenrand, der nicht an der Gelenkbildung beteiligt ist (weiße Linie). Bei einem dysplastischen Hüftgelenk darf nur der Teil des *Acetabulum* in Messung einbezogen werden, der die Grenze der Kontaktfläche von Femurkopf und Pfanne repräsentiert (schwarze Linie).



Abb. 23a: Ausschnitt aus einer ventrodorsalen Aufnahme des linken Hüftgelenkes (Pos. 1). Die prominente Knochenkante (Pfeilspitzen) repräsentiert den Bereich der ehemaligen Wachstumsfuge und sollte nicht mit einer Kragenlinie verwechselt werden.



Abb. 23b: Ventrodorsale Aufnahme (Pos. 2) des Beckens aus Abbildung 23a: Am kaudalen Rand des Femur sind keine osteophytären Zubildungen sichtbar. Der Befund aus Abbildung 23a wird hiermit bestätigt.

unterschiedlichen Gelenkkonformationen einen anschaulichen Überblick. Bereits 1972 wurden in einer Untersuchung von *Scartazzini et al.* rassespezifische Unterschiede am *Acetabulum* festgestellt: Boxer und Labrador Retriever weisen flachere *Acetabula* auf als Bernhardiner oder Berner Sennenhunde. Die am deutlichsten abweichende Form des Femurkopfes und *Acetabulum* kann bei chondrodystrophen Rassen (Beispiel Teckel) gefunden werden. Das *Acetabulum* beim Teckel ist längsoval (*Richter und Löffler, 1976*). Die Wachstumsfuge des proximalen Femur ist prominent und sollte nicht mit einer Kragenlinie, bei der es sich um ein Anzeichen arthrotischer

Veränderungen handelt, verwechselt werden (Abb. 23).

Besenstielartige Femurkopf-Konformation

Besonders beim Deutschen Schäferhund wurde eine sogenannte „besenstielartige“ Femurkopf-Hals-Konformation beschrieben, bei welcher der schlanke Femurhals ohne deutliche Abgrenzung in den etwas kleineren Femurkopf übergeht (*Wigger, 2006*). Diese Konformation konnte in der Untersuchung bei 60 % der Deutschen Schäferhunde festgestellt werden. Es bestehen Hinweise auf die Erbllichkeit dieser speziellen Ausformung der Hüfte. Eine besondere Prädisposition für die

Hüftgelenksdysplasie scheint sie jedoch nicht darzustellen. Ein weiteres Indiz für das Vorliegen einer Normvariante zeigt sich bei der Auswertung der besenstielartigen Femora in der Röntgenaufnahme in Position 2: In dieser Position gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen „normalen“ und „besenstielartigen“ Femurköpfen. Die besenstielartige Konformation sollte daher nicht als pathologisch angesehen werden (Abb. 24 a und b). Im Gegensatz zur besenstielartigen Konformation liegt zum Beispiel beim Rottweiler häufiger eine deutlich gedrungene Femurkopfform vor (Abb. 25).

Einziehung des dorsalen Pfannendaches

Die dorsale Kontur des *Acetabulum* stellt sich bei unterschiedlichen Rassen leicht konkav dar. Durch diese Normvariante kann es vorkommen, dass das Femurkopfczentrum auf der dorsalen Pfannenkontur oder sogar außerhalb liegt, ohne dass eine dysplastische Veränderung vorliegt. Besonders häufig zu beobachten ist die Einziehung zum Beispiel bei Deutschen Doggen (Abb. 26) und laut einer Studie von *Noll (1998)* in unterschiedlicher Ausprägung bei Briards und Boxern. Malinois und Airedale Terrier weisen eine abgeflachte S-förmige Begrenzung des *Acetabulum* auf.

Morgan-Linie: Frühe Anzeichen einer Umstrukturierung?

