

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Mechanik des Ellbogengelenkes

Das Ellbogengelenk ist beim Hund ein zusammengesetztes Walzengelenk, das als vollkommenes Scharnier- oder Wechselgelenk funktioniert (*KOCH und BERG, 1992*). Eine Seitwärtsbewegung wird durch die Seitenbänder, die Führungskämme und -rinnen sowie durch das Einrasten des Olekranons in die Fossa olecrani nahezu vollständig verhindert. Die Seitenbänder am Humerus verlaufen exzentrisch proximal der Drehachse des Gelenkes, so dass sie die Funktion des Gelenkes als Schnappgelenk kennzeichnen (*NICKEL et al., 1992*). Das Ellbogengelenk wird durch Muskeltonus und seine Schnappeinrichtung in einer Beugstellung fixiert. Das Ellbogengelenk hat einen Bewegungsumfang (Beugung und Streckung) von 100° bis 140° (*VOLLMERHAUS und ROOS, 1980; WINHART, 1991*). Pro- und Supinationsbewegungen sind in beschränktem Maße möglich, sie erfolgen durch Drehung des Radius um die Ulna (*NICKEL et al., 1992; BUDRAS und FRICKE, 1996*). Das proximale Radioulnargelenk - *Articulatio (Art.) trochoidea* - kann beim Hund nur passive Drehbewegungen ausführen (*ELLENBERGER und BAUM, 1974; FREWEIN und VOLLMERHAUS, 1994*). Wird das Gelenk gebeugt, dreht sich die Ulna einwärts und der Processus (Proc.) anconaeus dabei etwas seitwärts. Diese Seitwärtsbewegung wird vom Ligamentum (Lig.) olecrani begrenzt, so dass der Proc. anconaeus (PA) nicht luxieren kann (*ENGELKE et al., 2005*).

Laut *MAIERL (2003)* trägt nicht der Radius am Antebrachium die Hauptlast des Körpergewichtes sondern die Ulna. Das wird rasseunabhängig bei Beugung des Gelenkes verstärkt (*WINHART, 1991*). Das Lig. olecrani limitiert die Beugung (*ENGELKE et al., 2005*). Bei Streckung wird die Artikulation mit der Ulna reduziert und die mit dem Radius erhöht (*WINHART, 1991*). Die Proc. coronoidei machen an der gewichttragenden Funktion der Ulna 20-25% aus (*EVANS und CHRISTENSEN, 1979; BERZON und QUICK, 1980; VOLLMERHAUS und ROOS, 1980; FOX et al., 1983*). Nach *WOLSCHRIJN und WEIJS (2004)* ist davon auszugehen, dass auf den Processus coronoideus medialis (PCM) die Kräfte der Vor- und Zurückbewegung der Trochlea humeri, einer horizontalen, lateral gerichteten Kraft ausgehend vom Radiuskopf und eine Spannkraft ausgehend vom Lig. anulare

einwirken. *MAIERL (2003)* konnte nachweisen, dass in Bewegung eine medial gerichtete Rotation des Humerus um einen zentralen Punkt im Gelenk erfolgt, so dass Proc. anconaeus und lateraler Epicondylus humeri sowie Proc. coronoideus medialis und Trochlea humeri sich intensiv kontaktieren.

## **2.2 Entwicklung im Bereich des Ellbogengelenkes**

*SCHULZE et al. (2003)* untersuchten das Wachstum von Unter- und Oberarmknochen. Bei Hunden großwüchsiger Rassen ist ein stärkerer absoluter Gesamt- und Maximalzuwachs der Ossa antebrachii festgestellt worden als am Humerus. Radius und Ulna waren früher als der Humerus ausgewachsen. Die Endgrößen von Ober- und Unterarm waren beim Rottweiler eher erreicht als beim Beagle. Dabei wiesen Rüden großwüchsiger Rassen eine signifikant höhere Längen- und Dickenzunahme auf als Hündinnen. In microcomputertomographischen Analysen der trabekulären Struktur des Proc. coronoideus medialis beim Golden Retriever Welpen konnten *WOLSCHRIJN und WEIJS (2004)* nachweisen, dass sich Knochenbälkchen im Proc. coronoideus medialis bereits frühzeitig belastungsabhängig ausrichten. Bereits mit 6 Wochen orientiert sich die anisotrope Struktur des Trabekel senkrecht zur humeroulnaren Gelenkfläche. Im Alter von 13 Wochen richten sie sich zusätzlich auf das Lig. anulare aus, in die kraniokaudale Achse des Proc. coronoideus medialis. Die trabekuläre Struktur ist im Alter von 4 Wochen dicht und die Bälkchen weisen die Form kleiner Stangen auf. In der 10. Lebenswoche ist die Struktur deutlich lockerer bei gleicher Form der Bälkchen. Dagegen weisen die Trabekel in der 18. Woche eine dickere, eher plattenähnliche Form auf. Das auch die Entwicklung der subchondralen Knochenplatte am Proc. coronoideus medialis abhängig von der Belastung ist, stellten *WOLSCHRIJN und WEIJS (2005)* fest. Eine glatte und stärker belastbarere subchondrale Knochenplatte ist an der humeralen Gelenkfläche des Proc. coronoideus medialis früher ausgebildet als an der radialen. *WOLSCHRIJN et al. (2003)* studierten die Ellbogengelenke von Golden Retriever Welpen verschiedenen Alters. Sie fanden knorpelfreie Bezirke an der Fläche der Incisura (Inc.) trochlearis medial und lateral der Basis des Proc. anconaeus und lateral am Ursprung des Proc. coronoideus. Im Bereich des Condylus humeri wurden knorpelfreie Areale an der Peripherie des Gelenkknorpels des Capitulum humeri festgestellt und verfärbte Bezirke, die nicht aus hyalinem Knorpel sondern aus Faserknorpel bestanden. Diese knorpelfreien Bezirke wurden bereits von *LOEFFLER und BRANSCHIED (1976)* an drei Stellen im Gelenk, lateral und medial in der Inc. trochlearis und distal auf dem Proc. coronoideus lateralis, beschrieben. Sie bezeichneten diese Bereiche als Synovialausschnitte, die dazu dienen in weniger beanspruchten Gelenkbereichen Synovia zu sammeln und zu produzieren. Histologisch war das Gewebe um die knorpelfreien Bereiche von 2–4 Zelllagen bedeckt. Diese Zellen weisen einen rundlichen Kern auf und ähnelten Synovialzellen. Die knorpelfreien Areale waren von den gleichen Zellen bedeckt und darunter befand sich ein dichtes Ersatzgewebe ohne Zeichen einer Entzündung (*LOEFFLER und BRANSCHIED, 1976; WOLSCHRIJN et al., 2003*).

## **2.3 Ursachen von Störungen der Entwicklung des Ellbogengelenkes**

Nach *GRONDALEN (1979a)* bedingt der komplexe Bau des Ellbogengelenkes, dass bereits geringste Störungen gravierende Schäden mit einer konsekutiven Osteoarthritis verursachen können. In den ersten sechs Lebensmonaten, die von der größten Größen- und Gewichtszunahme geprägt sind, sind die knorpeligen Knochenenden besonders störanfällig (*MORGAN et al., 2000*), so dass Deformationen wie ungleichmäßiges Längenwachstum und

ungleichmäßige Kortikalisierung die Folge sind (*DÄMMRICH und SCHULZE-SCHLEITHOFF, 1982*). Vermehrt belasteter Gelenkknorpel führt zur gestörten Differenzierung der Chondrozyten, so dass fokal der Epiphysenknorpel nicht abgebaut wird und Knorpelzapfen in die epiphysäre Spongiosa hineinragen. Dadurch flachen konvexe Gelenkflächen ab (*DÄMMRICH und SCHULZE-SCHLEITHOFF, 1982*). Die formschlüssige Artikulation im Ellbogengelenk wird vom harmonischen Wachstum der monepiphysären Ulna und des bipiphysären Radius geprägt. Diese Epiphysenanordnung und auch ihre Konfiguration lassen bis zu einem Alter von 8 Monaten eine Verschiebung der Längenverhältnisse zwischen beiden Knochen zu (*CARRIG, 1983; FOX et al., 1983; FOX, 1984; WIND und PACKARD, 1986*). Hunde großwüchsiger Rassen sollten in der Wachstumsphase restriktiv ernährt werden. Der Energiegehalt des Futters muss dem Energiebedarf sowie dem Ernährungszustand angepasst werden und der Gehalt an Mengen- und Spurenelementen sollte mit dem Energiegehalt korrelieren (*ZENTEK et al., 1995*). Eine erhöhte Aufnahme von Kalzium führt bei Hunden großer Rassen zu einer schweren Störung der Skelettmineralisation und der endochondralen Ossifikation. Die gleichzeitig erhöhte Aufnahme von Kalzium und Phosphor führt zu osteochondrotischen Veränderungen (*SCHOENMAKERS et al., 2000*). Die Folge einer relativen Hypercalcämie ist eine Verzögerung der Resorption von Knorpelzellen und damit der Reifung des Skelettes. Dies führt zu Verbreiterung von Knorpelschichten, Nekrosen, Mikrofrakturen, Absprengungsfrakturen und Deformitäten und auch zur Entstehung persistierender Knorpelzapfen (*HAZEWINKEL et al., 1985; SCHAWALDER, 1990a; GRUSSENDORF, 1999*). Die retardierte enchondrale Ossifikation und die persistierenden Knorpelzapfen erhöhen und verlängern die Verletzlichkeit der Epiphysenfugenscheiben (*SCHAWALDER, 1990b*). Die körperliche Belastung spielt ebenfalls eine Rolle in der Wachstumsphase. Die Tiere sollten kontrolliert bewegt werden, um eine normale Entwicklung von Muskulatur und Skelett zu gewährleisten. Eine übermäßige Belastung und anstrengendes Training sind zu vermeiden (*GRONDALEN, 1982b*).

