

<b>Zeitschrift:</b>	Schweizer Archiv für Tierheilkunde SAT : die Fachzeitschrift für Tierärztinnen und Tierärzte = Archives Suisses de Médecine Vétérinaire ASMV : la revue professionnelle des vétérinaires
<b>Herausgeber:</b>	Gesellschaft Schweizer Tierärztinnen und Tierärzte
<b>Band:</b>	138 (1996)
<b>Heft:</b>	11
<b>Artikel:</b>	Beitrag zur Biomechanik des Hüftgelenks mit neuen diagnostischen Aspekten im Umfeld der Hüftgelenkdysplasie
<b>Autor:</b>	Schawalder, P. / Spreng, D. / Dietschi, E.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-593049">https://doi.org/10.5169/seals-593049</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 13.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

<sup>1</sup>Abteilung Chirurgie und Orthopädie der Klinik für kleine Haustiere und <sup>2</sup>Institut für Tierzucht,  
Universität Bern

# Beitrag zur Biomechanik des Hüftgelenks mit neuen diagnostischen Aspekten im Umfeld der Hüftgelenkdysplasie

**Konstruktiv-kritische Gedanken zur HD-Diagnostik und zu den  
heutzutage gängigen züchterischen Massnahmen mit einem Ausblick  
auf zukünftige Perspektiven und Möglichkeiten. Teil I**

P. Schawalder<sup>1</sup>, D. Spreng<sup>1</sup>, E. Dietschi<sup>1,2</sup>, G. Dolf<sup>2</sup>, C. Gaillard<sup>2</sup>

## Zusammenfassung

In Ermangelung biomechanischer Grundlagen wurde ein eigenes, konsequentes Konzept zur dreidimensionalen Erfassung der Hüftgelenksverhältnisse beim Hund erarbeitet.

Mit Hilfe einer neuen Methode zur radiologischen Darstellung und Erforschung der Hüfte in physiologisch-stehender Position wurden neue, praxisbezogene Erkenntnisse wie beispielsweise die anatomisch rassenspezifisch unterschiedlichen Hüftgelenksverhältnisse, die Dynamik und Hintergründe der «iatrogenen Luxation» in der HD-Diagnostik, die kaudale Gelenksluxation sowie Fehlentwicklungen der Hüfte und deren Konsequenzen auf die übrige, gesamtheitliche Gliedmasse (Antetorsionssyndrom) als Folge nichtadäquater Aufzucht aufgezeigt.

**Schlüsselwörter:** Hüftgelenk – Hund – Biomechanik – Diagnostische Aspekte – stehende HD-Röntgenposition – Antetorsions-syndrom

## Contributions to the biomechanics of the hip joint with new aspects concerning the diagnosis of hip dysplasia

In absence of basic canine hip biomechanics, an own consequent three dimensional concept to evaluate the coxofemoral joint was developed for the dog.

With the help of a new method to radiologically demonstrated the hip in a physiological standing position several new clinically relevant aspects could be further investigated. For example the breed specific anatomical differences in the hip, and dynamics and the background on «iatrogenic luxations» in HD diagnostics could be shown. The caudal luxation and the growth abnormalities of the hip and their consequences on the whole leg (antetorsion syndrome) as a consequence of inadequate breeding could be demonstrated.

**Key words:** hip joint – dog – biomechanics – diagnostical aspects – hip-dysplasia-x-ray in standing position – antetorsion syndrom

## Einleitung

Mit der Entdeckung der Hüftgelenkdysplasie (HD) beim Hund (Schnelle, 1935) war auch in der Veterinärmedizin das Interesse für das Hüftgelenk und dessen Erkrankungen geweckt.

Ein nicht mehr überschaubares Schrifttum zeugt von der Komplexität der Ätiopathogenese von dysplastischen Hüftgelenkerkrankungen. Neu gewonnene Erkenntnisse werfen immer wieder neue Fragen auf, Fragen zu den genetischen Hintergründen, zu metabolischen und nutritiven Einflüssen und immer mehr auch Fragen zu biomechanischen und physikalischen Einwirkungen. Noch heute werden eine Vielzahl von «Hüftgelenkerkrankungen» ohne Hinterfragung derer Ätiopathogenese oft ziemlich kritiklos in den HD-Schmelztiegel geworfen. Für den klinischen Orthopäden allerdings und schlussendlich auch für den Züchter ist die Frage nach der Ätiologie und die akribe Differenzierung der Krankheitsbilder der Hüfte eine gewichtige Aufgabe und Pflicht.

So darf niemals ausser Acht gelassen werden, dass auch am Hüftgelenk, besonders bei heranwachsenden Jungtieren, eine Vielzahl von Primärerkrankungen zu Entwicklungsstörungen an der Hüfte und zu konsequenteren Coxarthrosen führen können.

Chondrosen, partielle Femurkopfnekrosen, spontan abgleitende Epiphysen, Panostitis-bedingte Entwicklungsstörungen, eine Gruppe wahrscheinlich trophischer Krankheiten, deren Ätiopathogenese selbst nach wie vor okkult ist, werden nach heutiger Usanz durchaus der Hüftdysplasie zuerkannt. Chronisch-toxische, enteropathische oder immuninduzierte Coxitiden, wie auch Gelenksmalformationen, die beispielsweise auf ein Trauma, eine bestehende Hämophilie, einen Vitamin-A-Mangel oder auch auf eine «Synoviale Osteochondromatose» zurückzuführen sind, müssen erkannt und als eigenständige Krankheitsbilder behandelt werden. Vor allem auch das Phänomen der «lockeren, instabilen Hüfte» muss unter Berücksichtigung verschiedenster ätiopathogenetisch in Frage kommender Faktoren grundsätzlich erforscht werden. Der von zahlreichen Autoren erwähnten Gelenkslaxazität oder -instabilität der Hüfte, die in der Gelenksentwicklung eine massgebliche und wesentliche Rolle spielt (Henricson et al., 1966; Bardens, 1972; Bardens und Hardwick, 1968; Henry und Park, 1972; Dixon, 1975; Badertscher, 1977; Morgan und Stephens, 1985; Schawalder, 1987, 1989, 1990 a, b, c, d, 1991; Belkoff et al., 1989; Klimt, 1990; Smith et al., 1990, 1993; Keller, 1991; Madsen und Svalastoga, 1991, 1995; Lust et al., 1993) wurde bis heute lediglich im Rahmen der HD-Diagnostik, sei es mit Hilfe der Palpation (Ortolani-Test) oder radiologischer Spezialaufnahmen (Stressaufnahmetechniken zur Quantifizierung der Instabilität), Beachtung geschenkt. Die Frage nach der Ätiologie der Gelenkslaxazität und der vielen anderen zur fehlerhaften Hüftgelenksentwicklung führenden Primärerkrankungen allerdings war kaum Gegenstand der Forschung. Vor allem eigenständige biomechanische Untersuchungen, die als absolute Grundlagen für das Verständnis der

unterschiedlichsten Ätiopathogenesen einer Hüftgelenkdysplasie vorausgesetzt werden müssen, waren nicht vorhanden.

Aus diesem Grund wurden von den Veterinärorthopäden, wenn überhaupt, die biomechanischen Verhältnisse, in ausgeprägter Anlehnung an die Humanorthopädie, vom Zweibeiner «Mensch» ziemlich vorbehaltlos auf den Vierbeiner übertragen, sowie auch humane, ätiopathogenetische Überlegungen und therapeutische Aspekte einfach übernommen. Diese Arbeitsweise musste zwangsläufig in eine Sackgasse führen. Nicht zu erwartende therapeutische Misserfolge, unverständliche Entwicklungsstörungen am heranwachsenden Hüftgelenk, aber auch offene Fragen, ungelöste Probleme und röntgendiagnostische Ungereimtheiten in der Hüftgelenkdysplasie-Diagnostik waren schliesslich Grund genug, in einem breit angelegten Grundlagenforschungsprojekt die Biomechanik des Hundehüftgelenkes umfassend zu erarbeiten.