Die Bedeutung der Morgan-Linie (auch als „caudolateral curvilinear osteophyte“ /CCO bezeichnet) wurde von *Morgan (1987)* beschrieben. Es handelt sich dabei um eine **lineare Knochenzubildung am kaudalen Femurhals**. *Mayhew et al. (2002)* können unterschiedlich häufiges und unterschiedlich ausgeprägtes Auftreten der Morgan-Linie bei unterschiedlichen Rassen beobachten. Außerdem weisen 25,1 % der Hunde mit einer Morgan-Linie Anzeichen einer degenerativen Gelenkerkrankung auf und zeigen ein 7,9-fach erhöhtes Risiko, an einer degenerativen Gelenkveränderung zu erkranken. Nicht alle Hunde mit Morgan-Linie weisen Veränderung im Sinne einer Dysplasie oder Arthrose auf. Gelenke mit Morgan-Linie sollten daher nicht

generell als dysplastisch verändert bezeichnet werden. Laut *Flückiger (2007)* kann eine Morgan-Linie bei großen und schweren Hunden ohne Dysplasie beobachtet werden (Abb. 27). Weiterhin kann die Morgan-Linie mit der sogenannten „Puppy-line“ verwechselt werden. Diese Verdichtungslinie wurde von *Powers 2004* beschrieben und wird vor allem bei jungen Hunden beobachtet. Im Gegensatz zur Morgan-Linie zeigt sich die „Puppy-line“ feiner, kürzer und mit geradlinigerem Verlauf und ist nicht mit dem Auftreten einer Hüftgelenksdysplasie korreliert. Die Puppy-line tritt bei sehr jungen Hunden auf und verschwindet bis zum Alter von ca. 18 Monaten wieder vollständig. Vermehrte Innen- oder Außenrotation des Femur auf der ventrodorsalen Röntgenaufnahme in Position 1 kann die Morgan-Linie verdeutlichen oder verschleiern. Als Konsens innerhalb der deutschen „Gesellschaft für Röntgendiagnostik genetisch beeinflusster Skeletterkrankungen beim Kleintier“ – GRISK gilt, dass die Morgan-Linie bei ansonsten gesunden Gelenken nicht als arthrotische Zubildung gewertet werden muss. Um genauer bestimmen zu können, welcher Ausprägungsgrad einer Morgan-Linie vorliegt, kann die ventrodorsale Aufnahme mit gestreckten Hintergliedmaßen (Position 1) durch eine Aufnahme mit abgewinkelten Gliedmaßen (Position 2) ergänzt werden. Die Morgan-Linie wird



Abb. 24a: Ventrodorsale Aufnahme der Hüftgelenke bei einem Deutschen Schäferhund (Pos. 1): Die Hüftgelenke weisen eine „besenstielartige“ Femurkopfhals-Formation auf. Sollte man hier nicht nur einen Ausschnitt, z. B. vo rechts bringen. Wird sonst vielleicht zu klein.



Abb. 24b: Ventrodorsale Aufnahme der Hüftgelenke bei einem Deutschen Schäferhund (Pos. 2): Auf Röntgenbildern in Position 1 lag eine deutliche besenstielartige Konformation der Femurköpfe vor. Diese ist in Position 2 nicht nachvollziehbar. Die Femurköpfe sind rund.

dann als sogenannte „Kante“ sichtbar (Abb. 21).

Kaudale Subluxation und kleiner Norbergwinkel bei kleinen und Miniaturrassen

Bei kleinen und Miniaturrassen kann gelegentlich eine kaudale Subluxation eines oder beider Femurköpfe beobachtet werden. Weitere Hinweise auf eine Dysplasie sind meist nicht vorhanden. Die Bedeutung dieser Lockerheit und auch die Gewichtung in Hinblick auf die HD-Einstufung sind nicht eindeutig geklärt. Fraglich ist zusätzlich, ob die kaudale

Subluxation durch übermäßige Streckung und Traktion provoziert werden kann (iatrogene Subluxation). Bei ansonsten optimalen Gelenken und einem ausreichend großen Norbergwinkel sollte der kaudalen Subluxation bei der Graduierung nur eine geringe Bedeutung zugesprochen werden (Abb. 28). Bei kleinen und Miniaturrassen liegt der Norbergwinkel auch bei normalen Gelenken häufig unter dem Normwert von 105° (Abb. 30).