## **2.4 Vererblichkeit der Ellbogengelenksdysplasie**

### **2.4.1 Heritabilität**

Die Vererbung als eine Ursache der Ellbogengelenksdysplasie wurde schon vielfach aufgrund der augenscheinlichen Prädisposition einiger Rassen vermutet (*BERZON und QUICK, 1980; MASON et al., 1980; GRONDALEN, 1982b; WIND und PACKARD, 1986; HAZEWINKEL et al., 1988*). In Paarungsversuchen wurde festgestellt, dass bei Nachkommen zweier ED-belasteter Elterntiere die Inzidenz einer ED höher ist, als bei der Nachkommenschaft ED-freier Elterntiere (*GRONDALEN, 1982b; GRONDALEN und LINGAAS, 1991*). Dies bestätigten *SWENSON et al. (1997)* mit Paarungen nicht ED- (ED 0) und schwer ED belasteter Elterntiere (ED 2-3). Sie stellten fest, dass in der Nachkommenschaft die ED mit einer höheren Inzidenz auftritt als bei Verpaarungen ED freier (ED 0) und gering ED belasteter (ED 1) Tiere. Die Vererbung von Osteochondrosis dissecans (OCD) und des fragmentierten Processus coronoideus medialis (FPC) erfolgt multifaktoriell bzw. über polygenetisch festgelegte Merkmale. Beide Erkrankungen werden zudem unabhängig voneinander vererbt (*PADGETT et al., 1995*). Der Grad der Heritabilität wird von *GRONDALEN und LINGAAS (1991)* mit 0,10-0,48, von *STUDDERT et al. (1991)* mit 0,27 und von *GUTHRIE und PIDDUCK (1990)* mit 0,45 für weibliche Tiere und 0,77 für männliche Tiere angegeben. Die Heritabilität der ED bei der Rasse Rottweiler wird von

MÄKI *et al.* (2000) als mittelmäßig (moderat) bezeichnet. STUDDERT *et al.* (1991) fanden den Einfluss von Hündinnen größer als von Rüden im Hinblick auf die Inzidenz der Osteochondrosis bei der Nachkommenschaft.

## 2.4.2 Zuchtprogramme

Wegen der hohen ED-Inzidenz beim Golden Retriever wurden auf internationaler und auf Länderebene zuchthygienische Maßnahmen ergriffen.

### 2.4.2.1 Zuchtprogramm in den Niederlanden

Das Screening der Ellbogengelenke ist im nationalen Kennel Club organisiert. Von den ED-prädisponierten Rassen wie z.B. Labrador, Golden Retriever, Rottweiler, Deutscher Schäferhund (DSH), Berner Sennenhund werden Röntgenaufnahmen des Ellbogengelenkes in vier verschiedenen Projektionen verlangt:

- mediolateral gestreckt
- mediolateral gebeugt
- anterior-posterior
- anterior-posterior gekippt

Bei anderen Rassen sind nur die mediolateral gestreckte und die anterior-posterior gekippte Projektion erforderlich. Labrador und Golden Retriever sollten mindestens 12 Monate alt sein, Hunde anderer Rassen 18 Monate. Die Graduierung der arthrotischen Veränderungen erfolgt nach den Richtlinien der International Elbow Working Group (IEWG). In einem Zertifikat wird der Grad der arthrotischen Veränderungen dokumentiert, sowie ob Erkrankungen wie fragmentierter Processus coronoideus medialis (FPC), isolierter Processus anconaeus (IPA), Gelenksinkongruenz (INC) oder Osteochondrosis (OC) bestehen oder nicht. Die Umsetzung der Screeningergebnisse liegt in der Verantwortung der einzelnen Rassevereine. Der holländische Labrador Klub verlangt Zuchttiere, die ED negativ und Osteoarthrose frei oder maximal Osteoarthrose Grad 1 eingestuft sind. Grad 1 Tiere müssen nach einem Jahr wiederholt untersucht werden, bevor sie zur Zucht zugelassen werden. Der holländische Berner Sennenhund Klub akzeptiert die Zucht mit Hunden, die mit Osteoarthrose Grad 0, 1 und 2 eingestuft worden sind. Die Züchter werden finanziell unterstützt, wenn tierärztliche Behandlungen aufgrund einer Lahmheit in den ersten zwei Lebensjahren notwendig werden (HAZEWINDEL, 2003; SCHWENKE *et al.*, 2004).

### 2.4.2.2 Zuchtprogramm in Norwegen

Nach GRONDALEN *et al.* (2003) werden in Norwegen Screening-Programme für ED vom Norwegian Kennel Club (NKC) seit 1981 durchgeführt. Im NKC sind ca. 90% aller reinrassigen Hunde in Norwegen registriert. Die Zuchtvereine der Labrador- und Golden Retriever haben diesem ED-Screening nicht zugestimmt, jedoch lassen viele Züchter dieser Rassen ihre Hunde untersuchen und berücksichtigen die Ergebnisse in der Zucht. Es sind Aufnahmen im mediolateralen Strahlengang bei um 45° gebeugtem Ellbogengelenk und in kranio-kaudaler Projektion mit 15° Pronation gefordert. Die meisten Hunde werden im Alter von 12 Monaten geröntgt. Die Beurteilung erfolgt durch vom NKC anerkannte Tierärzte/Radiologen. Grundlage bilden die IEWG-Richtlinien, die Einteilung erfolgt nach dem Grad der arthrotischen Veränderungen.

### 2.4.2.3 Zuchtprogramm in Schweden

Das schwedische Zuchtprogramm wurde 1988 eingeführt (AUDELL, 2003). In Schweden sind 70% der Hunde reinrassig und nahezu alle gehören dem Swedish Kennel Club (SKC) an. Die Ergebnisse der Untersuchungen der Ellbogen- und Hüftgelenke werden vom SKC registriert. Seit 1990 ist es obligatorisch den Ellbogengelenksstatus der Elterntiere anzugeben, um das Tier im SKC registrieren zu lassen (SWENSON *et al.*, 1997). Bei Rassen, die schon seit zehn Jahren oder länger kontrolliert werden, sinkt die Prävalenz gering- bis mittelgradig (AUDELL, 2003). In Sedation oder Anästhesie werden Röntgenaufnahmen im lateromedialen Strahlengang bei im Ellbogengelenk um 45° gebeugter Gliedmaße angefertigt.

Bewertet wird:

Normales Gelenk	keine Zeichen einer Arthrose
Grad 1 (leichte) Arthrose	Gelenke mit einer oder mehr der folgenden Veränderungen: Osteophyten < 2 mm Höhe am dorsalen Rand des Proc. anconaeus, minimale Osteophyten (< 2 mm) am dorsoproximalen Rand des Radius, am dorsalen Rand des Proc. coronoideus, oder dem lateropalmaren Bereich der Trochlea humeri, oder deutliche Sklerosierung der Inc. trochlearis ulnae palmar des Proc. coronoideus.
Grad 2 (mäßige) Arthrose	Gelenke mit einer oder mehr der folgenden Veränderungen: Osteophyten zwischen 2-5 mm Höhe am Dach des Proc. anconaeus, mittelgradige Osteophytenbildung (2-5 mm) am dorsoproximalen Rand des Radius, am dorsalen Rand des Proc. coronoideus, oder im lateropalmaren Bereich der Trochlea humeri
Grad 3 (schwere) Arthrose	Gelenke mit Osteophyten > 5 mm Höhe auf dem Dach des Proc. anconaeus, oder mit starker Osteophytenbildung (> 5 mm) am dorsoproximalen Rand des Radius, am dorsalen Rand des Proc. coronoideus, oder im medialen Bereich der Trochlea humeri

Auf dieser Grundlage werden die ED-Grade in ein Punktesystem eingeordnet:

- normales Gelenk
- Grad 1 Arthrose
- Grad 2 Arthrose
- Grad 3 Arthrose

In der statistischen Auswertung ist das stärker betroffene Gelenk Grundlage, den Ellbogengelenksstatus des Hundes zu beurteilen (SWENSON *et al.*, 1997).

### 2.4.2.4 Zuchtprogramm in Deutschland

Nach TELLHELM *et al.* (2003) wurden in Deutschland 1997 Richtlinien für ein ED-Screening von der Gesellschaft für Röntgendiagnostik genetisch beeinflussbarer Skeletterkrankungen bei Kleintieren (GRSK) für die Rassevereine des Verbandes für das

deutsche Hundewesen (VDH) herausgegeben. Standard ist die mediolateral-gebeugte Projektion, dabei sollte der Winkel 45° nicht überschreiten und eine maximale Beugung vermieden werden. Des Weiteren wird die kranio-kaudale Projektion empfohlen. Ob weitere Projektionen erforderlich sind, wird von den Gutachtern in Zusammenarbeit mit den einzelnen Zuchtvereinen entschieden. Der untersuchte Hund muss mindestens 12 Monate alt sein. Die Gutachter werden von den Zuchtvereinen bestimmt und sollten Mitglieder der GRSK sein. Die Beurteilung der Röntgenbilder richtet sich vornehmlich nach dem IEWG-Protokoll. Abweichend davon wurde für einige Rassen ein Zwischengrad (borderline-grade) eingeführt. Hunde, die Primärveränderungen wie IPA, FPC, OCD und INC aufweisen, werden mit ED-Grad 3 beurteilt. Hunde, die verdächtig für eine solche Primärläsion sind, werden mit ED-Grad 2 beurteilt. Es wird empfohlen nur mit ED-freien Hunden zu züchten. Als Minimum sollten ED 2 und ED 3 von der Zucht ausgeschlossen werden.

## 2.5 Krankheitsbild der Ellbogengelenksdysplasie

Die Ellbogengelenksdysplasie wurde erstmalig von *OLSSON (1974)* und *TIRGARI (1974)* beschrieben. Nach Definition der IEWG ist sie eine von der Norm abweichende Entwicklung des Ellbogengelenkes. Zum Komplex der Ellbogengelenksdysplasie wurden zunächst vier Krankheitsbilder gezählt. Später kamen weitere drei hinzu (*FLÜCKIGER, 1992; ROVESTI et al., 1998; HAZEWINKEL, 2003*).