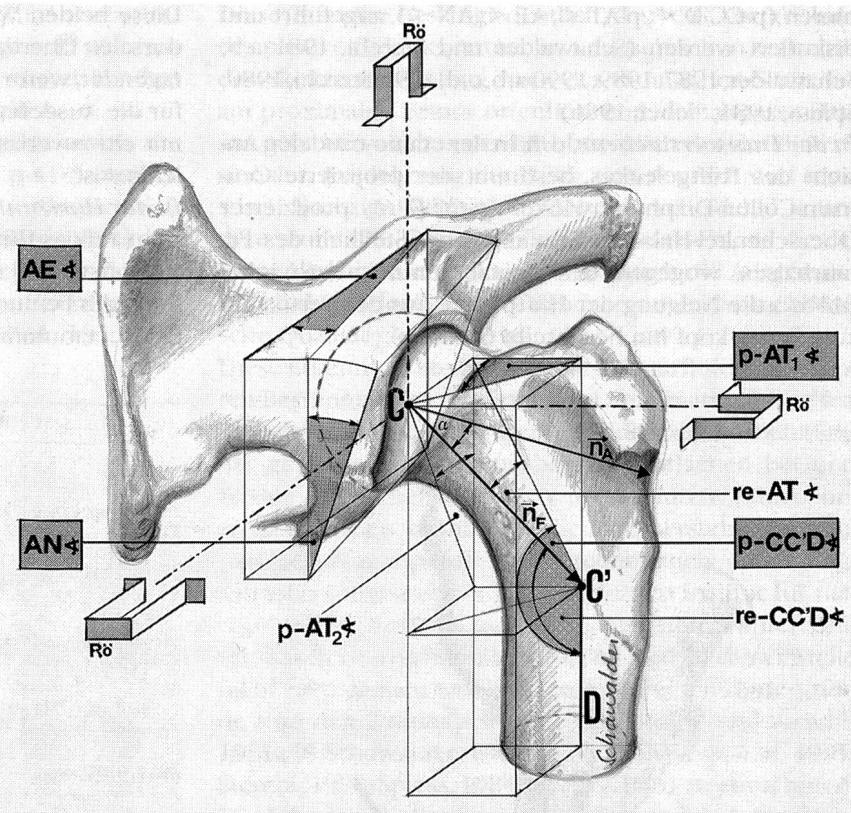
## Die räumliche Orientierung an der Hüfte des Hundes

Ohne in dieser Arbeit auf die komplexen und zum Teil komplizierten mathematischen und geometrischen Hintergründe eintreten zu wollen, soll lediglich zusammenfassend aufgezeigt werden, dass die Darstellung der räumlichen Ausdehnung der knöchernen Hüftgelenksanteile auch am lebenden Tier mit überzeugender Genauigkeit möglich ist (Schawalder und Sterchi, 1981a, b; Schawalder, 1987, 1989, 1990 a, b, c, d, 1991; Sterchi, 1980; Spiess, 1984; Sieber, 1986). Röntgenbilder bei standarisierter Patienten-Lagerung in rechtwinklig aufeinanderstehenden Projektionsebenen erlauben es, mit Hilfe trigonometrischer Berechnungen die räumliche Ausdehnung der Hüfte zu erfassen. Die drei senkrecht aufeinanderstehenden Röntgenprojektionen (karthesisches Koordinatensystem) als Berechnungsgrundlagen, wie auch die trigonometrischen Zusammenhänge zur Ermittlung der verschiedenen Winkel am Hüftgelenk und Erfassung der dreidimensionalen Ausdehnung der Hüfte sind in Abbildung 1 gesamtübersichtlich dargestellt.

## Röntgenlagerung und trigonometrische Grundlagen

Das in gestreckter Röntgenlagerung ventro-dorsal angefertigte Röntgenbild (HD-Röntgen-Position I) lässt die Bestimmung des projizierten *Centrum-Collum-Diaphysewinkels* ( $p\text{-}CC'D \angle$ ) zu (Konstruktionsanleitung: Schawalder und Sterchi, 1981 a, b; Schawalder, 1987, 1989, 1990 a, b, c, d, 1991; Sterchi, 1980). Da der projizierte Antetorsionswinkel ( $p\text{-AT} \angle$ ) aus anatomischen und physikalischen Gründen radiologisch nicht genügend genau durch direkte Projektion dargestellt werden kann, muss er berechnet werden. Die trigonometrische Ermittlung basiert einerseits auf dem Röntgenbild in gestreck-

**Abbildung 1: Zusammenfassende Darstellung der raumbestimmenden Hauptwinkel im karthesischen Koordinatensystem.** In dieser Arbeit wird aus Gründen der Einfachheit nur auf die eingezeichneten, projizierten Hauptwinkel eingegangen. Die drei Röntgenebenen stehen senkrecht aufeinander. Diese Voraussetzung ermöglicht die trigonometrische Winkelbestimmung im Raum ( $p\text{-AT}_1 \angle$  = projizierter Antetorsionswinkel,  $p\text{-CC'D} \angle$  = projizierter Centrum-Collum-Diaphysenwinkel,  $AN \angle$  = Acetabulumneigungswinkel,  $AE \angle$  = Acetabulumeingangswinkel,  $Rö$  = Röntgenzentralstrahl auf die entsprechende Ebene)



ter Lagerung (Position I, ventro-dorsale Röntgenebene) und andererseits auf der senkrecht dazu stehenden, standardisierten, medio-lateralen Röntgenebene (Fauxprofil) (Konstruktionsanleitung: Schawalder und Sterchi, 1981 a, b; Schawalder, 1987, 1989, 1990 a, b, c, d, 1991; Sterchi, 1980). Mit den Messdaten, die aus diesen zwei senkrecht aufeinanderstehenden Röntgenprojektionsebenen entnommen werden können, lassen sich sämtliche projizierten Winkel (*projizierter Antetorsionswinkel,  $p\text{-AT} \angle$* ) in der dritten, klinisch unzugänglichen Ebene, die ihrerseits im karthesischen Koordinatensystem wiederum senkrecht auf den zwei anderen Ebenen steht, exakt berechnen. Acetabulumseitig kann der *Acetabulum-Eingangswinkel (AE \angle)* ebenfalls direkt aus dem ventrodorsalen Röntgen in gestreckter Lagerung (Position I, ventro-dorsale Röntgenebene) herausgemessen werden. Der wiederum klinisch nicht direkt darstellbare *Acetabulumneigungswinkel (AN \angle)* muss gleichermassen trigonometrisch berechnet werden. Dazu dienen Daten aus zwei ebenfalls senkrecht aufeinanderstehenden Röntgenprojektionsebenen, der ventrodorsalen und der exakt gelagerten latero-lateralen Ebene (Berechnungs- und Konstruktionsanleitung: Schawalder, 1981 a, b; Schawalder, 1987, 1989, 1990 a, b, c, d, 1991; Spiess, 1984).

## Klinische Untersuchungen und neue Erkenntnisse

Im Rahmen verschiedener Pilotstudien wurde vorerst die klinische Tauglichkeit und reproduzierbare Genauig-

keit der neu entwickelten trigonometrischen, biplanaren Winkelbestimmungsmethoden an Hunden verschiedenster Rassen, die aus irgendeinem Grund zur Euthanasie kamen, überprüft, indem die intravital erhobenen Resultate später am mazerierten Knochen direkt nachgemessen werden konnten.

Es hat sich gezeigt, dass damit auch am lebenden Hund sämtliche Winkel im Bereich des proximalen Oberschenkels genauso wie die räumliche Lage der Hüftgelenkspfanne oder gar die dreidimensionale Ausdehnung der gesamthaften Hüfte, wie auch deren gemeinsame Artikulationsfläche oder acetabuläre Femurkopfüberdachung mit hoher und zuverlässiger Genauigkeit erfasst werden können.

Klinisch-orthopädische Probleme, wie beispielsweise nicht begreifbare Entwicklungsstörungen oder auch unerklärbare röntgendiagnostische Phänomene in der Hüftdysplasiebeurteilung, sowie therapeutische Überlegungen, waren die Veranlassung, den *Berner Sennenhund (BSH)* als Vertreter der frohwüchsigen, grossen, schweren und temperamentvoll dynamischen Rassen (Deutsche Dogge, Bernhardiner, Montagne des Pyrénées, Kuvasz, Neufundländer, Landseer u. ä. m.) mit dem *Deutschen Schäferhund (DSH)* als Vertreter der mittelgrossen, ebenfalls temperamentvoll dynamischen Hunderassen bezüglich der Hüftgelenksverhältnisse zu vergleichen.

In der vorliegenden Arbeit sollen allerdings im Sinne einer Kurzzusammenfassung nur die vier Hauptwinkel, die die räumliche Ausdehnung der hüftbildenden Gelenksanteile (Acetabulum, proximales Femur) klar defini-

nieren ( $p\text{-CC'D} \angle$ ;  $p\text{-AT} \angle$ ;  $AE \angle$ ;  $AN \angle$ ), angeführt und diskutiert werden (Schawalder und Sterchi, 1981 a,b; Schawalder, 1987, 1989, 1990 a,b,c,d, 1991; Sterchi, 1980; Spiess, 1984; Sieber, 1986).

In der Transversalebene, d. h. in der cranio-caudalen Ansicht des Hüftgelenkes, bestimmt der projizierte Centrum-Collun-Diaphysenwinkel ( $p\text{-CC'D} \angle$ , projizierter Oberschenkel-Hals-Achsenwinkel) die Steilheit des Femurhalses, wogegen der Acetabulumneigungswinkel ( $AN \angle$ ) die Neigung der Hütpfanne aus der Vertikalen zum Femurkopf hin beschreibt (Abb. 2a).