Auch bei mittelgroßen und großen Hunderrassen kann ein Norbergwinkel unter 105° bei ansonsten hervorragenden Gelenken auftreten. Nach Meinung der Autoren



Abb. 25: Ventrodorsale Aufnahme des Hüftgelenkes beim Rottweiler mit gestreckten Hintergliedmaßen: Die Femurköpfe erscheinen rund und der Übergang zum Femurhals ist „gedrungen“. Es bestehen keine Hinweise auf eine Dysplasie.



Abb. 26: Ventrodorsale Aufnahme (Pos. 1) des Beckens einer Deutschen Dogge: Die dorsale Pfannenkontur ist S-förmig nach medial eingezogen.



Abb. 27: Ventrodorsale Aufnahme der Hüftgelenke bei einem Labrador Retriever. Bei normaler Beckenkongformation ist beiderseits eine feine Morgan-Linie sichtbar. Diese sollte im vorliegenden Fall nicht als pathologisch gewertet werden (HD A mit Morgan-Linie).



Abb. 28: Ventrodorsale Beckenaufnahme mit gestreckten Hintergliedmaßen bei einem Lhasa Apso. Vor allem bei kleinen Hunden kann häufiger eine sogenannte kaudale Subluxation (linke Hüfte) beobachtet werden, deren Relevanz in Hinblick auf die Hüftgelenkdysplasie fraglich ist.

sollte in solchen Fällen eine Einstufung als HD-frei (HD A) erfolgen (Abb. 31).

Beeinflussung der Befunde durch fehlerhafte Lagerung und Technik

Verkippen zur Seite – Rotation des Beckens entlang der Längsachse

Wie bereits in der Einleitung erwähnt erscheint dieser Lagerungsfehler einer der häufigsten zu sein und ist daher auch oft Grund für die Unbrauchbarkeit der Bilder zur HD-Begutachtung. Genevois et al. (2007) konnten in ihrer Studie feststellen, dass 29,8 % von 7012 Rönt-

genbildern eine Rotation aufweisen. Die Rotation erfolgt in dieser Studie häufiger nach links als nach rechts und führt bei 5,2 % der Röntgenbilder dazu, dass sie abgelehnt werden.

Verkippen nach kranial oder kaudal – Rotation des Beckens entlang der Querachse

Ein weiterer Lagerungsfehler bei Aufnahmen in Position 1 ist das Verkippen nach kaudal („Hohlkreuz“). Dabei ist das Becken häufig im Röntgenbild symmetrisch gelagert, die fehlerhafte Lagerung daher schwieriger feststellbar. Die *Foramina obturatoria* weisen allerdings

eine annähernd „mandelförmige“ oder „katzenaugen-artige“ Deformation auf (Abb. 7) und erscheinen verkleinert, das Becken verkürzt. Durch die Rotation erscheint der kraniallaterale Pfannenrand abgeflacht und weist mehrere Schnittpunkte auf. Die klassische Messstelle am Schnittpunkt dorsale/kraniale Pfannenkontur verlagert sich nach medial. Der Norbergwinkel kann dadurch um bis zu 10 % verkleinert sein. Der eigentliche Messpunkt (kraniale/kranioventrale Pfannenkontur) liegt weiter lateral. Das Verkippen nach kranial kann vor allem bei Röntgenaufnahmen in Position 2 (mit angewinkelten Gliedmaßen) auftreten. Durch die Rotation erscheinen die *Foramina obturatoria* vergrößert. Der kaudale Anteil des Beckenringes erscheint „verlängert“. Die kraniale Pfannenkontur ist lateral schlecht abgrenzbar.