1. Unförmiger oder fragmentierter Proc. coronoideus medialis ulnae (FPC)
2. Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri (OCD)
3. Isolierter Proc. anconaeus (IPA)
4. Inkongruenz der Gelenkflächen (INC)
5. Inkomplette Ossifikation des Condylus humeri (IOHC) oder intracondyläre (nicht traumatische) Osteochondrosis dissecans
6. Fragmentierter Epicondylus medialis humeri
7. Luxatio cubiti congenitalis

Ein Gelenk wird dysplastisch, wenn der Knorpel vor der Ossifikation deformiert (*MORGAN et al., 2000*). Die Ausprägung der arthrotischen Veränderungen am Gelenk beeinflussen zusätzlich zur genetischen Prädisposition auch von schnelles Wachstum, Ernährung, hormonelle Einflüssen und Umweltfaktoren (*BOUDRIEAU et al., 1983; GORING und BLOOMBERG, 1983; WIND, 1986; OLSSON, 1987, MÄKI et al., 2000*). Zu ersten klinischen Anzeichen kommt es im Alter von 3-4 Monaten (*OLSSON, 1974*). Da der Gelenkknorpel nicht innerviert ist, sind die Schäden schon irreversibel, noch bevor klinische Symptome zu beobachten sind (*MORGAN et al., 2000*). Häufig betroffene Rassen sind Rottweiler, Berner Sennenhund, Labrador und Golden Retriever. Rüden weisen eine höhere Inzidenz auf als Hündinnen (*GRONDALEN, 1982a; GUTHRIE und PIDDUCK, 1990, GRONDALEN und LINGAAS, 1991; MÄKI et al., 2000*). Ursachen sind unterschiedliche hormonelle Einflüsse bei beiden Geschlechtern, die die Wachstumsrate beeinflussen (*MÄKI et al., 2000*). *SWENSON et al. (1997)* beschreiben eine höhere Prävalenz weiblicher Tiere beim Berner Sennenhund und beim Rottweiler eine höhere bei Rüden. *PADGETT et al. (1995)* konnten keinen geschlechtsspezifischen Unterschied der Inzidenz der Veränderungen feststellen. Die

arthrotischen Veränderungen sind bei männlichen Tieren stärker ausgeprägt als bei weiblichen Tieren (*GRONDALEN und LINGAAS, 1991*).

### **2.5.1 Der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae**

Der fragmentierte Processus coronoideus ist nicht nur die häufigste Lahmheitsursache im Bereich des Ellbogengelenks sondern auch die, die zur Bildung von Osteophyten in diesem Gelenk führt (*GRONDALEN, 1982b*). Nahezu ausnahmslos ist der mediale Proc. coronoideus betroffen. Ursachen sind die unterschiedliche Größe, Gestalt und Position der beiden Fortsätze (*MACPHERSON et al., 1992*). Eine Geschlechtsprädisposition ist nach *BERZON und QUICK (1980)* und *WIND (1982)* nicht gegeben. Nach *GRONDALEN (1979b)*, *BRUNNBERG und WAIBL (1986)*; *READ et al. (1990)* und *MEYER-LINDENBERG et al. (1993)* sind männliche Tiere häufiger erkrankt als weibliche. Betroffen sind meist Hunde großer und Riesenrassen wie Neufundländer, Berner Sennenhunde, Deutsche Schäferhunde, Golden Retriever, Rottweiler, Labrador Retriever, Chow-Chow (*GRONDALEN, 1979b*; *BERZON und QUICK, 1980*; *TIRGARI, 1980*; *HENRY, 1984*; *WIND und PACKARD, 1986*; *WIND, 1986*, *HAZEWINKEL et al., 1988*; *READ et al., 1990*; *SCHAWALDER, 1990b*; *CARPENTER et al., 1993*; *MEYER-LINDENBERG et al., 1993*; *MEYER-LINDENBERG et al., 2002a*; *WOLSCHRIJN und WEIJS, 2004*). Erstmals berichtete *OLSSON (1974)* über den fragmentierten Proc. coronoideus medialis. Er beschreibt osteoarthritische Veränderungen an der Trochlea humeri und ein Fragment, das er als isolierten Proc. coronoideus medialis bezeichnet. Da der Proc. coronoideus medialis kein eigenes Ossifikationszentrum hat, wird er als fragmentierter Proc. coronoideus (FPC) bezeichnet (*GORING und BLOOMBERG, 1983*; *FOX et al., 1983*). *OLSSON (1983)* vermutete ätiologisch eine Störung der enchondralen Ossifikation und eine dadurch bedingte Knorpelretention, da der Proc. coronoideus medialis eine stärkere Knorpelschicht aufweist, später als andere Teile des Gelenkes verknöchert und einer stärkeren mechanischen Belastung ausgesetzt ist. *WIND (1982)*; *FOX et al. (1983)*; *WIND (1986)*; *WIND und PACKARD (1986)*; *SCHAWALDER (1990a)*; *MACPHERSON et al. (1992)*; *CARRIG (1993)*; *SCHLEICH (1997)*; *PRESNELL (1998)* und *ROVESTI et al. (1998)* sehen als Ursache für einen FPC ein verzögertes Wachstum des Radius mit einer Distalverlagerung des Radiuskopfes „short radius syndrome“ und eine daraus resultierende Inkongruenz im Gelenk an. Dadurch wird der Proc. coronoideus medialis ulnae verstärkt belastet, so dass er deformiert und auch fragmentiert. Die fragmentierte Knorpelschuppe kann verknöchern, da es durch seine bindegewebige Verbindung mit dem Ligamentum anulare und zur Ulna vaskularisiert ist (*FOX et al., 1983*; *OLSSON, 1983*). Die Größe dieses Fragments variiert vom knorpelumhüllten Knöchelchen bis zum halben Proc. coronoideus medialis (*OLSSON, 1987*). Es gibt verschiedene Formen der Fraktur. Dabei kann es sich um eine Fissur im kranialen Drittel des Gelenkknorpels, um eine vollständige Loslösung des kranialen Drittels oder eine flächige Abhebung des Gelenkknorpels am Rande des proximalen Radioulnargelenkes handeln (*BRUNNBERG und WAIBL, 1986*; *BRUNNBERG, 1998*; *WINHART, 1991*). Da der mediale Proc. coronoideus mit der Trochlea humeri artikuliert, ist es möglich, dass eine durch einen FPC hervorgerufene Veränderung dieses Kontakts zu einer degenerativen Gelenkerkrankung führt, so genannte „kissing lesion“ (*TIRGARI, 1974*; *OLSSON, 1983*; *OLSSON 1987*; *HAZEWINKEL, 2003*). *BERZON und QUICK (1980)* beschreiben dies als osteochondrotische Läsion. Nach *READ et al. (1990)* handelt es sich histologisch nur um Schäden am Gelenkknorpel. Ihr Ausmaß wird vom Grad der Fragmentierung und der Größe des Fragments bestimmt (*OLSSON, 1983*). Der fragmentierte Proc. coronoideus medialis ulnae kommt häufig beiderseits in verschiedener Form vor, auch wenn die Patienten klinisch meist nur einseitig Symptome zeigen (*GRONDALEN, 1979b*;

WIND, 1982; FOX *et al.*, 1983; HENRY, 1984; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; READ *et al.*, 1990; SCHLEICH, 1997; BRUNNBERG, 1998). Die Mehrzahl der Tiere wird innerhalb des ersten Lebensjahres aufgrund der klinischen Symptome im 6. Monat (BERZON und QUICK, 1980), im 4. Monat (FOX *et al.*, 1983), mit 5,7 Monaten (READ *et al.*, 1990), im 4-8. Monat (DENNY, 1980; BRUNNBERG und WAIBL, 1986) vorgestellt. Nicht selten zeigen die Patienten jedoch erst später im Alter über einem Jahr klinische Auffälligkeiten (READ *et al.*, 1990; MEYER-LINDENBERG *et al.*, 2002a). Charakteristisch ist eine rezidivierende Lahmheit, die verschiedengradig ausgeprägt sein kann. Bei Belastung der Gliedmaße wird die Pfote in Supinationsstellung aufgesetzt und der Bereich des Ellenbogengelenkes abduziert (WIND, 1982; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; READ *et al.*, 1990; WINHART, 1991, BRUNNBERG, 1998). Die Hunde laufen sich nach längerem Liegen in Form einer „Aufwärmphase“ ein (BERZON und QUICK, 1980). Auffallende Befunde sind Schmerzen bei Beugung und Streckung des Gelenkes, Krepitation, Kapselverdickungen und Schmerzen bei Palpation des Proc. coronoideus medialis (BERZON und QUICK, 1980; FOX *et al.*, 1983; READ *et al.*, 1990; SCHLEICH, 1997). Die klinischen Symptome erlauben eine Verdachtsdiagnose. Durch Adduktion und Streckung im Ellbogengelenk und gleichzeitiger Pronation der Pfote können meist deutliche Schmerzreaktionen ausgelöst werden, da bei diesen Manipulationen der Bereich des Proc. coronoideus medialis vermehrt komprimiert wird (BAUM und ZIETSCHMANN, 1936; BERZON und QUICK, 1980; DENNY, 1980; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; READ *et al.*, 1990; SCHAWALDER, 1990b; WINHART, 1991). Im Hinblick auf Therapie und Langzeitergebnis ist die Prognose umso besser, je jünger das Tier ist und je geringer Gelenkveränderungen ausgeprägt sind (BERZON und QUICK, 1980).