Diese beiden Winkel wiederum bilden zusammen den dorsalen Überdachungswinkel ( $DUE \angle$ ), der ein hervorragender, wenn auch nur zweidimensionaler Parameter für die Ausdehnung des dorsalen Pfannendachs und somit ein zuverlässiger Ausdruck für die Qualität des Gelenkes ist.

In der Horizontalebene, d. h. in der dorsoventralen Ansicht auf das Hüftgelenk, beschreibt der projizierte Antetorsionswinkel ( $p\text{-AT} \angle$ ) das Mass der cranialen Verdrehung des Femurhalses aus der Condylenebene, während der Acetabulumeingangswinkel ( $AE \angle$ ) die Retrotorsion

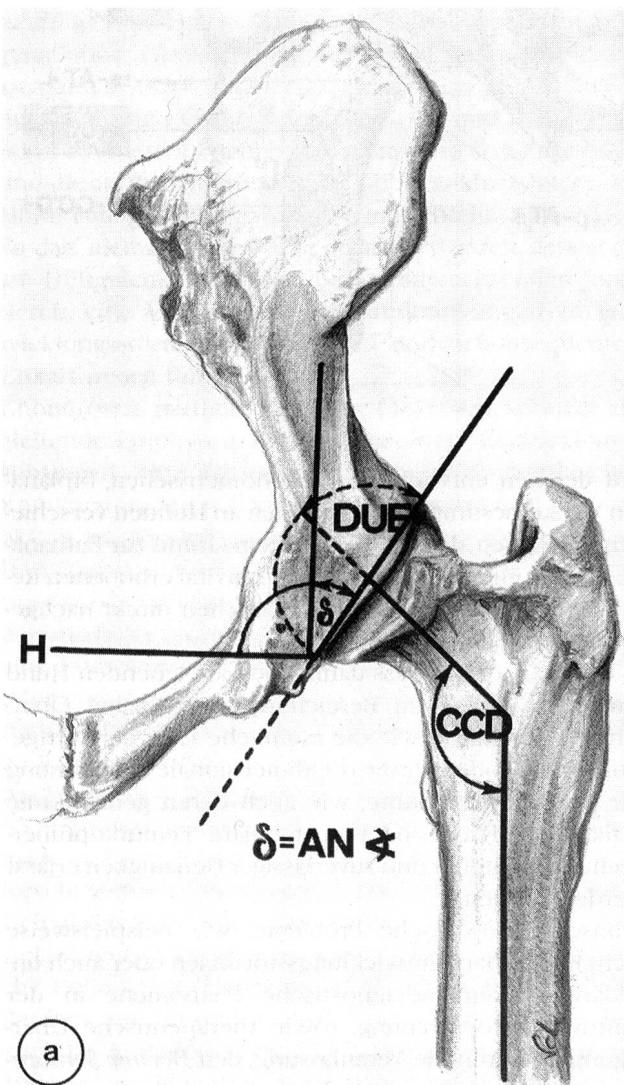
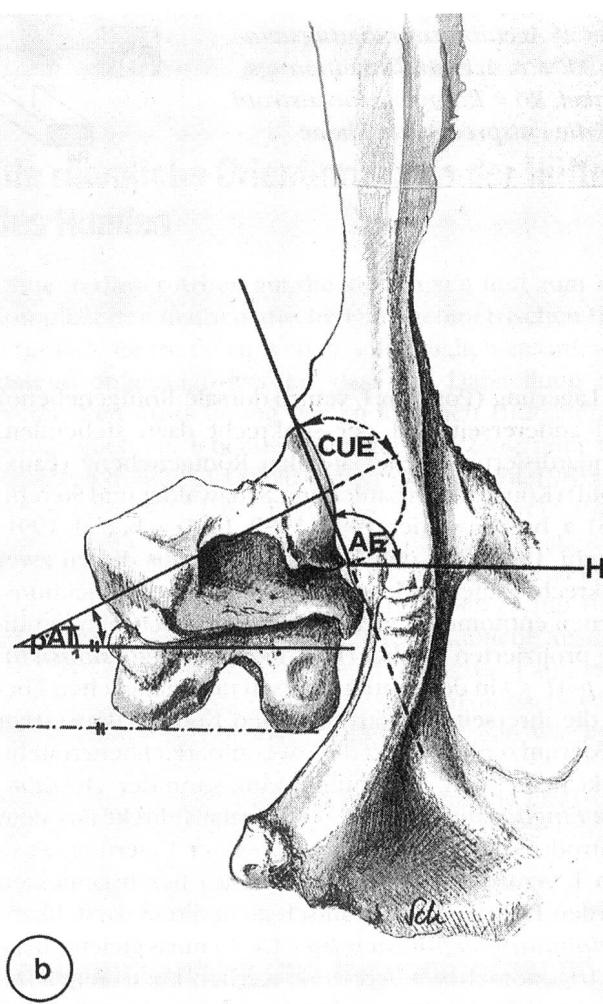


Abbildung 2a: Cranio-caudale Ansicht des Hüftgelenks. Die dorsale Gelenksüberdachung ( $DUE \angle$ ) ergibt sich aus dem projizierten Collodiaphysenwinkel ( $p\text{-CC'D} \angle$ ) und dem Acetabulumneigungswinkel ( $AN \angle$ ). ( $DUE = 180^\circ - p\text{-CC'D} \angle + AN \angle$ ).  
b.: Dorsoventrale Ansicht auf das Hüftgelenk. Die craniale Überdachung ( $CUE \angle$ ) ergibt sich aus dem projizierten Antetorsionswinkel ( $p\text{-AT} \angle$ ) und dem Acetabulumeingangswinkel ( $AE \angle$ ). ( $CUE \angle - AE \angle - p\text{-AT} \angle$ ).



der Gelenkpfanne darstellt. Auch diese beiden Winkel bilden wiederum einen gemeinsamen Winkel, nämlich den cranialen Überdachungswinkel ( $CUE \angle$ ). Er veranschaulicht die Gelenkverhältnisse im Bereich des cranialen Pfannendachs, die Region also, in der hauptsächlich die Schubkräfte auf das Acetabulum einwirken, d. h. vom Femur auf den Rumpf übertragen werden (Abb. 2b). Die konkreten, klinischen Winkelbestimmungen am Deutschen Schäferhund (DSH) einerseits und am Berner Sennenhund (BSH) andererseits haben ergeben, dass der BSH einen signifikant steileren Oberschenkelhals mit ei-

ner ebenfalls hochsignifikant vermehrten Antetorsion besitzt als der DSH. Ebenfalls konnte festgestellt werden, dass auch die gemessenen Acetabulumwinkel bei den beiden Rassen stark voneinander abweichen.

Beeindruckend aber ist die Feststellung, dass sich die Winkel ( $p\text{-CC'D} \angle$  und  $AN \angle$ , wie auch  $p\text{-AT} \angle$  und  $AE \angle$ ), wie die Abbildungen 3a,b und 4a,b aufzeigen, sich sinnvoll ergänzen, sich gegenseitig korrigieren und kompensieren, so dass sich schlussendlich die beiden Rassen bezüglich ihrer kranialen und dorsalen Überdachung kaum mehr voneinander unterscheiden (Tab. 1).

Winkel ( $\angle$ )	DSH	BSH	Diff:	Test
Projizierter Centrum-Collum-Diaphysenwinkel: $p\text{-CC'D} \angle$	$147,5^\circ \pm 4,5$	$154,0^\circ \pm 4,2$	$6,5^\circ$	$z=9,18 > 1,96$
Projizierter Antetorsionswinkel: $p\text{-AT} \angle$	$30,1^\circ \pm 6,2$	$38,0^\circ \pm 6,2$	$7,9^\circ$	$z=8,03 > 1,96$
Acetabulumneigungswinkel: $AN \angle$	$35,8^\circ \pm 3,8$	$38,7^\circ \pm 3,9$	$2,9^\circ$	$z=5,85 > 1,96$
Acetabulum-eingangswinkel: $AE \angle$	$96,8^\circ \pm 3,0$	$99,8^\circ \pm 2,5$	$3,0^\circ$	$z=6,52 > 1,96$
Cranialer Überdachungswinkel: $CUE \angle$	$67,4^\circ \pm 7,5$	$68,5^\circ \pm 8,8$	$1,1^\circ$	$z=0,8655 > 1,96$
Dorsaler Überdachungswinkel: $DUE \angle$	$67,8^\circ \pm 5,0$	$65,7^\circ \pm 5,6$	$2,1^\circ$	$z=2,2798 > 1,96$

