

# Die Behandlung von drei adulten Pferden mit subchondralen Knochenzysten im proximalen Radius: Computertomographische Diagnostik und transkortikale Füllung mit Knochenzement

Eberhard Mettenleiter

Pferdeambulanz Sudenhof, Hagen a.T.W.

**Zusammenfassung:** Die Verwendung der computertomographischen Schnittbildtechnik hat sich in der Pferdemedizin bewährt und wird in spezialisierten Pferdeambulanzen routinemäßig eingesetzt. In der orthopädischen Diagnostik wird diese Technik am Vorderbein des Pferdes normalerweise an der distalen Gliedmaße bis zur Karpalregion eingesetzt. Die operative Therapie von subchondralen Knochenzysten (SKZ) am Pferdebein besteht im chirurgischen Debridement und eventuell in der Auffüllung der Zystenöhle, um eine Revaskularisierung und Durchbauung des Defektherdes zu erreichen. Dies geschieht je nach Lage über einen arthroskopischen Zugang oder mittels Arthrotomie. Alternativ zu intraartikulären Operationstechniken wurde die Methode der extraartikulären, transkortikalen Anbohrung der SKZ unter klassischer röntgenologischer Kontrolle oder mittels Fluoroskopie eingeführt. Diese Arbeit beschreibt am Beispiel von drei Pferden die Klinik und die Computertomographie (CT) gestützte Diagnose und die Therapie von subchondralen Knochenzysten am Ellenbogen. Die Pferde wurden klinisch untersucht, diagnostische Anästhesien durchgeführt und digitale Röntgenaufnahmen in verschiedenen Ebenen angefertigt. Jedoch konnte erst mittels Computertomographie bei allen Pferden eine feine Verbindung der Zyste zum Ellbogengelenk sowie multiple Mikrofrakturen im proximalen Radius diagnostiziert werden. Nach Durchführung der CT-Untersuchung wurde unter Röntgenkontrolle die SKZ transkortikal angebohrt und mittels eines speziell angefertigten Zystenbestecks ausgefräst und gespült. Im Anschluss erfolgte die Füllung der Zystenöhle und der Bohrkavität mit Knochenzement. Im Ergebnis kann die exakte präoperative computertomographische Diagnostik und Operationsplanung in Verbindung mit der extraartikulären Anbohrung und Auffüllung von SKZ im Ellbogengelenkbereich bei Pferden als sinnvolle Alternative zum arthroskopischen oder arthrotomischen Vorgehen bestätigt werden. Der Vorteil dieses Operationsverfahrens ist in der Schonung des Gelenknorpels und in der sofortigen Stabilisierung des subchondralen Knochens zu sehen. Alle drei Pferde sind post operationem gesund und lahmheitsfrei, wobei ein Pferd auf mittlerem Niveau, ein Pferd an internationalen Springprüfungen auf hohem Niveau und ein Pferd an Dressurprüfungen der Klasse M erfolgreich teilnimmt.

**Schlüsselwörter:** Pferd / Lahmheit / Ellenbogengelenk / Subchondrale Knochenzyste / Computertomographie / Knochenzement

## Treatment of three mature horses with subchondral cystic lesions in the proximal radius: Computertomographical diagnostic and transcortical filling with bone cement

The use of computer tomography has proved successful in equine medicine and surgery and is used routinely in specialized equine clinics. In orthopedic diagnostics of the equine forelimb, this technology is most commonly used on the distal limb up to the carpal region. The surgical therapy of subchondral cystic lesions (SCL) in horses involves surgical debridement and if necessary even filling of the cystic cavities to achieve a revascularization and ossification of the defect. This is done via arthroscopy or arthrotomy depending on the localization. Alternatively the technique of transcortical drilling of SCL either under radiographic or fluoroscopic control has been described. This paper describes the clinical situation and the CT-guided diagnosis in three horses with subchondral cystic lesions in the proximal radius. All horses were clinically examined including diagnostic anesthesia and radiographic images in more than one plane. However, in all horses only the CT-images showed a thin communicating tract to the elbow joint and multiple micro fractures in the proximal radius. The subchondral cystic lesions were subsequently approached via transcortical drilling under radiographic control, debridement and flushing using specially manufactured surgical instruments, followed by filling the cystic lesions and drilled hole with bone cement. In conclusion the exactly preoperative CT-diagnosis and operation planning with extra articular bone drilling and filling of subchondral lesions serves as a useful alternative method to arthroscopic or arthrotomic procedure. The advantage of this operative procedure is seen in the conservation of the articular cartilage and the immediate stabilization of the subchondral bone. All three horses are healthy and without lameness after this intervention. One horse competes in tournaments at intermediate level, another horse takes part in international show-jumping and the third one in advanced level dressage.