Unzureichende Streckung

Im ersten Abschnitt wurde bereits darauf eingegangen, dass eine unzureichende Streckung dazu führen kann, dass tatsächlich „lockere“ Hüften nicht diagnostiziert werden können. Ein Anzeichen unzureichender Streckung ist die Position der *Patella* im Verhältnis zu den *Fabellae* und die Form des Femurhalses.



Abb. 31: Auch bei mittelgroßen und großen Hunden kann ein Norbergwinkel unter 105° bei sehr guten Gelenken beobachtet werden. Die Hüftgelenke in Abbildung 31 weisen einen Norbergwinkel von 100° auf. Das Femurkopffzentrum (schwarzer Punkt) liegt medial und der Gelenkspalt ist kongruent. Es sind keine weiteren Anzeichen einer Dysplasie ersichtlich; aus Sicht der Autoren sollten ansonsten perfekte Gelenke nur wegen eines kleineren Norbergwinkels nicht als Übergangsform (HD B) sondern als normal (HD A) eingestuft werden.

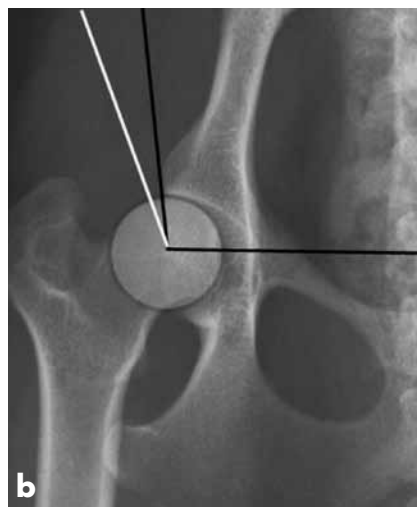
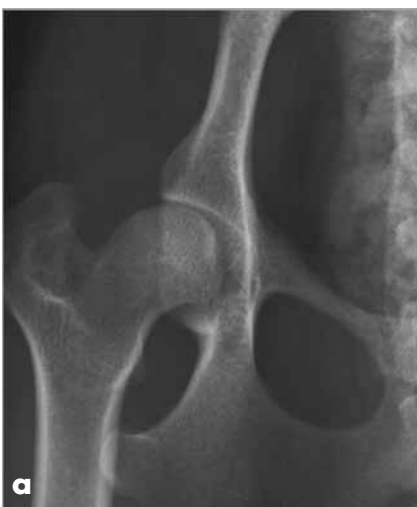


Abb. 30a und b: Ausschnitt des linken Hüftgelenkes aus einer ventrodorsalen Aufnahme. Bei kleinen und Miniaturrassen liegt der Norbergwinkel (schwarze Linie) auch bei sonst „normalen“ Gelenken häufig unter dem Normwert von 105° (weiße Linie).