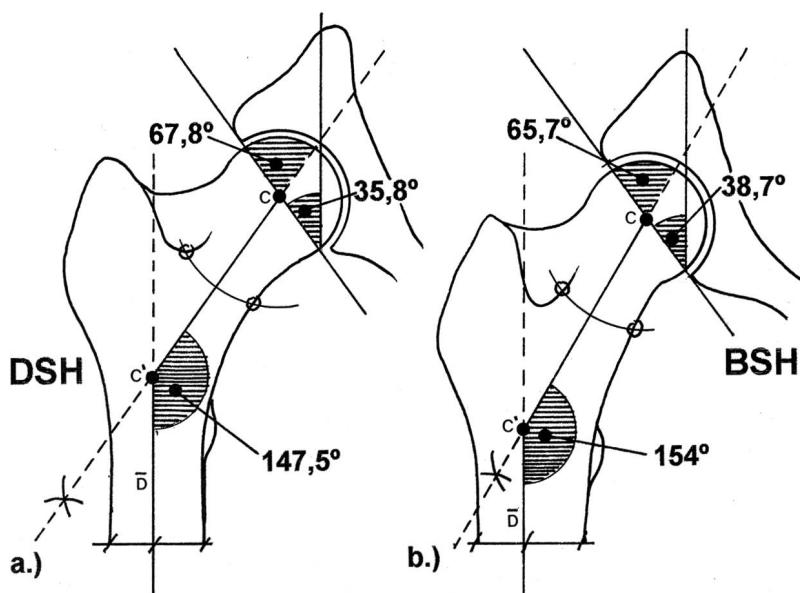
Tabelle 1: Die hochsignifikant rassenspezifisch unterschiedlichen femoralen und acetabulären Winkel beim Deutschen Schäferhund (DSH) und Berner Sennenhund (BSH). Die dazugehörige Statistik soll, um den Rahmen dieser Arbeit nicht zu sprengen, den Originalarbeiten (Schawalder, 1981 a, b, 1987, 1989, 1990 a, b, c, d, 1991; Sterchi, 1980; Spiess, 1984; Sieber, 1986) entnommen werden. Die einzelnen Winkel ( $p\text{-CC'D} \angle$ ,  $p\text{-AT} \angle$ ,  $AN \angle$ ,  $AE \angle$ : projizierter Centrum-Collum-Diaphysenwinkel,  $p\text{-AT} \angle$ : projizierter Antetorsionswinkel,  $AN \angle$ : Acetabulum-Neigungswinkel,  $AE \angle$ : Acetabulumeingangswinkel,  $CUE \angle$ : Cranialer Überdachungswinkel,  $DUE \angle$ : Dorsaler Überdachungswinkel).

Diese Tatsache bestätigt deutlich, dass das Acetabulum der passive Gelenkspartner ist und sich schon während der Skelettentwicklung nach der räumlichen Situation am proximalen Femur orientiert und sich anpasst. Daraus geht hervor, dass der BSH bezüglich der dreidimensionalen Ausdehnung der Hüfte sich deutlich und statistisch hochsignifikant vom DSH unterscheidet, d. h., andere räumliche Gelenksverhältnisse aufweist als dieser. Diese Verhältnisse sind allerdings durch die Adaptation der beiden Gelenkspartner in bezug auf die biomechanische Qualität gleichwertig.

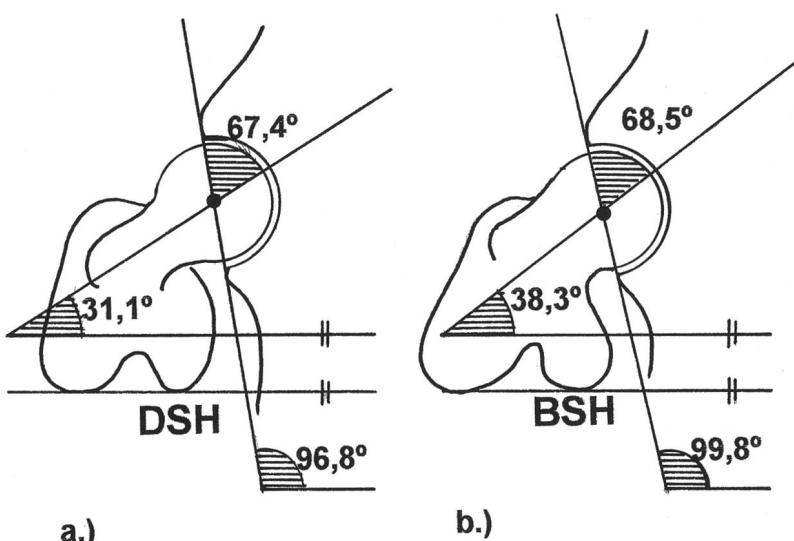
Diese Erkenntnis konnte überdies mit raffinierten Vektor-Bestimmungen erhärtet und mit mathematischen Berechnungen bestätigt werden, indem die Ausdehnung der gemeinsamen Gelenksberührungsflächen bei den beiden verglichenen Rassen in absoluten Zahlen bestimmt werden konnte. Auf die dahinterstehenden mathematischen Aspekte und Berechnungen, die verdankenswerterweise von Ch. Schindler am Institut für mathematische Statistik und Versicherungslehre der Universität Bern durchgeführt wurden, soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Die detaillierten Hintergründe sind den Originalarbeiten (Schawalder und Sterchi, 1981a,b; Schawalder, 1987, 1989, 1990 a, b, c, d, 1991; Sterchi, 1980; Spiess, 1984; Sieber, 1986) zu entnehmen. Die Erkenntnis allerdings, dass bei verschiedenen Hunderassen einerseits die anatomischen Hüftgelenksverhältnisse rassenspezifisch stark variieren und andererseits die neu erarbeitete Möglichkeit einer sehr genauen intravitalen räumlichen Erfassung der Hüfte, ermutigten uns, dem bis anhin nicht erklärbaren Phänomen der Subluxation, das wir besonders im Rahmen der HD-Diagnostik immer wieder beobachteten, auf den Grund zu gehen.

Insbesonders seitdem das von der wissenschaftlichen Kommission der F.C.I. eingesetzte «Europäische HD-Komitee» 1976 beschlossen hat, bei der Beurteilung der

Abbildung 3: Halbschematische Darstellung des Hüftgelenks in cranio-caudaler Ansicht (Transversalebene). Es fällt auf, dass zwar der  $CC'D \angle$  (154°) beim BSH (b) grösser, d.h. der Femurbals wesentlich steiler ist als beim DSH (a, 147,5°). Durch die entsprechend grössere Neigung der Gelenkpfanne beim BSH ( $AN \angle = 38,7^\circ$ ) werden die Gelenksverhältnisse so korrigiert, dass die Gelenksüberdachung (DUE) bei beiden Rassen auch statistisch gleichwertig ist.



**Abbildung 4:** Halbschematische Darstellung des Hüftgelenks in dorsoventraler Ansicht (Horizontalebene). Auch hier fällt auf, dass der Antetorsionswinkel beim BSH (b, 38,3°) wesentlich größer, d.h. der Femurbalken vermehrt nach cranial verdreht ist, als beim DSH (a, 30,1°). Durch den entsprechend größeren Eingangswinkel der Pfanne ( $AE\angle = 99,8^\circ$ ) werden wiederum die Gelenkverhältnisse so korrigiert, dass die craneale Gelenksüberdachung (CUE  $\angle$ ), wo die Schubkräfte auf den Rumpf übertragen werden, bei beiden Rassen auch statistisch ebenbürtig sind.



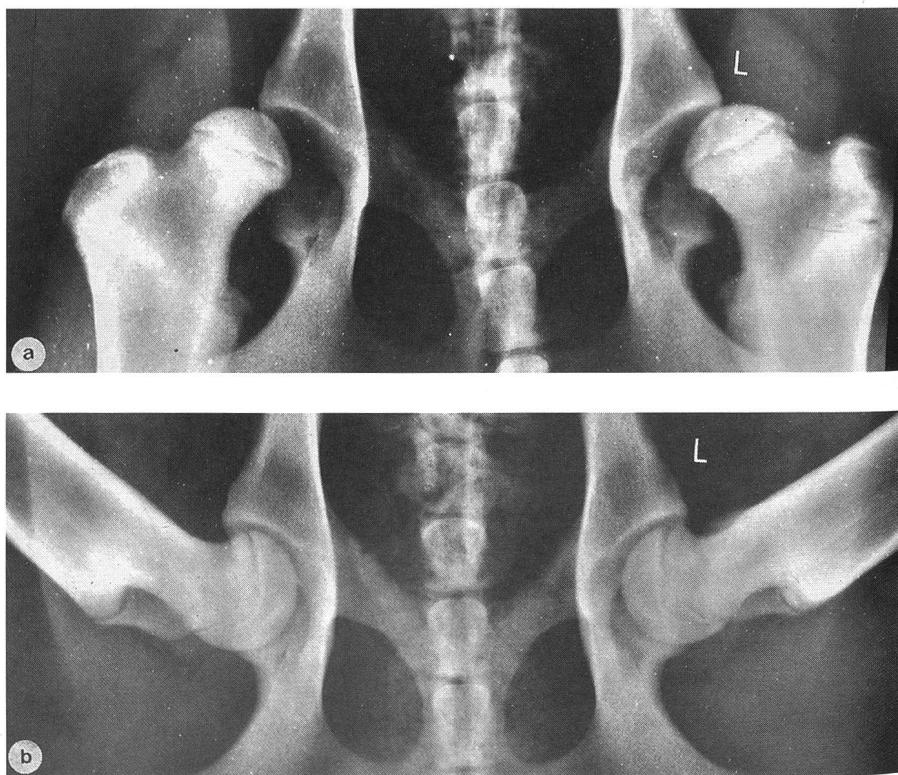
gestreckten ventro-dorsalen Röntgenaufnahme (Position I) mehr Gewicht beizumessen, um auch das Ausmass einer möglichen Lockerung des Oberschenkelkopfes, die in der gebeugten Aufnahme (Position II) cachiert und deshalb nicht erkennbar ist, ergaben sich neue Unsicherheiten.