## 2.5.2 Die Osteochondrosis dissecans

Die Osteochondrosis dissecans wurde erstmals von Brass 1956 am Humeruskopf beschrieben (FLÜCKIGER, 1992). Häufig erkrankte Rassen sind Golden Retriever, Labrador Retriever, Rottweiler, Berner Sennenhund und Chow-Chow (GRONDALEN, 1979b). Männliche Tiere sind häufiger betroffen als weibliche Tiere (GRONDALEN, 1979b; BOUDRIEU *et al.*, 1983; GUTHRIE, 1989). Meist werden die Patienten im ersten Lebensjahr vorgestellt (GRONDALEN, 1979b). Die Osteochondrosis ist Folge einer gestörten enchondralen Ossifikation. Es kommt zu einer Retention des unreifen Gelenkknorpels und damit zur Verdickung der Knorpelschicht. Dadurch werden tiefere Knorpelschichten minder versorgt und hypoxisch, da die Diffusionstrecke für Nährstoffe aus der Synovia bis zur Basalschicht überschritten wird. Der Zellmetabolismus in tieferen Knorpelschichten ist gestört und es kommt zu Degeneration und Massennekrosen. WEISS und LOEFFLER (1996) untersuchten den Epiphysenknorpel junger Hunde hinsichtlich des Vorkommens von Knorpelkanälen und deren Einfluss auf die Entstehung der OCD. Knorpelkanäle befinden sich in solchen Bereichen, in denen der Knorpel verdickt ist, so dass die Diffusion zur Versorgung tieferer Schichten nicht mehr ausreicht, und kommen nur bei wachsenden Tieren vor. Sie enthalten Bindegewebe, Gefäße und z.T. amorphe Knorpelmatrix und liegen im Bereich des Ellbogengelenkes zwischen dem medialen sekundären Verknöcherungszentrum und der Epiphysenfuge. Im Bereich des Ellbogengelenkes konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen den Knorpelkanälen und der Entstehung einer OCD des medialen Condylus (Cond.) humeri gefunden werden. Es wurde jedoch festgestellt, dass es in der Umgebung dieser Kanäle zu Mineralisationsstörungen und damit zu Verbreiterung der Knorpelschicht kommt und dass diese Veränderungen auch in anderen Gelenken in Bereichen auftreten, die für die



Entstehung einer OCD prädisponiert sind. Im abgestorbenen Knorpel entstehen Fissuren. Wenn die Fissur sich vergrößert, kommt es zur Bildung eines Fragments und zur Ablösung einer Knorpelschuppe. Sie kann als einzelnes freies Körperchen im Gelenk vorliegen oder nach ihrer Ablösung in mehrere kleine Fragmente zerbrechen (FOX *et al.*, 1983; OLSSON, 1987; MORGAN *et al.*, 2000). Treffen die Veränderungen die Gelenkfläche des Knorpels, entsteht eine Osteochondrosis dissecans (GRONDALEN, 1979a; BOUDRIEU *et al.*, 1983; FOX *et al.*, 1983; OLSSON, 1987; MORGAN *et al.*, 2000). Durch das Eindringen von Synovialflüssigkeit in den gebildeten Spalt kommt es zur Hyperämie und zu einem sterilen entzündlichen Prozess im Gelenk (MORGAN *et al.*, 2000). Typische Veränderungen im Gelenk wie fortschreitende degenerative Knorpelschäden, Proliferation der Synovialis, periartikuläre Osteophyten und später dann Sklerosierungen des subchondralen Knochens werden von FOX *et al.* (1983) beschrieben. Dabei überwiegen die degenerativen Veränderungen gegenüber den entzündlichen (MILTON, 1983). Nahezu immer ist der Cond. humeri medialis betroffen (DÄMMRICH, 1979; OLSSON, 1983; FLÜCKIGER, 1992). Die OCD-Koinzidenz mit einem FPC ist häufig. FOX *et al.* (1983), OLSSON (1983), HENRY (1984) und GUTHRIE (1989) vermuten, dass es sich dabei um eine „kissing lesion“ des beweglichen FPC handelt. In arthroskopischen Untersuchungen konnten VAN RYSSSEN und VAN BREE (1997) und VAN BREE und VAN RYSSSEN (1998) nur in wenigen Fällen isolierte OCD Läsionen der Trochlea humeri diagnostizieren. Meist lag auch ein FPC vor, so dass sie die Ätiologie der OCD-Läsionen auf mechanische Einwirkungen des beweglichen Fragmentes zurückführten. Zu klinischen Symptomen kann es bereits im Alter von 4 Monaten kommen (MASON *et al.*, 1980; GORING und BLOOMBERG, 1983; MILTON, 1983; OLSSON, 1983; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; GUTHRIE, 1989). Sie sind vor allem von Steifheit sowie Schmerzhaftigkeit des Gelenkes bei Beugung und Streckung, Lahmheit, Einwärtsdrehen der Gliedmaße und Atrophie der Muskulatur und vermehrter Gelenkfüllung gekennzeichnet (GRONDALEN, 1979b; FOX *et al.*, 1983; OLSSON, 1987; FEHR und MEYER- LINDENBERG, 1992; BRUNNBERG, 1998). In 50% der Fälle tritt die Erkrankung beiderseits auf, auch wenn nur einseitig eine Lahmheit besteht (GUTHRIE, 1989).

### **2.5.3 Der isolierte Processus anconaeus**

Die knöcherne Verbindung des Proc. anconaeus mit seinem Ossifikationszentrum und der Ulna unterbleibt (SCHROEDER, 1978). Die Erkrankung hat eine hohe Inzidenz beim Deutschen Schäferhund (FLÜCKIGER, 1992). Es erkranken auch Hunde anderer großer Rassen, wie Berner Sennenhund, Dogge, Labrador Retriever, Pointer, Bloodhounds, Pyrenäenhund, Rottweiler und Neufundländer (MASON *et al.*, 1980; PRESNELL, 1998). Es sind junge Hunde im Alter von 4-5 Monaten betroffen (PRESNELL, 1998; SJOSTRÖM *et al.*, 1995). Nicht selten wird die Erkrankung erst bei älteren bis zu 9 Jahre alten Tieren festgestellt (PRESNELL, 1998). Rüden sind häufiger betroffen als Hündinnen (WIND, 1986; FEHR und MEYER- LINDENBERG, 1992; SJOSTRÖM *et al.*, 1995). Eine Ursache des IPA ist das Radius-curved-Syndrom (WIND, 1986; SJOSTRÖM *et al.*, 1995; HAZEWINDEL, 2003). Durch übermäßiges Wachstum des Radius kommt es zu einer Druckbelastung des Cond. humeri lateralis in proximaler Richtung, so dass die Fossa olecrani gegen den Proc. anconaeus drückt. Wegen des eigenen Ossifikationszentrums, wird der Schluss der Wachstumsfuge behindert, so dass der Proc. anconaeus abgetrennt wird (OLSSON, 1987; SJOSTRÖM *et al.*, 1995; SJOSTRÖM, 1998). Als weitere Ursache dafür werden von WIND (1986); WIND und PACKARD (1986), SJÖSTRÖM (1998) und HAZEWINDEL (2003) eine oval geformte Inc. trochlearis ulnae angesehen. Die Diagnose IPA kann ab einem Alter von

4 ½ Monaten (FOX *et al.*, 1983), 5 Monaten (PRESNELL, 1998) bzw. 5-6 Monaten (HAZEWINDEL, 2003) gestellt werden. Aufgrund der abnormen Beweglichkeit des IPA kommt es zu einer Rotationsinstabilität im Gelenk mit der Folge einer Osteoarthritis (FOX *et al.*, 1983; FLÜCKIGER, 1992). Das Ausmaß der degenerativen Veränderungen hängt von der Dauer der Erkrankung ab (PRESNELL, 1998). Beim DSH ist eine Koinzidenz mit dem fragmentierten Proc. coronoideus medialis ulnae beschrieben (HAZEWINDEL *et al.*, 1988; PRESNELL, 1998). Klinische Symptome wie eine mittel- bis hochgradig intermittierende Lahmheit, Schmerzhaftigkeit, Krepitation und Gelenkschwellung, und eine Verdickung der Gelenkkapsel können schon mit sechs Wochen beobachtet werden (FOX *et al.*, 1983; SJOSTRÖM *et al.*, 1995; BRUNNBERG, 1998). Das Gelenk wird einwärts gedreht, mit auswärts rotiertem Unterarm und Pfote. Der Bewegungsradius im Ellbogengelenk ist eingeschränkt und schmerzhaft bei Streckung (FOX *et al.*, 1983; FEHR und MEYER-LINDENBERG, 1992; BRUNNBERG, 1998). Bei älteren Hunden kommt es nicht selten plötzlich zur hochgradigen Lahmheit, obwohl zuvor keine bestand. Jüngere Hunde sollten immer operiert werden, da konservative Maßnahmen die Progredienz der degenerativen Osteoarthritis nicht aufhalten (PARRISIUS, 1985; PRESNELL, 1998).