A	Keine Hinweis auf HD / Normal	Femurkopf und <i>Acetabulum</i> sind kongruent. Die vordere Pfannenkontur ist scharf begrenzt mit schmaler, gleichmäßiger subchondraler Sklerose und rund auslaufendem kraniallateralem Pfannenrand. Der Gelenkspalt ist gleichmäßig schmal. Der Norbergwinkel beträgt etwa 105°. Bei hervorragenden Gelenken umfasst der kraniallaterale Pfannenrand den Femurkopf nach kaudolateral.
B	Grenzfall / Übergangsform / Fast normal	Femurkopf und <i>Acetabulum</i> sind gering inkongruent, der Norbergwinkel beträgt etwa 105°, oder Femurkopf und <i>Acetabulum</i> sind kongruent und der Norbergwinkel ist kleiner als 105° (Ursprüngliche Definition. Die letzte von 1993 ist fehlerhaft definiert).
C	Leichte HD	Femurkopf und <i>Acetabulum</i> sind inkongruent, der Norbergwinkel liegt etwa bei 100° und/oder es besteht eine geringe Abflachung des kraniallateralem Pfannenrandes. Geringgradige, arthrotische Veränderungen an Pfanne oder/und Femurkopf können vorliegen.
D	Mittlere HD	Es liegt eine deutliche Inkongruenz zwischen subluxiertem Femurkopf und <i>Acetabulum</i> vor. Der Norbergwinkel ist größer als 90° (nur als Referenz). Der kraniallaterale Pfannenrand ist abgeflacht und/oder es bestehen arthrotische Veränderungen.
E	Schwere HD	Es liegen erhebliche dysplastische Veränderungen des Hüftgelenkes vor, wie Luxation oder erhebliche Subluxation. Der Norbergwinkel ist kleiner als 90°. Es besteht eine offensichtliche Abflachung des kraniallateralem Pfannenrandes, eine Deformation des Femurkopfes (pilzförmig, abgeflacht) oder andere Zeichen einer Arthrose.

Tabelle 2: Übersicht zu besonderen Einflüssen bei der HD-Beurteilung. HD-Grade nach FCI.

Unzureichendes oder übermäßiges Einwärtsdrehen

Bei unzureichender Innenrotation der Gliedmaße erscheint der Femurhals verkürzt. Geringe osteoarthrotische Veränderungen können verschleiert werden, der Gelenkspalt kann eine deutlichere Divergenz aufweisen.

Bei übermäßiger Innenrotation können eine Divergenz und osteoarthrotische Veränderungen verschleiert werden. Sofern eine Morgan-Linie vorhanden ist, wird diese je nach Grad der Rotation deutlicher (Innenrotation) oder weniger deutlich (Außenrotation) sichtbar.

Zusammenfassung

Bei der Beurteilung von HD-Röntgenbildern sollten nicht nur die zugrundeliegende Röntgentechnik sondern auch Rasseunterschiede, Normvarianten und Lagerungsfehler berücksichtigt werden. Weiterhin sollten Messungen im Zweifelsfall wiederholt und Befunde immer im Kontext mit weiteren Befunden und der Messung des Norbergwinkels betrachtet werden.

Literatur:

- Anderson, A. (2011): Treatment of hip dysplasia. *Journal of Small Animal Practice*, 52: 182-189.
- Boos, J. M. (1996): Die standardisierte

Beurteilung von Hüftgelenk-Röntgenaufnahmen von Hunden auf Hüftgelenkdysplasie. *Vet Med. Diss., Zürich*.

3. Denny, H. R., S. J. Butterworth (2000): A guide to canine and feline orthopedic surgery. 4. Aufl., Blackwell.

4. Farrell, M., Clements, D. N., Mellor, D., et al. (2007): Retrospective evaluation of the long-term outcome of non-surgical management of 74 dogs with clinical hip dysplasia. *The Veterinary Record* (160):506-511.

5. Flückiger, M. (1993): Die standardisierte Beurteilung von Röntgenbildern von Hunden auf Hüftgelenkdysplasie. *Kleintierpraxis*, 38:693-702.

6. Genevois, J. P., Cachon, T., Fau, D., et al. (2007): Canine hip dysplasia radiographic screening. Prevalence of rotation of the pelvis along ist length axis in 7,012 conventional hip extended radiographs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 4:296-298.

7. Harhoff-Riepe, L. (1997): Die Übertragbarkeit des FCI-Bewertungssystems zur Beurteilung der Hüftgelenkdysplasie kleiner und mittelgroßer Hunderassen unter Besonderer Berücksichtigung des Norberg-Winkels. *Vet.Med.Diss., Berlin*.

8. Henninger, W., E. Köppel (1994): Die Bedeutung des kraniallateralem Pfannenrandes für die HD-Beurteilung. *Tierärztliche Praxis* 22:278-285.