Denn sehr oft können, wie beispielsweise Abbildung 5a, b aufzeigen soll, hochgradige Subluxationen in der gestreckten Röntgenaufnahme (Position I) beobachtet werden (Abb. 5a), die sich in der gebeugten Aufnahme

(Position II) spontan reponieren und nicht mehr zu erkennen sind (Abb. 5b). Diese oft gesehene, wirklich optimale, gelenkskongruente Reponierbarkeit der Hüfte suggeriert aber das Vorliegen eines vollkommen normal entwickelten Acetabulums. Eine echte, primäre Pfannendysplasie muss somit ausgeschlossen werden. Wie sollen nun solche Fälle, die sich in den zwei Röntgenbildern dermassen diskrepanz zeigen, beurteilt und interpretiert werden?

**Abbildung 5:** Diskrepante Röntgenbefunde in der gestreckten (Position I), bzw. gebeugten Röntgenaufnahme (Position II) bei einem jungen, heranwachsenden Deutschen Schäferhund.

a.) Trotz der fast gänzlichen Luxation der Femurköpfe in Position I, imponieren die gut entwickelten, tiefen und reaktionslosen Acetabula.  
b.) Die Femurköpfe reponieren sich in der gebeugten HD-Aufnahme (Position II) auch entsprechend tief und gelenkskongruent spontan.



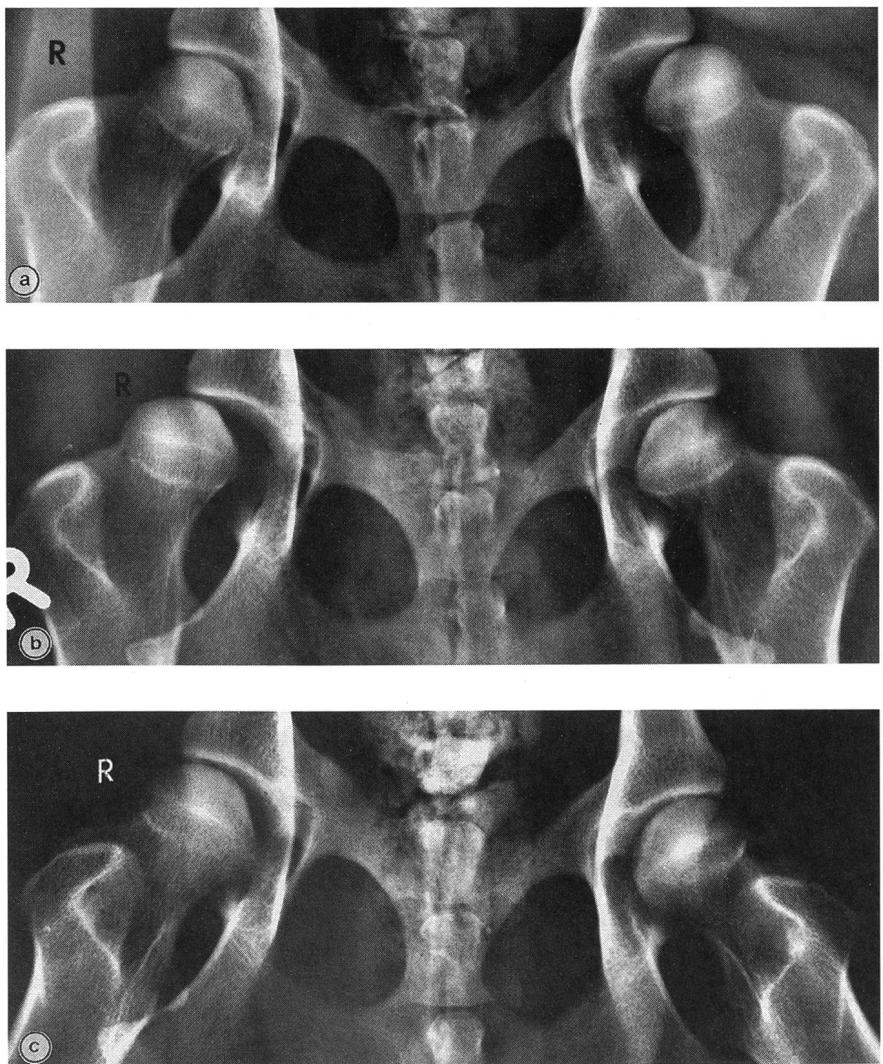
Wenn dieses Phänomen beim Junghund beispielsweise beim Vorröntgen beobachtet wird, ist man dazu geneigt, diese bemerkenswerte, durch die Röntgenlagerung auslösbarer Lockerung mit dem altersbedingt noch mangelhaften Entwicklungszustand der periartikulären Weichteile zu erklären. Die Ratlosigkeit ist aber komplett, wenn dieselbe Diskrepanz der Hüftgelenksdarstellung auf der gebeugten bzw. gestreckten Röntgenaufnahme (Position I und II) auch beim adulten oder sogar alten Hund und dazu noch ohne jegliche Anzeichen von sekundären Gelenksveränderungen festgestellt werden kann! Aufgrund eigener Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass diese rätselhafte «Gelenkslockerung» regelmässig an denjenigen Gelenken auftritt, bei denen über die Valgusstellung des Femurhalses hinaus gleichzeitig eine *vermehrte Antetorsion* verzeichnet werden kann. Auch konnte auf dem Röntgenmonitor in der Dynamik beobachtet werden, dass diese Gelenksausrenkung plötzlich und schlagartig zustande kommt und die Oberschenkelköpfe bei minimster, oft kaum merklich vermehrter Einwärtsrotation oder vermehrte Streckung der Femora in dieser ausserordentlich unphysiologischen Röntgenlagerung beliebig aus- und bei leichter Verminderung der Rotation auch sofort wieder einschnappen.

So kann es durchaus vorkommen, dass, wie die Abbildungen 6a,b,c beispielhaft zeigen, auf lagerungstechnisch fast identischen Bildern einmal nur der rechte oder nur der linke, keiner oder sogar beide Femurköpfe ausgekehrt erscheinen. Obwohl dieser Hund bereits eine deutliche «Ortolani-Pfanne» ausgebildet hat, sind noch keine osteophytäre Gelenksreaktionen zu erkennen.

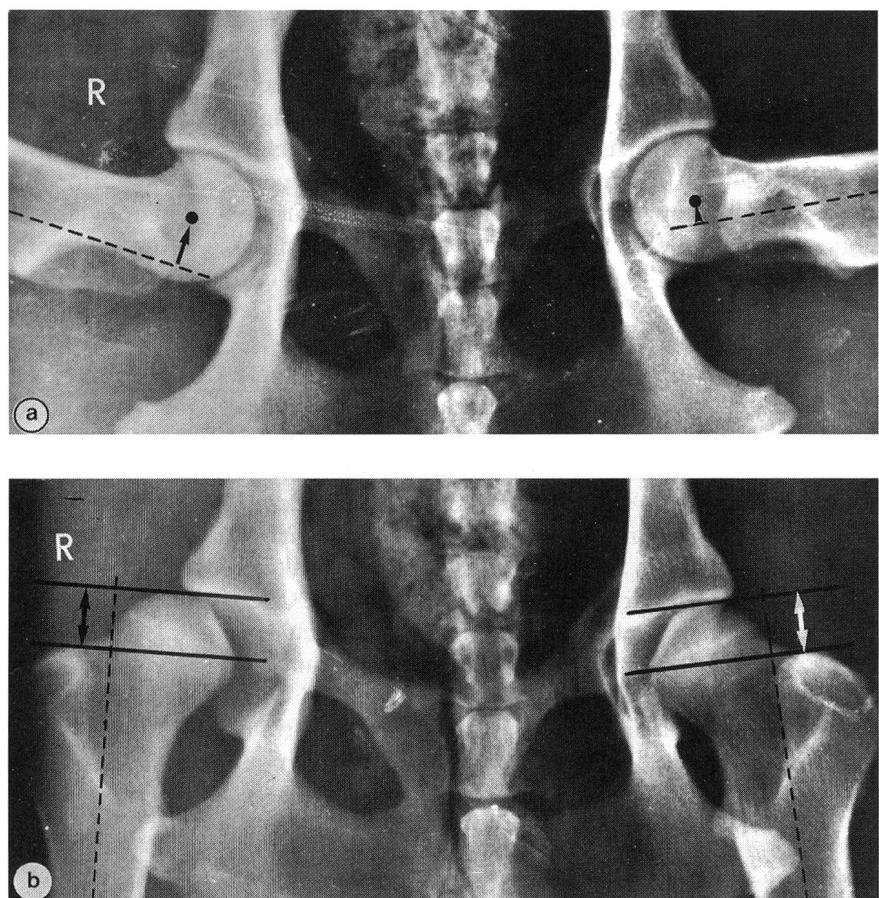
Wenn dieses Phänomen nur einseitig auftritt, was auf Grund eigener Beobachtungen recht häufig vorkommt, so kann mit regelmässiger Sicherheit gezeigt werden, dass die Ausrenkung, wie die Abbildungen 7a,b zeigen, immer und ausschliesslich nur auf der Seite mit der vermehrten Antetorsion des Femurhalses zustande kommt. Nach eigenen jahrelangen Beobachtungen und Erfahrungen muss bei diesem Mechanismus die vermehrte Antetorsion eine Hauptrolle spielen.