#### **2.5.4 Die Gelenksinkongruenz**

Die Inkongruenz des Ellbogengelenkes ist durch einen relativ kurzen Radius sowie eine lange Ulna charakterisiert. Dadurch bildet sich eine Stufe zwischen dem Proc. coronoideus lateralis ulnae und der proximalen Gelenkfläche des Radius aus. Es erscheinen zudem der humeroradiale und der humeroulnare Gelenkspalt verbreitert oder unregelmäßig, und der Cond. humeri wird kranial in Richtung Radius verlagert. Zusätzlich kann die Inc. trochlearis oval ausgebildet sein (WIND, 1982 und 1986). WIND (1986), WIND und PACKARD (1986) und REMY *et al.* (2004) konnten bei Hunden mittelgroßer und schwerer Rassen eine signifikante Vergrößerung des proximalen Ulnaabschnittes nachweisen. Hunde, die an FCP, OCD und IPA erkrankt waren, weisen eine elliptisch geformte Incisura trochlearis auf, die zu klein im Radius war, die Trochlea humeri angemessen zu umgreifen. Es wurden Inkongruenzen im Bereich der Inc. trochlearis und der proximalen Gelenkfläche des Radius bis zu 3 mm gemessen. Die Folgen einer zu klein ausgebildeten Inc. trochlearis sind ein zu enger Kontakt des Cond. humeri, des Proc. anconaeus und des medialen Proc. coronoideus miteinander, sowie der zu weite Gelenkspalt zwischen Inc. trochlearis und Trochlea humeri. Eine Inkongruenz allein bedingt eine Osteoarthrose (HAZEWINDEL, 2003). Beim Berner Sennenhund ist eine Gelenksinkongruenz beschrieben, die im Alter von 4 ½ bis 5 ½ Monaten auffällig wird. Dabei wird röntgenologisch die Inc. trochlearis ulnae proximal verlagert. Die Inkongruenz beruht auf unterschiedlichen Wachstumsgeschwindigkeiten der Radius- und Ulnaepiphyse. Durch ausgleichendes Wachstum wird das Ausmaß der Gelenkinkongruenz klein gehalten (OLSSON *et al.*, 1979; WIND, 1982). Das ausgleichende Wachstum kann durch eine Fraktur des medialen Proc. coronoideus ulnae gestört werden, so dass die Inkongruenz ausgeprägter wird. Wird bei einem 4 ½ bis 5 ½ Monate alten Berner Sennenhund eine Stufe diagnostiziert, lässt das nicht zwingend auf einen fragmentierten Proc. coronoideus rückschließen (WIND, 1982).

#### **2.5.5 Die inkomplette Ossifikation des Condylus humeri**

Das distale Endstück des Humerus weist postnatal zwei Ossifikationskerne auf (SCHROEDER, 1978). Wird die Fusion des medialen und lateralen Teils des Cond. humeri gestört, entsteht das Krankheitsbild der inkompletten Ossifikation des Cond. humeri

(MARCELLIN-LITTLE *et al.*, 1994; ROVESTI *et al.*, 1998; ROBIN und MARCELLIN-LITTLE, 2001; MACIAS und MARCELLIN-LITTLE, 2002). Dem liegt das zeitlich ungleichmäßige Wachstum von Radius und Ulna zugrunde, das die Kräfteaufteilung im Gelenk verschiebt (ROVESTI *et al.*, 1998). Dadurch werden Frakturen begünstigt, die als unvollständige Fraktur des Cond. humeri (BUTTERWORTH und INNES, 2001) oder intrakondyläre nicht dislozierte Humerusfraktur oder intracondyläre OCD (BRUNNBERG *et al.*, 2001) beschrieben sind. Im Bereich der intrakondylären Epiphysenfuge ist röntgenologisch eine Aufhellungslinie zu sehen (MARCELLIN-LITTLE *et al.*, 1994; BUTTERWORTH und INNES, 2001; BRUNNBERG *et al.*, 2001; MACIAS und MARCELLIN-LITTLE, 2002; MEYER-LINDENBERG *et al.*, 2002c). Rüden erkranken häufiger als Hündinnen (HEINEN, 2002; BRUNNBERG *et al.*, 2001). Spaniel sind häufiger betroffen als andere Rassen (MARCELLIN-LITTLE *et al.*, 1994). Mittelgroße und große Hunde erkranken jedoch ebenso (ROVESTI *et al.*, 1998; BRUNNBERG *et al.*, 2001; MEYER-LINDENBERG *et al.*, 2002c). MARCELLIN-LITTLE *et al.* (1994) vermuten eine genetische Prädisposition, da häufig beide Ellbogengelenke betroffen sind und eine erbliche Vorbelastung bei mehreren Hunden festgestellt wurde. Histologisch wurde fibröses Granulationsgewebe mit Hinweisen auf eine chronische Entzündung (Lymphozyten und Plasmazellen) diagnostiziert (MARCELLIN-LITTLE *et al.*, 1994; BRUNNBERG *et al.*, 2001). Die inkomplette Ossifikation des Condylus humeri (IOHC) ist häufig zusammen mit einem veränderten Proc. coronoideus medialis zu diagnostizieren. Sie wird daher als Teil des Krankheitskomplexes der ED gesehen (MARCELLIN-LITTLE *et al.*, 1994; ROBIN und MARCELLIN-LITTLE, 2001; MACIAS und MARCELLIN-LITTLE, 2002). Die Patienten werden meist in einem Alter von unter einem Jahr bis zu 5 Jahren vorgestellt (BRUNNBERG *et al.*, 2001; HEINEN, 2002; MEYER-LINDENBERG *et al.*, 2002c). Klinische Symptome sind eine anhaltende gering- bis mittelgradige Stützbeinlahmheit und Schmerzhaftigkeit bei Hyperextension der Gliedmaße im Ellbogengelenk (ROVESTI *et al.*, 1998; MEYER-LINDENBERG *et al.*, 2002c; HAZEWINKEL, 2003).

### **2.5.6 Der fragmentierte Epicondylus medialis humeri**

Erstmalig beschreiben LJUNGGREN *et al.* (1966) einen isolierten Epicondylus medialis humeri bei einem 8 Monate alten DSH. Dabei handelt es sich um eine seltene Abrissfraktur des Epicondylus medialis, die eine ausgeprägte Lahmheit verursachen kann und auch gemeinsam mit anderen Formen der ED vorkommt (HAZEWINKEL, 2003). Die Patienten sind schmerzhaft bei Beugung, bei Druck auf den Epicondylus medialis und das Gelenk ist umfangsvermehrt (LJUNGGREN *et al.*, 1966; HAZEWINKEL, 2003).

### **2.5.7 Die Luxatio cubiti congenitalis**

Bei der seltenen Luxatio cubiti congenitalis ist das hypoplastische Radiusköpfchen lateral verlagert. Nicht selten sind beide Ellbogengelenke betroffen. Meist liegt eine hochgradige Funktionsstörung mit sichtbarer Verkürzung der Vordergliedmaße vor (HAZEWINKEL, 2003).

## 2.6 Diagnostik der Ellbogengelenksdysplasie

### 2.6.1 Röntgendiagnostik

Zur röntgenologischen Darstellung des Ellbogengelenkes sollten eine Doppelfokusröhre mit einem Fokus zwischen 0,6 x 0,6 und 1,2 x 1,2 und feinzeichnende Folien – Filmkombinationen verwendet werden. Neben den Skelettanteilen müssen auch die umgebenden Weichteilgewebe dargestellt werden. Ein Streustrahlenraster wird bei Objektdicken von mehr als 10 cm empfohlen, um die Qualität der Aufnahme zu garantieren (LANG, 1990). Die Überlagerung der einzelnen knöchernen Strukturen erschwert die röntgenologische Beurteilung (MASON *et al.*, 1980). Beide Ellbogengelenke sind unter identischen Bedingungen zu röntgen (FOX *et al.*, 1983; GORING und BLOOMBERG, 1983; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; PROBST *et al.*, 1989).

#### 2.6.1.1 Projektionen

Zur Auswertung sollten immer Aufnahmen im Röntgengrundbildpaar d.h. zwei zueinander senkrecht stehende Ebenen erstellt werden (VOORHOUT und HAZEWINDEL, 1987; FEHR und MEYER-LINDENBERG, 1992). Dies sind Aufnahmen bei im Ellbogengelenk gestreckter Gliedmaße im mediolateralen und kraniokaudalen Strahlengang (BERZON und QUICK, 1980; DENNY, 1980; BOUDRIEAU *et al.*, 1983; PROBST *et al.*, 1989; LANG, 1990; MORGAN *et al.*, 2000; HAZEWINDEL, 2003). Ergibt sich damit der Verdacht eines IPA, OCD oder FPC sind weitere Projektionen erforderlich (GORING und BLOOMBERG, 1983; LANG, 1990), da nicht selten mehrere Erkrankungen des ED-Komplexes bestehen können (BERRY, 1992).

Es sind folgende Projektionen beschrieben:

#### Mediolateral-gestreckt

Bei dieser Aufnahme stellt sich der Epicondylus lateralis klein und flach gebogen dar und der Epicondylus medialis groß und kantig. Beide lassen sich gut unterscheiden. Die zwei Gelenkflächen der Incisura trochlearis ulnae verbinden den Proc. anconaeus halbkreisförmig mit den Processus coronoidei. Die leicht gebogene Fovea capitis radii geht stufenlos in die Gelenkfläche des Proc. coronoideus medialis über (WAIBL, 2005). Eine Überlagerung der proximalen Abschnitte von Radius und Ulna besteht kaum, so dass diese Lagerung gegenüber der mediolateral-gebeugten signifikant besser geeignet ist zur Darstellung einer Stufenbildung (MIYABAYASHI *et al.*, 1995; SCHLEICH, 1997). Ebenso verhält es sich mit der Darstellung eines fragmentierten Proc. coronoideus medialis (SCHLEICH, 1997). Weitere Befunde sind eine Dislokation des Humerus, ein unregelmäßiger Gelenkspalt, Sklerosierungen der Incisura trochlearis, Osteophyten im kranialen Bereich des Gelenkes und gegebenenfalls eine Inkongruenz (MASON *et al.*, 1980; VOORHOUT und HAZEWINDEL, 1987; VIEHMANN, 1998; HAZEWINDEL, 2003; FLÜCKIGER, 2005). In einer Studie von MIYABAYASHI *et al.* (1995) konnte nur bei der Hälfte der untersuchten Hunde der kranialste Punkt des Proc. coronoideus medialis deutlich dargestellt werden. Außerdem befindet sich dieser Punkt nicht auf Höhe des subchondralen Knochens des Radiuskopfes, sondern im Bereich der proximalen Epiphysenlinie.