9. Henry, G. A. (1992): Radiographic development of canine hip dysplasia. *Veterinary Clinics of North America – Small Animal Practice* 22:559-578.

10. Köppel, E. (1991): Zur Entwicklung der Articulatio coxae und radiologischen Frühdiagnostik der Hüftgelenkdysplasie des Hundes.

Enke, Stuttgart.

11. Kürsteiner, D. (1990): Untersuchungen zur Validität der heute üblichen Kriterien bei der röntgenologischen Diagnose der Hüftgelenkdysplasie des Hundes. *Vet Med Diss, Zürich*.

12. Linnmann, S. M. (2012): Die Hüftgelenkdysplasie des Hundes. 2. Aufl., Veterinärspiegel Verlag, Berlin.

13. Löffler, K. (1990): In: Hüftgelenkdysplasie bei Hunden. Enke, Stuttgart

14. Löffler, K. (1990): Die Bedeutung der Lagerung bei der röntgenologischen HD-Beurteilung. *Waltham Report, Effem Hamburg*, 41-48.

15. Mayhew, P. D., P. J. McKelvie, D. N. Biery et al. (2002): Evaluation of a radiographic caudolateral curvilinear osteophyte on the femoral neck and ist relationship to degenerative joint disease and distraction index in dogs. *JAVMA*, 220(4): 472-476.

16. Morgan, J. P. (1987): Canine hip dysplasia. Significance of early bony spurring. *Vet Radiol* 28:2-5.

17. Morgan, J. P., A. Wind, A. P. Davidson (2000): Hereditary bone and joint diseases in the dog: osteochondroses, hip dysplasia, elbow dyplasia. *Schlütersche, Hannover*.

18. Noll, D. (1998): Rassespezifische Merkmale an Röntgenaufnahmen von Hüftgelenken beim Hund. *Vet.Med.Diss., Berlin*.

19. Powers, M. Y., D. N. Biery, D. F. Lawler et al. (2004): Use of the caudolateral curvilinear osteophyte as an early marker for future development of osteoarthritis associated with hip dysplasia in dogs. *JAVMA*, 225 (2): 233-237.

20. Protokoll FCI-Workshop on Hip Dysplasia, Kopenhagen, März 18, 2006.

21. Richter, V., Löffler, K. (1976): Rassespezifische Merkmale am Becken des Hundes. *Dtsch.*

	Befund	Häufig physiologisch bei...	Fehlinterpretiert als
Rasse	Walzenförmiger Kopf	Chondrodystrophen Hunden: Dackel, Beagle, Bracke	Dysplastisch
	Prominente Knochen- kante an der Epiphy- senfuge	chondrodystrophen Hunden: Dackel, Beagle, Bracke	Kragelinie
	Norbergwinkel < 105°	kleinen Hunden/ Mini- turrassen	Flaches <i>Acetabulum</i>
	Besenstielartige Femurkopf-Hals- Formation	Deutscher Schäferhund	Dysplastischer Femurkopf
	Plumper Femurkopf- Hals-Übergang	Rottweiler	Walzenförmige Deformation
	Kaudale Subluxation	Shi Tsu, Mini-Aussie, Terrier (Miniaturrasen)	Gelenklockerheit aufgrund Dysplasie
		Lagerungsfehler	Resultierender Röntgen- befund
Lagerung	Längsachsenasymmetrie	Verkleinerung Norberg- winkel, Abflachung <i>Acetabulum</i>	Unilaterale Dysplasie
	Verkippen nach dorsal	Scheinbare Vertiefung des <i>Acetabulum</i> , Norberg- winkel lateral gemessen vergrößert	Gegebenenfalls Verbesse- rung des Befundes durch fehlerhafte Bestimmung des Norbergwinkels bei dysplas- tischen Gelenken
	Verkippen nach ventral	Geringe Abflachung der <i>Acetabula</i>	Gegebenenfalls Verschle- chterung des Befundes durch fehlerhafte Bestimmung des Norbergwinkels bei nicht dysplastischen Gelenken
	Unzureichende Streckung	Kongruenter Gelenkspalt	Verschleierung Gelenklocke- rheit, verbesserte Einstufung
	Unzureichende Eindrehung	Geringe Divergenz des Gelenkspaltes oder Verschleierung der Lockerheit Kragelinie deutlicher	Je nach Rotation geringe Ver- schlechterung des Befundes durch Einbeziehen der Diver- genz oder ggf. Verbesserung des Befundes durch Verschlei- erung einer Gelenklockerheit
	Übermäßige Eindrehung	Kongruenter Gelenkspalt Morganlinie deutlicher	Verschleierung Gelenklockerheit
		Röntgenbefund	Anatomische Variante
Normvariante	Abgeflachte Pfannenkontur	<i>Area M. recti femoris</i>	Verschlechterung des Befun- des durch Interpretation als kraniolaterale Abflachung Zu großer Norbergwinkel wenn Messung an äußerster Kante
	Dorsale Pfannenkontur S-förmig	Häufig bei großwüch- sigen Rassen (Bsp. Dt. Dogge)	Verschlechterung des Befun- des, da das Femurkopfzentrum häufig auch bei normalen Gelenken lateral des Pfannenrandes liegt
	Morgan-Linie ohne weitere Veränderungen am Becken	Alle Rassen	Fragliche Bedeutung
	Puppy-Line	Jüngere Hunde	Fehlinterpretation als osteophytäre Veränderung