Dieses «Subluxationsphänomen» ist dementsprechend in stark vermehrtem Masse beim Berner Sennenhund und den eingangs erwähnten typmässig vergleichbaren Rassen, die nachgewiesenermassen zum steil gestellten Femurhals mit vermehrter Antetorsion neigen, zu beobachten (Schawalder und Sterchi, 1981 a,b; Schawalder, 1987, 1989, 1990 a, b, c, d, 1991; Sterchi, 1980; Spiess, 1984; Sieber, 1986).

*Abbildung 6: Auf zwei bezüglich Lagerung praktisch identischen gestreckten HD-Röntgen einer 14 Monate alten Berner Sennenhündin erscheint einmal der linke (a), im zweiten Röntgen (b) der rechte Femurkopf subluxiert, oder, bei mangelhafter Innenrotation der Femora, gar beidseitig «reponiert» (c). Die nicht kreisrunde dorsale Acetabulumsgelenksfläche erinnert an die Ortolanipfanne beim Menschen. Diese Hündin dürfte sich zeitweise mit subluxierter, dann wieder mit reponierter Hüfte bewegen. Dieses Gelenk ist zweifelsohne krank. Der Fall wurde lediglich herangezogen, um den Einfluss der Lagerung beim Vorhandensein einer vermehrten Antetorsion zu demonstrieren.*



*Abbildungen 7a, b: Valgus coxae bei einer 1jährigen Berner Sennenhündin. Auf den zur Beurteilung eingeschickten Röntgenaufnahmen kann der Collodiaphysenwinkel wegen der ungenügenden Lagerung (mangelhafte Innenrotation der Femora) nicht verbindlich ermittelt werden. Aber die den Trochanter major stark überragende Stellung beider Femurköpfe ist ein verbindlicher Hinweis für eine Valgisierung des Femurhalses (b). Auch in diesem Fall ist der Antetorsionswinkel, was schon auf der beziiglich Femurtorsion symmetrisch gehaltenen gebeugten HD-Aufnahme zu entnehmen ist, auf der subluxierbaren rechten Seite grösser als links (a).*



Damit aber drängt sich zwangsläufig die Frage auf, ob diese Rassen, bei denen eine vermehrte, fast schon rassenspezifische Antetorsion, die schlussendlich in gestreckter Lagerung zur Ausrenkung führen kann, unter den gleichen extremen Lagerungsbedingungen geröntgt werden dürfen, wie Rassen, bei denen gänzlich andere Hüftgelenksverhältnisse herrschen. Die Frage, ob diese «Subluxation» nur das Resultat brachialer Gewaltanwendung ist und somit als «iatrogene Luxation», möglicherweise ohne weitere Konsequenzen, aufgefasst werden müsste, steht im Raum.

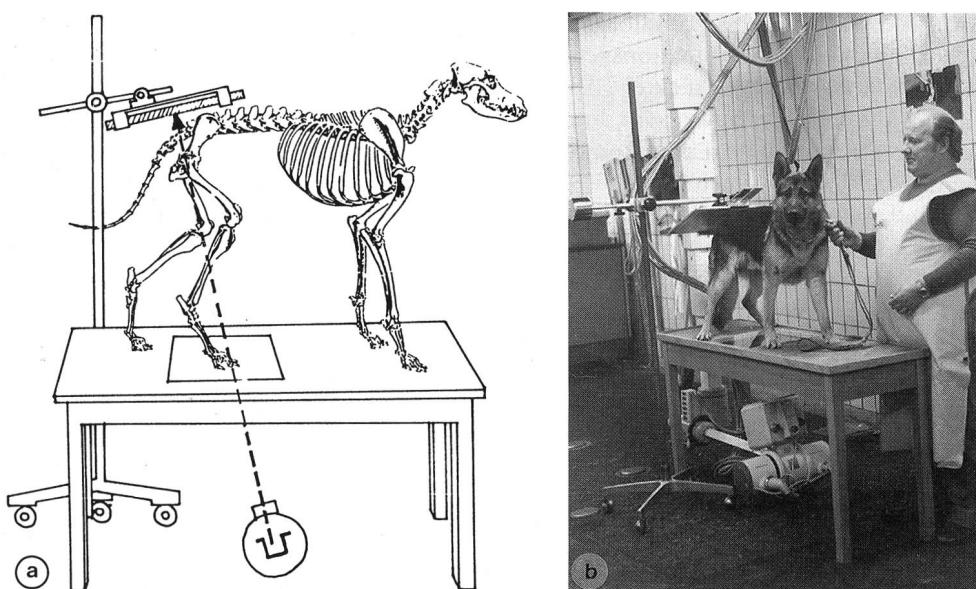
Ob diese Subluxierbarkeit der vermehrt antetorquierten Hüfte in einer unnatürlichen, stark forcierten, unphysiologischen Röntgenlagerung tatsächlich ein Schwachpunkt bei den erwähnten, gross- und frohwüchsigen wie auch temperamentvollen Hunderassen ist, oder ob es sich um eine vielleicht völlig harmlose, rassenspezifische Eigenart, die allenfalls fälschlicherweise als pathologische Hüftgelenkslockerung beurteilt und befundet wird, handeln könnte, war ein nächstes wichtiges Ziel der eigenen weiteren Untersuchungen.

Da diese «Gelenkslockerung» nur in der extremen, gestreckten Röntgenposition I festgestellt werden kann, liegt das Ansinnen nahe, die Hüftgelenksverhältnisse bei diesen Tieren in einer physiologischen Stellung darzustellen und zu studieren.

## Die Darstellung der Hüfte in physiologisch-stehender Position

Eine eigene, speziell für diese Forschungszwecke entwickelte Methode zur radiologischen *Darstellung der Hüften in physiologisch-stehender Position* (Schawalder, 1987, 1989, 1990 a, b, c, d, 1991) brachte neue Aspekte zu dieser Frage. Im Gegensatz zu allen anderen versuchten Methoden zielt der Zentralstrahl bei der eigenen Röntgentechnik von ventral nach dorsal auf die Beckenregion. Die rechtwinklig dazu eingestellte Röntgenplatte ist an einem separaten Gestell befestigt und berührt oder beeinträchtigt den nicht sedierten Hund in seiner normalen, stehenden Haltung in keiner Weise (Abb. 8a, b). Für diese speziellen Röntgenuntersuchungen wurden insbesonders Hunde ausgewählt, bei denen anlässlich der HD-diagnostischen Auswertung eben diese Diskrepanz zwischen dem Lockerungsgrad in der gestreckten, bzw. gebeugten HD-Röntgenaufnahme festgestellt wurde, aber ansonsten keine oder nur geringgradige Sekundärveränderungen wie Osteophyten, doppelter Pfannenboden, Gelenkspaltverschmälerung als Ausdruck einer Knorpelabschliffusur usw. aufwiesen.