### **Mediolateral-gebeugt**

Zur überlagerungsfreien Darstellung des isolierten Proc. anconaeus eignet sich die gebeugte Aufnahme bei mediolateralem Strahlengang (*GORING und BLOOMBERG, 1983; OLSSON, 1983; LANG, 1990; FEHR und MEYER-LINDENBERG, 1992*). Der IPA kann ab der 18. Lebenswoche dargestellt werden (*FLÜCKIGER, 2005*). Außerdem können Osteophyten dorsal am Proc. anconaeus erfasst werden (*SCHLEICH, 1997; VIEHMANN, 1998*).

### **Mediolateral-gestreckt im Ellbogen um 15° supinierter Gliedmaße**

Die mediolateral gestreckte und um 15° supinierte Gliedmaße bietet die beste Möglichkeit den Proc. coronoideus medialis, insbesondere seine kraniale Begrenzung darzustellen (*VOORHOUT und HAZEWINKEL, 1987; MIYABAYASHI et al., 1995*).

### **Kraniokaudal**

In der Aufnahme bei kraniokaudalem Strahlengang projiziert sich das Olekranon vollständig in das distale Endstück des Humerus (*FOX et al., 1983*). Diese Projektion eignet sich zur Diagnostik der Gelenksinkongruenz (*WIND, 1986*), der OCD (*GORING und BLOOMBERG, 1983; HAZEWINKEL, 2003*) und zur Darstellung von Osteophyten medial im distalen Bereich des Humerus und im Bereich des Proc. coronoideus medialis (*VOORHOUT und HAZEWINKEL, 1987*).

### **Kraniokaudal-medial-oblique**

In diesem Strahlengang stellt sich der Umriss des medialen Kronfortsatzes deutlich dar, ebenso der mediale Teil des humeroulnaren Gelenkspaltes und der mediale Condylus humeri (*MIYABAYASHI et al., 1995*). Diese Projektion eignet sich, eine OCD und Osteophyten im distalen Bereich des Humerus und an der Trochlea humeri zu erfassen (*GORING und BLOOMBERG, 1983; OLSSON, 1983; VOORHOUT und HAZEWINKEL, 1987; FEHR und MEYER-LINDENBERG, 1992; HAZEWINKEL, 2003*) und ebenso zum Nachweis eines FPC (*TIRGARI, 1980; SCHLEICH, 1997*). In der kraniokaudal-mediolateralen 50° schrägen Darstellung sind gelegentlich am kraniolateralen Rand des Radiuskopfes Verknöcherungen zu sehen, bei denen es sich um Sesambeinchen im Lig. anulare handelt, die nicht mit FCP oder OCD in Zusammenhang zu bringen sind (*BAUM und ZIETSCHMANN, 1936; BERZON und QUICK, 1980; FREWEIN und VOLLMERHAUS, 1994*).

### **Kraniokaudal-lateral-oblique**

In dieser Darstellung kann das laterale Sesambeinchen gut abgebildet werden. Sie eignet sich aber nicht, um Arthrosen ausreichend darzustellen (*VOORHOUT und HAZEWINKEL, 1987*). Zur Diagnostik des IOHC eignet sich nach *ROVESTI et al. (1998)* eine kraniomedial-kaudolateral um 15° gekippte Projektion.

### **Distomedial-proximolateral-oblique (Di35M-PrLO)**

Der Hund wird in Seitenlage gebracht und mit einem Keil der Unterarm um 35° angehoben. Das Ellbogengelenk ist um 90° gewinkelt und um 40° supiniert. Das kraniale Ende des medialen Kronfortsatzes stellt sich nahezu zentral im Cond. humeri dar. Diese Projektion eignet sich einen unregelmäßig geformten, weniger einen frakturierten Proc. coronoideus medialis zu diagnostizieren (*HAUDIQUET et al., 2002*).

## 2.6.1.2 Auswertungsschemata zur Interpretation von Röntgenaufnahmen

### 2.6.1.2.1 Einteilung nach *GRONDALEN (1979b)*

Osteophyten sind die radiologisch sichtbaren Zeichen der sekundären Arthrose. Nach *GRONDALEN (1979b)* werden sie in drei verschiedene Grade eingeteilt:

**Grad 1:** kaum erkennbare Osteophyten auf dem Dach des Proc. anconaeus bei maximal gebeugtem Ellenbogengelenk im mediolateralen Strahlengang

**Grad 2:** Osteophyten sind in verschiedenen Lokalisationen am Ansatz der Synovialmembran sichtbar

**Grad 3:** ausgeprägte Osteoarthrose mit großen Osteophyten, die die Beweglichkeit des Gelenkes einschränken

### 2.6.1.2.2 Punktesystem nach *GUTHRIE (1989)*

Dieses Bewertungssystem hat *GUTHRIE (1989)* zur Beurteilung von Hunden, die an Osteochondrosis dissecans erkrankt sind, entworfen. Mit dem System soll der Grad von sekundären arthrotischen Veränderungen im Gelenk mit einem Punktesystem erfasst werden. Dazu werden Röntgenbilder in zwei standardisierten Ebenen angefertigt. In der gebeugten mediolateralen Projektion werden folgende Merkmale bewertet:

1. prozentuale Beurteilung von Osteophyten auf dem Dach des Proc. anconaeus und am Olekranon
2. Osteophyten am Radiuskopf werden mit 10 Punkten bewertet
3. eine Stufe zwischen Radius und Ulna erhält 10 Punkte

In der kranio-kaudalen Projektion werden

4. eine subchondrale Aufhellung am medialen Cond. humeri (in Millimetern gemessen und mit 10 multipliziert)
5. die prozentuale Beurteilung von Osteophyten am medialen Rand des Epicondylus medialis
6. die Größe des Winkels zwischen Längsachse der Ulna und dem Rand des medialen Proc. coronoideus in Grad („lipping angle“) gewertet

Die Punktezahl dieser Einzelbewertungen werden zu einer Gesamtpunktezahl addiert. ED-freie Hunde können eine Gesamtpunktezahl von 50-70 erreichen.

### 2.6.1.2.3 Auswertungsschema nach *LANG et al., (1998)*

Das Punktesystem von *LANG et al. (1998)* erfasst sowohl sekundäre arthrotische Veränderungen als auch Primärläsionen wie IPA, OCD, FPC und INC. Dazu werden Röntgenaufnahmen im mediolateralen und im kranio-kaudalen Strahlengang angefertigt. Die einzelnen Kriterien werden jeweils mit bis zu drei Punkten bewertet. Die Summe ergibt das Gesamtergebnis.

Die ED-Grade werden wie folgt eingeteilt:

ED frei	0-1 Punkt
ED-Grad 1	2-4 Punkte
ED-Grad 2	5-8 Punkte
ED-Grad 3	> 8 Punkte

Tab. 1: Punktbewertungssystem nach LANG et al. (1998)

	Kriterium						
	1	2	3	4	5	6	7
<b>Punkte</b>	Osteo-phyten auf dem PA	Osteo-phyten an anderen Stellen	Dichte der Inc. trochlearis ulnae, Ulnakopf und Radius	Kongruenz, Stufe zwischen Radius und Ulna	PCM	PA	Trochlea humeri
<b>0</b>	keine Osteo-phyten	keine Osteo-phyten	normal	normal	normal	normal	normal
<b>1</b>	<2 mm	minimal, <2 mm	minimale Sklerose	gering-gradige Inkongruenz Stufe <2 mm	-	-	-
<b>2</b>	2–5 mm	2–5 mm	deutliche Sklerose, Strukturveränderungen	moderate Inkongruenz Stufe <4 mm	ver-änderte Form	ver-änderte Struktur oder Form	Sklerose der Trochlea humeri, Verdacht OCD
<b>3</b>	>5 mm	>5 mm	hochgradige Sklerose	hochgradige Inkongruenz Stufe >4 mm	FCP	IPA	OCD

#### 2.6.1.2.4 Auswertungsschema der IEWG

Im Jahr 1989 wurde die International Elbow Working Group in Davis (Kalifornien) mit der Zielsetzung gegründet, ein einheitliches Screeningsystem zur Erkennung der

Ellbogengelenksdysplasie zu erarbeiten. Grundlage sind Aufnahmen bei mediolateralem und kraniokaudalem Strahlengang. Folgende Veränderungen und ED-Grade wurden 1995 von der IEWG festgelegt.

- **Grad 0** - Unauffälliges Gelenk
- **Grad 1** - Gelenk mit Osteophyten bis zu 2 mm Höhe und Sklerose der Incisura trochlearis ulnae und /oder deutliche Stufe zwischen Radius und Ulna
- **Grad 2** - Gelenk mit Osteophyten von 2–5 mm Höhe
- **Grad 3** - Gelenk mit Osteophyten von mehr als 5 mm Höhe und /oder bereits Operationen wegen entwicklungsbedingter Anomalitäten

Primäre Läsionen wie OCD, FCP, IPA und Gelenksinkongruenz werden zusätzlich erfasst und mit ED Grad 3 bewertet. Der Beurteilung liegt immer das schlechtere Gelenk zugrunde.

### 2.6.1.3 Röntgenologische Befunde der Ellbogengelenksdysplasie

Mit der Röntgendiagnostik können sowohl Primärläsionen (FPC, IPA, OCD usw.) als auch sekundäre arthrotische Veränderungen nachgewiesen werden (*WALDE und TELLHELM, 1991; BERRY, 1992; MIYABAYASHI et al., 1995*). Beginnende arthrotische Veränderungen zeigen sich in einer Osteophytenbildung am dorsalen Rand des Proc. anconaeus (*GRONDALEN, 1979b; BERZON und QUICK, 1980; DENNY, 1980; MASON et al., 1980; GRONDALEN, 1982a; WIND, 1982; BOUDRIEAU et al., 1983; OLSSON, 1983; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; VOORHOUT und HAZEWINDEL, 1987; READ et al., 1990; WINHART, 1991; FEHR und MEYER-LINDENBERG, 1992*). Fast parallel sklerosiert die Incisura trochlearis ulnae (*MASON et al., 1980; WIND, 1982*). Weitere Veränderungen in Form von Osteophyten finden sich am kranialen Rand des Radiuskopfes, am Proc. coronoideus medialis ulnae, lateral und medial an den Epikondylen und kranial am Rand der Humerusgelenkfläche (*TIRGARI, 1974; BERZON und QUICK, 1980; HENRY, 1984; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; VOORHOUT und HAZEWINDEL, 1987; WINHART, 1991; SCHLEICH, 1997*).