Tierärztl. Wschr., 83:455-461.
 22. Scartazzini, R. (1972): A radiographic study of normal and dysplastic hip joints in six breeds of large dogs. *Proceedings Int. Conf.of Vet. Rad.*, 183-185.
 23. Schinke, E., D. Spreng, P. Schawwalder et al. (2007): Gelenkerkrankungen. In: *Klinik der Hundkrankheiten*. 3. Aufl., Enke, Stuttgart.
 24. Tellhelm, B., W. Brass (1989): HD-Röntgenaufnahmen – Qualität und Beurteilung. *Kleintierpraxis* 34:551-560.
 25. Tellhelm, B., W. Brass (1994): Fallbeispiele zur HD-Beurteilung – Sakralisation. *Kleintierpraxis* 39:551-560.
 26. Tolhuysen, I. (1997): Der Einfluss unterschiedlicher Streckung der Hintergliedmaßen auf den Grad der Hüftgelenkdysplasie. *Kleintierpraxis* 42:123-136.
 27. Wigger, A. (2006): Häufigkeit und Genetik einer „besenstielartigen“ Femurkopf-Hals-Formation beim Deutschen Schäferhund im Vergleich zu anderen Rassen unter Berücksichtigung des Einflusses auf den Grad der Dysplasie. *Vet.Med.Diss., Giessen*.
 28. Winkler, W., K. Loeffler (1986): Lumbosakrale Übergangswirbel beim Hund. *Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift* 99:343-346.

Korrespondenzadresse:

Dr. Kerstin Amort
 Klinik für Kleintiere – Chirurgie
 Bildgebende Verfahren
 Justus-Liebig-Universität Giessen
 Frankfurter Str. 108
 35392 Gießen
 Kerstin.H.Amort@vetmed.uni-giessen.de

Dr. Nele Ondreka
 Klinik für Kleintiere – Chirurgie
 Bildgebende Verfahren
 Justus-Liebig-Universität Giessen
 Nele.Ondreka@vetmed.uni-giessen.de

Dr. Bernd Tellhelm
 Klinik für Kleintiere – Chirurgie
 Bildgebende Verfahren
 Justus-Liebig-Universität Giessen
 Bernd.Tellhelm@vedmed.uni-giessen.de

*gleichwertiger Beitrag

Tabelle 3: Übersicht zu besonderen Einflüssen bei der HD-Beurteilung