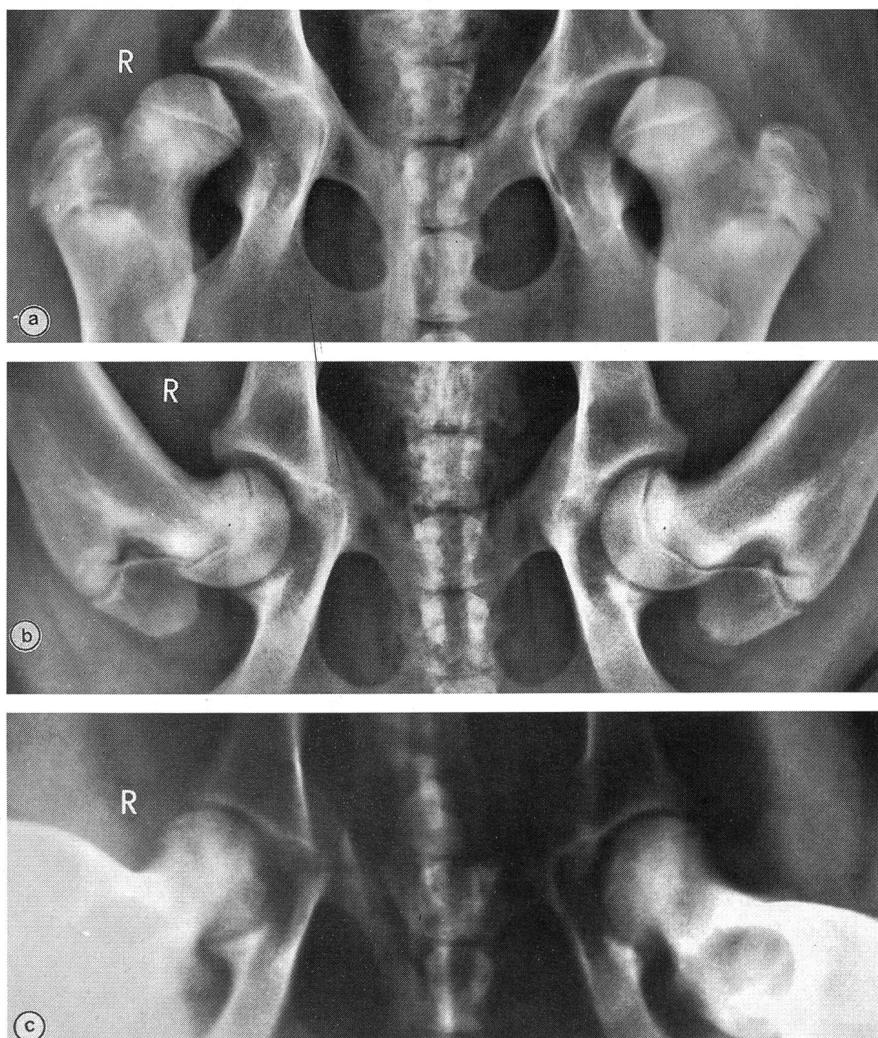
Dank der Möglichkeit, in stehender Position Röntgenbilder der Hüftgelenke anfertigen zu können, konnte nach-



*Abbildung 8: Radiologische Darstellung der Hüftgelenksverhältnisse in physiologisch stehender Position in praxi. a.: Schematische Anordnung der Röntgenmethode, b.: Praktische Anordnung der Gerätschaften. Der Patient steht unsediert auf einem Tisch. Eine ins Tischblatt eingelegte Plexiglasscheibe ermöglicht eine zielgenaue Einstellung des Röntgenzentralstrahls. Rechtwinklig zum Röntgenstrahl wird an einem separaten Stativ die Röntgenkassette befestigt. Sie liegt über dem Becken und berührt den Hund nicht, um ihn im Stehen nicht zu beeinträchtigen. Voraussetzung für diese Aufnahmetechnik ist ein sehr mobiles Röntgengerät.*

#### Abbildungen

9a, b, c: Lagerungsabhängige diskrepante Hüftgelenksverhältnisse bei einem jugendlichen Berner Sennenhunde-Rüden im Alter von 5 Monaten. a.) Luxation der Femurköpfe in Position I, b.) Reponierte Hüftverhältnisse in Röntgenposition II. c.) In stehender Position zeigt der Rüde normale Artikulationsverhältnisse. Es besteht ein deutlicher Valgus coxae. Osteophytäre Reaktionen sind keine zu beobachten.



gewiesen werden, dass diese Tiere unter physiologischen Bedingungen gänzlich normale Artikulationsverhältnisse aufweisen. Die Subluxation in gestreckter HD-Röntgenposition stellt bei diesen Tieren also eine am relaxierten Tier provozierte, d. h. iatrogene «Erkrankung» dar (Abb. 9a, b, c), die infolge der vermehrten Antetorsion, lagerungsbedingt und mit Gewalt bei der Innenrotation provoziert werden kann.

Um die Frage zu klären, ob diese «Gelenkslockerung» im Alter nicht doch eine Hüftarthrose verursachen könnte, wurden Tiere aus dieser Untersuchungsgruppe nach Jahren in einem möglichst hohen Alter röntgenologisch nachkontrolliert und vor allem auf arthrotische Veränderungen hin untersucht. Anhand vieler klinischer Beispiele konnte gezeigt werden, dass, obwohl anlässlich der Röntgenkontrolle dieselbe Subluxierbarkeit nach wie vor in unverändertem Masse vorhanden war, auch im Alter keinerlei oder kaum Spuren einer Coxarthrose zu beobachten waren (Schawalder, 1987).

Ein angeführtes klinisches Beispiel soll die Tragweite einer fehlerhaften, missverstandenen Interpretation der hier zur Diskussion stehenden «lockeren Hüfte» aufzeigen (Abb. 10a, b, c).

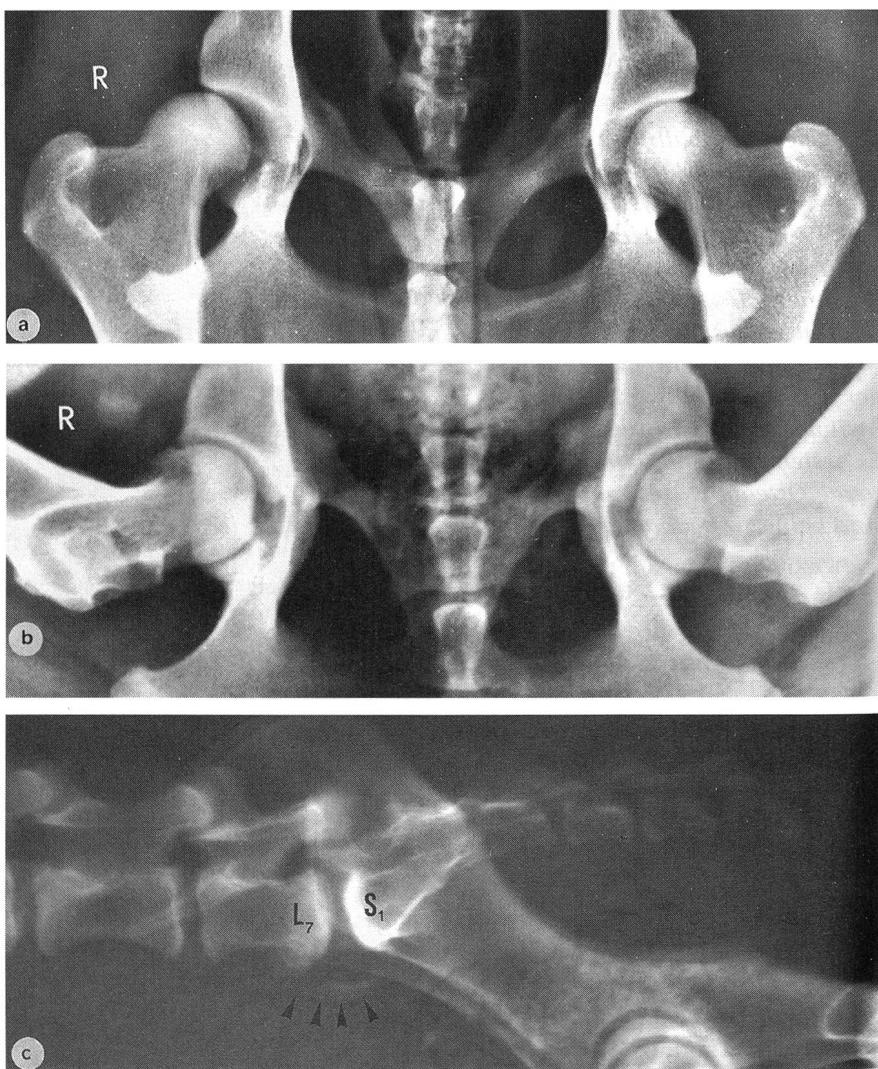
Die Berner Sennenhündin wurde anlässlich der Dysplasiebewertung wegen einer Lockerung der rechten Hüfte