#### 2.6.1.3.1 Röntgenologische Befunde beim fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae

Befunde wie eine Stufe zwischen Radius und Ulna, eine inkongruente Gelenkfläche zwischen Radius und Humerus, eine sklerotische Incisura trochlearis und eine wenig ausgeprägte Trabekelstruktur in diesem Bereich werden auch als Ursache für die Entstehung eines FPC angesehen und können somit typische Hinweise sein (*SCHLEICH, 1997; FLÜCKIGER, 2005*). Die Diagnose eines FPC auf Röntgenaufnahmen ist später als eine OCD zu stellen. Weitere Veränderungen, die einen FPC andeuten wie Osteophyten am proximalen Rand des Proc. anconaeus, am kranialen Rand des Radiuskopfes, am Epicondylus medialis humeri und am Proc. coronoideus medialis, sind erst ab dem 7. Lebensmonat festzustellen (*GRONDALEN, 1979b; BERZON und QUICK, 1980; FOX et al., 1983; OLSSON, 1983; HENRY, 1984; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; READ et al., 1990; WINHART, 1991; BERRY, 1992; FEHR und MEYER-LINDENBERG, 1992; HAZEWINDEL, 2003*). Osteophyten sind zudem entlang der Ränder der Incisura trochlearis ulnae zu sehen (*BERRY, 1992*). Die Befunde sind eher unspezifisch, spiegeln aber das Ausmaß der Osteoarthrose wieder (*GRONDALEN, 1979b*). Nur selten ist ein losgelöstes Fragment bei kraniokaudalem



Strahlengang sichtbar (*OLSSON, 1983; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; BERRY, 1992*). Ist das Fragment röntgenologisch nicht zu identifizieren, kann dennoch ein FPC nicht ausgeschlossen werden (*BERRY, 1992*). Ein unförmiger oder fehlender Proc. coronoideus medialis ulnae gilt als Hinweis auf einen FPC (*BERRY, 1992; SCHLEICH, 1997*). Oft erscheinen die Weichteile und der Bereich um das Ellbogengelenk verdichtet, weil die Gelenkkapsel verdickt und das Gelenk vermehrt gefüllt ist (*BERZON und QUICK, 1980*).

#### 2.6.1.3.2. Röntgenologische Befunde bei einer Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri

Im frühen Stadium ist röntgenologisches Zeichen einer OCD eine geringgradige bis deutliche Abflachung zentral im Bereich der Gelenkfläche der Trochlea humeri (*GRONDALEN, 1979b; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; FLÜCKIGER, 2005*). Daraus kann sich eine ausgedehnte Läsion mit deutlichen subchondralen Sklerosierungen entwickeln. Zeichen sekundärer Arthropathia deformans sind Ausziehungen an den Rändern der am Gelenk beteiligten Knochen (*BRUNNBERG und WAIBL, 1986*), die als Osteophyten am proximalen Rand des Proc. anconaeus und im medialen Bereich des Condylus humeri und Proc. coronoideus medialis sichtbar sind (*OLSSON, 1983; FEHR und MEYER-LINDENBERG, 1992*). Gelegentlich kann eine verkalkte Knochenschuppe erkannt werden (*FEHR und MEYER-LINDENBERG, 1992; FLÜCKIGER, 2005*).

#### 2.6.1.3.3 Röntgenologische Befunde des isolierten Processus anconaeus

Das Fragment des IPA kann sich in normaler Größe, Form und Dichte darstellen, aber auch sklerosiert, osteoporotisch und degenerativ verändert sein (*PRESNELL, 1998; SJOSTRÖM, 1998*). Hinweise sind eine unregelmäßige Aufhellungslinie vertikal zwischen Proc. anconaeus und Ulna mit subchondrale Sklerosierungen bei Hunden, die älter als 18 Wochen sind (*FLÜCKIGER, 2005*). Bei Hunden, die jünger als 8 Monate sind, besteht die Gefahr den IPA mit der Epiphysenfuge des Epicondylus medialis humeri zu verwechseln (*FLÜCKIGER, 1992*).

#### 2.6.1.3.4 Röntgenologische Befunde bei der Gelenksinkongruenz

Auffällige Befunde ist eine Stufenbildung zwischen medialem Kronfortsatz und Radiusplateau, wobei das Niveau des Kronfortsatzes höher ist. Die Gelenkspalten sind unregelmäßig verbreitert und weisen arthrotische Veränderungen sowie subchondrale Sklerosen entlang der Inc. trochlearis auf (*WIND, 1986; FLÜCKIGER, 2005*). Das distale Endstück der Humerus kann nach kranial verlagert sein (*WIND, 1986*).

#### 2.6.1.3.5 Röntgenologische Befunde der interkondylären Humerusfraktur bzw. intrakondyläre OCD

Radiologisch ist die intracondyläre nicht dislozierte Humerusfraktur (intracondyläre OCD) durch eine Aufhellungslinie sagittal im Condylus humeri gekennzeichnet (*MARCELLIN-LITTLE et al., 1994; ROVESTI et al., 1998; BRUNNBERG et al., 2001; BUTTERWORTH und INNES, 2001*).

#### 2.6.1.3.6 Röntgenologische Befunde des isolierten Epicondylus medialis humeri

Knochenfragmente kaudal und distal des Epicondylus medialis humeri weisen röntgenologisch auf die nicht traumatische Fraktur hin (*LJUNGGREN et al., 1966*).

#### 2.6.2 Arthrographie

Die Kontrastdarstellung des Gelenkes erlaubt es Oberflächen wie die der Synovialmembran und des Knorpels, die Ausdehnung der Gelenkkapsel und Zubildungen innerhalb des Gelenkes anschaulich zu machen. Gut geeignet sind trijodierte wasserlösliche Kontrastmittel mit hohem Jodgehalt (300-400 mg Jod/ ml). Die Punktion des Gelenkes sollte in Sedation erfolgen. Es wird entsprechend soviel Kontrastmittel eingegeben, wie zuvor Synovia abpunktiert wurde (*LANG, 1990*). Punktionsstellen am Ellbogengelenk sind kraniallateral zwischen Musculus extensor carpi radialis und Musculus extensor digitorum communis und kaudolateral am kaudalen Rand des Capitulum humeri in die kaudale Gelenkkapselaussackung am Olekranon (*SCHEBITZ und BRASS, 1999*).

#### 2.6.3 Szintigraphie

Mit der Szintigraphie wird die Aktivität auf elektronischer und/oder optischer Ebene von in Organen eingelagerten Isotopen gemessen. Beim Skelett haben sie eine hohe Affinität zum Knochen und seinen Umbauprozessen. Eine erhöhte Aktivität ist Zeichen vermehrter Durchblutung und gesteigerter Umbauprozesse. Es lassen sich mit der Szintigraphie gut aktive von inaktiven Prozessen unterscheiden (*LANG, 1990*). Nach *SCHWARZ et al. (2004)* eignet sich diese Methode vorzüglich, unklare Funktionsstörungen des Bewegungsapparates genau zu lokalisieren. Regionen mit erhöhter Stoffwechselaktivität stellen sich als sogenannte „hot spots“ dar.

#### 2.6.4 Computertomographie

Die Computertomographie erlaubt es, verschiedene Abnormalitäten im Ellbogengelenk darzustellen. Neben dem fragmentierten Proc. coronoideus lassen sich Fissuren in diesem Bereich und nicht dislozierte Fragmente nachweisen. Des Weiteren werden Unregelmäßigkeiten und Aufhellungen an der Incisura radialis ulnae sichtbar. Sagittalschnitte eignen sich gut, um die Gelenksinkongruenz darzustellen (*REICHLE et al., 2000*). Die Methode ist verglichen mit anderen bildgebenden Verfahren sehr genau und sensitiv (*CARPENTER et al., 1993; KÖRBEL et al., 2001*). Vorteil ist, dass sich alle Gelenkabschnitte überlagerungsfrei darstellen lassen und ohne weiteren Aufwand beide Gelenke vergleichend untersucht werden können (*KÖRBEL et al., 2001*).

#### 2.6.5 Sonographie

Mit der Sonographie sind gut Weichteile wie ein vermehrt gefülltes Gelenke, Gelenkkapselverdickung, Zottenhyperplasie und Tumore zu erfassen (*LANG, 1990*). *KNOX et al. (2003)* verglichen ultrasonographische Befunde am Ellbogengelenk mit radiologischen, arthrographischen und anatomischen Darstellungen und erarbeiteten ein sonographisches Untersuchungsprotokoll. Die Sonographie beginnt dorsal am gestreckten Gelenk in Höhe des Epicondylus medialis humeri. Dabei wird der Epicondylus selbst, der humeroulnare Gelenkspalt und auch der Proc. coronoideus medialis untersucht. Das Koronoid kann auch

durch Drehung der Sonde und transversal dargestellt werden wie auch das Lig. collaterale mediale. Die Darstellung des Olekranons, des Proc. anconaeus und des humeroulnaren Gelenkes erfolgt am gebeugten Gelenk mit der Sonde kaudomedial am medialen Epicondylus humeri. Lateral wird die Sonde am Epicondylus lateralis humeri in der dorsalen Ebene am gestreckten Gelenk angesetzt und durch Rotation in die transversale Ebene kann der humeroradiale Gelenkspalt untersucht werden. Durch Beugung des Ellbogens lässt sich in der transversalen Ebene das Olekranon und der Proc. anconaeus erfassen. Wird eine Flüssigkeit in das Gelenk injiziert, verbessert das die Darstellung des Proc. coronoideus medialis. Als Vorteil gegenüber der Computertomographie und Magnetresonanztomographie sehen *KNOX et al. (2003)* die geringeren Kosten und die Durchführbarkeit ohne Anästhesie an.