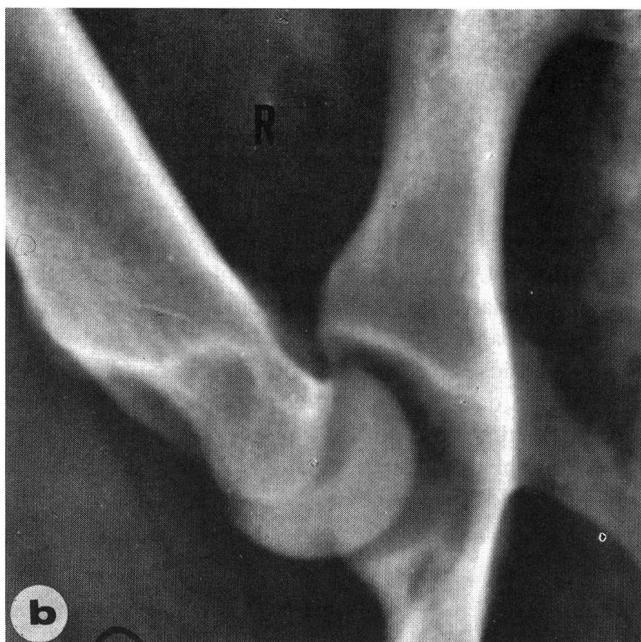
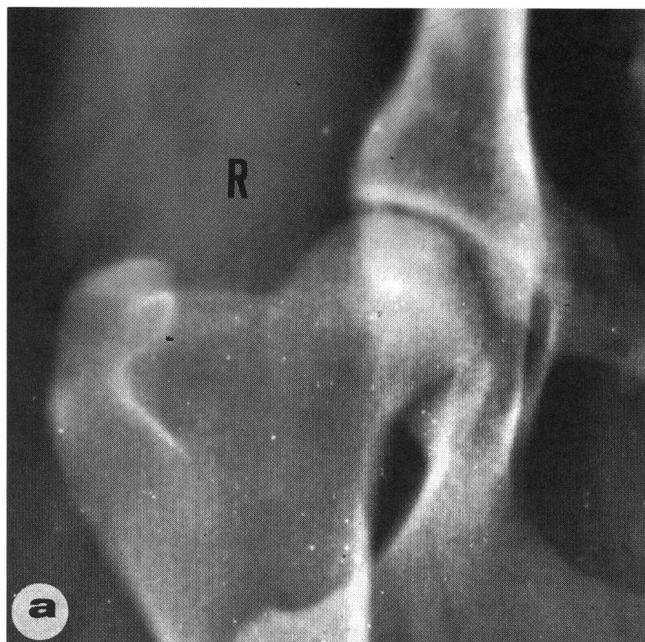
mit einer mittleren HD beurteilt und von der Zucht ausgeschlossen. Sich einstellende, schmerzbetonte «Gehstörungen» verstärkten sich sukzessive. Die vom Privattierarzt eingeleitete «Arthrosetherapie» zeitigte keinen Erfolg. Im Alter von 8 Jahren schliesslich wurde die Hündin in stehender Position kontrollröntgt. Dabei konnten vortrefflich tief ausgebildete Acetabula mit tiefsitzenden, gut verankerten Femurköpfen mit nur geringgradigen osteophytären Reaktionen erkannt werden, die berechtigterweise und mit grosser Wahrscheinlichkeit auf den invaliden, neurogen-unphysiologischen Gang zurückgeführt werden können. Als Ursache der bestehenden Gehstörung konnte klinisch und radiologisch ein Cauda-equina-Kompressionssyndrom werden, eine Krankheit, die mit einem neuroorthopädischen Eingriff leicht hätte behoben werden können.

Anhand vieler weiterer Beispiele konnte gezeigt werden, dass diese Tiere in natürlicher Stellung und in physiologischer Bewegung nicht subluxieren und somit nicht im eigentlichen Sinn instabile oder lockere Hüftgelenke aufweisen, sondern, dass dieses Phänomen durchaus auf die speziellen Winkelverhältnisse der Hüfte zurückzuführen ist und in der HD-Diagnostik auch entsprechend berücksichtigt werden sollte.

*Abbildung 10a.: Auf Grund der rechtsseitigen Subluxationshüfte wurde der 16 Monate alten Berner Sennenhündin eine mittlere HD attestiert. b.: Kontrollröntgen im Alter von 8 Jahren in stehender Position ohne Sedation.*

*Die Femurköpfe sind tief in den gut ausgebildeten Acetabula verankert. Die geringgradigen vorhandenen osteophytären Reaktionen dürfen in Anbetracht des invaliden, langjährig massiv gestörten Ganges bei dieser Hündin berechtigterweise auf eine neurogene Pathogenese zurückgeführt werden. c.: Das latero-laterale Röntgenbild untermauert die klinisch gestellte Diagnose des Cauda-equina-Kompressionssyndroms.*





*Abbildung 11a.: Auf der gestreckten HD-Aufnahme (Position I) erscheint der Femurkopf bei diesem 1½ jährigen, männlichen Berner Sennenhund straff und tief im Acetabulum. b.: In der hyperflexierten Stellung luxiert der Oberschenkelkopf nach kaudal.*

Die praktische Durchführung allerdings ist nicht ohne Probleme. Nicht allzusehr ist nämlich die in Position I subluxierbare Antetorsions hüfte gleichzeitig vergesellschaftet mit einer vielleicht nur wenig augenfälligen Dysplasie. Vor allem Gelenksinkongruenzen im Bereich des

dorsalen Pfannendachs können unter diesen Bedingungen leicht übersehen werden. Eine zusätzliche Röntgenaufnahme nach Slocum (1990) könnte zusätzliche Information zu diesem Unsicherheitsfaktor bringen, obwohl auch diese Aufnahmetechnik nicht exakt den biomecha-

### **Contribution sur la biomécanique de l'articulation de la hanche à l'aide de nouvelles méthodes diagnostiques (1re partie)**

Du au manque de bases biomécaniques, un concept spécifique a été développé chez le chien pour la compréhension en 3 dimensions du site de l'articulation de la hanche. A l'aide d'une nouvelle méthode pour la représentation radiologique et pour l'étude de la hanche en position physiologique debout, des connaissances nouvelles ont été acquises, ayant un impact en pratique comme par exemple la situation de l'articulation de la hanche anatomiquement spécifique pour la race, la dynamique et les raisons de la «luxation iatrogène» au cours du diagnostic de la dysplasie de la hanche et la luxation caudale de l'articulation ainsi que les perturbations du développement de la hanche et leurs conséquences sur les autres membres (syndrome de l'antétorsion) à la suite d'un élevage inadéquat.

### **Un contributo alla biomeccanica dell'articolazione dell'anca con l'aiuto di nuovi mezzi diagnostici all'interno della tematica della displasia dell'articolazione dell'anca (parte 1)**

In mancanza di basi biomeccaniche, è stato elaborato un concetto per la raffigurazione tridimensionale dello stato dell'articolazione dell'anca nel cane. Con l'aiuto di un nuovo metodo per la rappresentazione radiologica dell'anca sono stati mostrati nuovi risultati pratici riguardanti quest'articolazione in posizione fisiologica ed eretta.

Grazie a questa conoscenza vengono mostrate, per esempio, alcune differenze anatomiche fra le razze, la dinamica e le cause della lussazione iatrogena nella diagnostica della displasia dell'anca, la lussazione caudale, lo sviluppo abnorme dell'anca e le sue conseguenze sullo sviluppo dell'arto intero (sindrome da antetorsione), indici di un allevamento non adeguato.

nisch wichtigsten und entscheidenden cranio-dorsalen Anteil des Acetabulumdachs, wo die Haupt-Krafteinleitung vonstatten geht (Schawalder und Sterchi, 1981 a,b; Schawalder, 1987, 1989, 1990 a, b, c, d, 1991), abzubilden vermag.

Die oft zitierte Meinung, dass jedes subluxierbare Gelenk pathologisch sei, erscheint aufgrund der eigenen Untersuchungsergebnisse wegen der, wie vorgängig schon erwähnt, unter Umständen gänzlich fehlenden Arthrogenität der rein «iatrogenen Subluxation», nicht mehr vorbehaltlos haltbar.

Es soll bei dieser Gelegenheit vielmehr darauf hingewiesen werden, dass die heutzutage praktizierte HD-Diagnostik mittels der standardisierten gestreckten und gebeugten Röntgenlagerung eine weitere, beim Hund erstmals von Schawalder (1987) beschriebene Subluxationsform

*Korrespondenzadresse: Prof. Dr. P. Schawalder, Abteilung Chirurgie und Orthopädie der Klinik für kleine Haustiere, Länggass-Strasse 128, CH-3012 Bern.*

nicht zu erfassen vermag, die *caudale Subluxation* des Femurkopfes (Abb. 11a, b). In vielen Fällen konnte gezeigt werden, dass in den herkömmlichen Röntgenlagerungen diese Luxationsform in der Regel absolut getarnt und versteckt bleibt. Auch in der gestreckten Röntgenaufnahme erscheinen die Femurköpfe tief und straff im Acetabulum verankert (Abb. 11a). Die Luxation tritt erst in hyperflexierter Stellung mit leichtem Druck nach caudal zutage (Abb. 11b). Auf Grund der eigenen bisherigen Untersuchungen ist auch diese Luxationsform klinisch ohne Harm und Konsequenzen.

## Literatur

Das Literaturverzeichnis ist im Anschluss des Teils II dieser Veröffentlichung aufgeführt.



**furrer RÖNTGENTECHNIK**  
Büelmatt 12 · CH-6204 Sempach-Schweiz  
Tel. 0041 41 460 21 20      Fax 0041 41 460 32 83

# **Perfekte Röntgentechnik für den Tierarzt**