## 2.6.6 Computergestützte Messungen

### 2.6.6.1 Messung nach *VIEHMANN (1998)*

Im Rahmen einer Dissertation an der Klinik und Poliklinik für Kleine Haustiere der Freien Universität Berlin entwickelte *VIEHMANN (1998)* ein computergestütztes Verfahren, um Röntgenaufnahmen von Ellbogengelenken unter dem Aspekt ED zu vermessen. Es werden der Radius des Condylus humeri als Maß für die Größe des Ellbogengelenkes, drei Parameter die die Form der Incisura trochlearis beschreiben, ein Flächenmaß für die Lage des Condylus humeri und in drei verschiedenen Verfahren, die Stufe zwischen Radius und Ulna gemessen. Berner Sennenhunde haben verglichen mit dem Rhodesian Ridgeback im Median eine elliptisch geformte Incisura trochlearis ulnae. Eine „Kranialverlagerung“ des Condylus humeri ist mit deutlichen arthrotischen Veränderungen verbunden. Als Ellbogengelenksdysplasiefaktoren beim Berner Sennenhund werden ein „großer“ Kondylus, eine ellipsoide Inc. trochlearis, eine Kranialverlagerung der Condylus humeri sowie eine Stufe zwischen Gelenkfläche von Radius und Ulna angesehen (*TIETZ, 1997; VIEHMANN, 1998; VIEHMANN et al., 1999*)

### 2.6.6.2 Messung nach *MUES (2001)*

*MUES (2001)* entwickelte dieses Verfahren im Rahmen einer Dissertation am Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus Liebig Universität Giessen. Das Ziel dieser Arbeit war die Charakterisierung des Ellbogengelenkes im Hinblick auf die Bildung von Arthrosen und die Untersuchung der Vererblichkeit. Es wurden dazu Röntgenaufnahmen von Ellbogengelenken von 2114 Rottweilern und 447 Deutschen Schäferhunden ausgemessen. An den mediolateralen Aufnahmen sind vier Winkel vermessen worden, die die Form des Gelenkes beschreiben.

- Winkel OL – beschreibt die Neigung des Olekranons
- Winkel PA – beschreibt die kraniale Ausprägung des Proc. anconaeus
- Winkel UL – beschreibt die Größe der Inc. trochlearis ulnae
- Winkel RA – beschreibt die Größe der Gelenkfläche des Radius

Es wurde eine Formel ermittelt, mit deren Hilfe sich die Vererblichkeit der Arthrose vorhersagen lässt. Diese Formel wird als „Ellbogenqualität (EQ)“ bezeichnet.

## 2.7 Therapiemöglichkeiten der Ellbogengelenksdysplasie

### 2.7.1 Arthrotomie

Nach *BERZON und QUICK (1980)*, *TIRGARI (1980)*, *FOX et al. (1983)*, *OLSSON (1983)* und *HENRY (1984)* sollte so früh als möglich operativ interveniert werden. Nur dadurch lässt sich gegebenenfalls die Progredienz arthrotischer Veränderungen vermeiden oder aber deutlich verzögern (*WINHART, 1991*; *MEYER-LINDENBERG et al., 1993*). Nach *HAZEWINKEL (2003)* ist der Eingriff im Alter über 8 Monaten sinnvoll, da bei jüngeren Hunden eher arthrotische Veränderungen zu erwarten sind. *READ et al. (1990)* meinen, dass nur Hunde chirurgisch behandelt werden sollten, die dauerhaft ausgeprägt lahmen. Nach der Operation muss zwar häufig mit einer Lahmheit jedoch geringeren Ausmaßes gerechnet werden. Der Eingriff erhöht aber die Aktivität der Hunde. Zur chirurgischen Intervention beim IPA empfiehlt *PRESNELL (1998)* die Fixation wenn das Fragment röntgenologisch und intra operationem eine normale Größe, Form sowie Dichte aufweist und so gut wie keine degenerativen Gelenkveränderungen vorliegen. Die dynamische Ulnaosteotomie als Operationsverfahren beschreibt *SJOSTRÖM et al. (1995)*. Dadurch wird der Druck auf den Proc. anconaeus reduziert und eine spontane Fusion mit der Ulnametaphyse möglich.

Für die Operation sind in der Literatur verschiedene Zugänge beschrieben. Sie sind zur Übersicht tabellarisch (Tab. 2) zusammengestellt.

Tab. 2: Operationsmethoden

Operationsmethode	Autor
Transolecranon-Osteotomie	<i>BERZON und QUICK, 1980; FOX et al., 1983</i>
Zugang von kaudomedial mit Durchtrennung der Ursprungssehne des Musculus (M.) anconaeus am Epicondylus medialis humeri und Durchtrennung des Lig. olecrani, zur Entfernung des IPA und Inspektion des Proc. coronoideus	<i>MEYER-LINDENBERG et al., 2002b</i>
Tricepstenotomie	<i>BERZON und QUICK, 1980</i>
Medialer Zugang mit Trennung der Mm. pronator teres und flexor carpi radialis mit Desmotomie des Lig. collaterale mediale	<i>MCCURNIN et al., 1976; MASON et al., 1980 ; GORING und BLOOMBERG, 1983; PROBST, 1989</i>
Medialer Zugang mit Trennung der Mm. pronator teres und flexor carpi radialis ohne Desmotomie des Lig. collaterale mediale	<i>DENNY, 1980; BRUNNBERG und WAIBL, 1986; SCHAWALDER, 1990b</i>
Medialer Zugang s.o. und Refixation von frisch abgelösten größeren Knorpelschuppen mit resorbierbaren Nägeln	<i>SCHAWALDER, 1990a</i>

Medialer Zugang mit Myotomie des M. flexor carpi radialis	<i>ANDERSON et al., 1989</i>
Lateralen Zugang mit Osteotomie des Epicondylus lateralis humeri	<i>BRUNNBERG et al., 1981</i>
Lateraler Zugang mit Incision des M. anconaeus, Befestigung des Proc. anconaeus an der Ulna mit interfragmentärer Kompression	<i>PUNZET, 1973; PRESNELL, 1998</i>
Tenotomie der Ursprungssehne des M. pronator teres und Desmotomie des Lig. collaterale mediale zur Darstellung Proc. coronoideus medialis und Trochlea humeri	<i>READ et al., 1990</i>
Lateraler Zugang mit Myotomie des M. anconaeus, Resektion des isolierten Proc. anconaeus	<i>GORING und BLOOMBERG, 1983; SCHAWALDER, 1990b; PRESNELL, 1998</i>
Dynamische Osteotomie der Ulna über einen kaudolateralen Zugang zur Therapie des isolierten Proc. anconaeus	<i>SJOSTRÖM et al., 1995</i>
Kaudolateraler Zugang zur Inspektion des Proc. anconaeus mit partieller Tricepstenotomie und Myotomie des M. anconaeus	<i>CHALMAN und SLOCUM, 1983</i>

### 2.7.2 Arthroskopie

Die Arthroskopie wird sowohl zur Diagnostik als auch zur Therapie eingesetzt. Es können Veränderungen im Gelenk erkannt werden noch bevor Arthrosen sich entwickeln (*VAN RYSSSEN und VAN BREE, 1997; VAN BREE und VAN RYSSSEN, 1998*). In einer Studie an 421 Hunden verglichen *MEYER-LINDENBERG et al. (2003)* die Ergebnisse von Arthroskopie und Arthrotomie. Nach Arthroskopie waren die Ergebnisse signifikant besser als die der Arthrotomie. Allerdings ergab sich in der Progredienz kein auffälliger Unterschied. Vorteile der Arthroskopie sind geringes Weichteiltrauma und bessere Übersicht, große Genauigkeit, kurze Operationszeit, schnelle Rekonvaleszenz der Gelenkfunktion sowie seltener postoperative Probleme (*VAN RYSSSEN und VAN BREE, 1997; VAN BREE und VAN RYSSSEN, 1998; MEYER-LINDENBERG et al., 2003*).

### 2.7.3 Konservative Therapie

Konservativ versorgt werden sollten nur Tiere mit geringgradig intermittierender Lahmheit (*READ et al., 1990*). Ist die degenerative Osteoarthrosis schon weit fortgeschritten, sollte gegebenenfalls das Körpergewicht bei übergewichtigen Hunden reduziert werden. Bei Bedarf können Analgetika appliziert und über kontrollierte Bewegung eine Verbesserung der Lebensqualität erzielt werden (*BERZON und QUICK, 1980*). Damit kann die Zerstörung des

Gelenkknorpels eingeschränkt und Regeneration gefördert werden (*HAZEWINDEL, 2003*). Die alleinige konservative Therapie in Form von Bewegungseinschränkung, Gewichtskontrolle und lokaler oder systemischer Applikation von Medikamenten liefert keine zufriedenstellenden Ergebnisse (*MEYER-LINDENBERG et al., 1993*). Dagegen konnte in der Studie von *HUIBREGTSE et al. (1994)* kein deutlicher Unterschied zwischen konservativ und chirurgisch therapierten Tieren im Hinblick auf die Funktion der Gliedmaße und die Entwicklung der Arthrose gefunden werden. Eine postoperative Verabreichung von Chondroitinschwefelsäure unterstützt die Rekonvaleszenz (*SCHAWALDER, 1990a*). NSAID´s sind indiziert eine Gelenkentzündung und damit verbundene Schmerzen zu behandeln. Steroidale Schmerzmittel sollten sowohl oral als auch intraartikulär nur zum Einsatz kommen, wenn alle anderen Behandlungsmethoden keine Besserung brachten, da sie bei dauerhaftem Einsatz katabol auf den Knorpel wirken (*HAZEWINDEL, 2003*).