Keywords: horse / lameness / elbow joint / subchondral cystic lesion / computed tomography / transcortical surgery / bone cement

**Korrespondenz:** Dr. Eberhard Mettenleiter, Pferdeambulanz Sudenhof, Holperdorferstraße 44, 49170 Hagen a. T.W., E-Mail: eberhard.mettenleiter@pferdeambulanz-sudenhof.de

**Zitation:** Mettenleiter E. (2014) Die Behandlung von drei adulten Pferden mit subchondralen Knochenzysten im proximalen Radius: Computertomographische Diagnostik und transkortikale Füllung mit Knochenzement. Pferdeheilkunde 30, 283-290

## Einleitung

Subchondrale Knochenzysten (SKZ) sind definiert als röntgendurchlässige Areale des Knochens die – abhängig von ihrer Entwicklung – vom umgebenden Gewebe durch einen

sklerotischen Saum abgegrenzt sind (Fürst et al. 1997, von Rechenberg et al. 1998). Der zystöse Hohlraum ist meist mit myxomatösem Gewebe ausgekleidet und beinhaltet in manchen Fällen zusätzlich normale oder blutige Synovia (von Rechenberg et al. 1998). SKZ kommen sowohl mit als auch

ohne Gelenksbeteiligung vor. Nicht in allen Fällen sind sie lahmheitsverursachend (Pettersson and Sevelius 1966, Howard et al. 1995, Baxter 1996), können aber auch Ursache für große Schmerzen sein, welche nur sehr schwer medikamentös gelindert werden können (McIlwraith 1982). Am häufigsten werden SKZ beim Pferd im medialen Kondylus des distalen Femurs beschrieben (Bramlage 1993, Baxter 1996, von Rechenberg et al. 1998, Fortier and Nixon 2005). Andere Lokalisationen für das Vorkommen von SKZ an der Gliedmaße des Pferdes sind das Strahlbein, Hufbein, Kronbein und Fesselbein, die Gleichbeine, die kleinen Karpalgelenksknochen und Tarsalgelenksknochen, der distale Metacarpus und Metatarsus (Haack et al. 1988, Fürst et al. 1997, von Rechenberg et al. 1998, Smith 2005) der laterale und mediale Malleolus der Tibia (van Duin und Hurtig 1996), der Talus (Garcia-Lopez und Kirker-Head 2004), die Scapula und die Patella (McIlwraith und Trotter 1996) und der proximale Humerus (Ramzan 2004, Kay 2006). Selten sind sie auch im proximalen Radius beschrieben (Bertone et al. 1986).

Die Diagnose basiert auf der klinischen Untersuchung, diagnostischen Anästhesien und üblicherweise in der Röntgenuntersuchung. Jedoch kann mit der klassischen Radiologie nicht immer die genaue Lokalisation der SKZ und die Verbindung zum Gelenk bestimmt werden (Rijkenhuizen et al. 2005). Moderne Bildgebende Verfahren wie Szintigraphie, Magnetresonanztomographie (MRT) und Computertomographie (CT) werden deshalb ergänzend zur Diagnostik herangezogen. In speziellen Fällen kann auch die Sonographie weitere Hinweise liefern. (McIlwraith 1998, Rijkenhuizen et al. 2005, Barrett und Zubrod 2008, Mair und Sherlock 2008, Del Chicca et al. 2008, McIlwraith 2010, Sherlock und Mair 2011).

Die Ätiologie von SKZ wird kontrovers diskutiert: einerseits wird die Entstehung von subchondralen Knochenzysten dem Krankheitsbild der Osteochondrose zugeordnet (McIlwraith 1998), aber andererseits kann auch ein traumatisch bedingter Defekt im Gelenksknorpel dazu führen, dass Synovia in den subchondralen Knochen gedrückt wird und so mit der Zeit ein flüssigkeitsgefüllter Hohlraum entsteht („Hydrauliktheorie“, von Rechenberg et al. 2001). In neuerer Zeit konnte auch gezeigt werden, dass Entzündungsmediatoren wie Prostaglandin E<sub>2</sub>, Interleukin-1, Interleukin-6 und Matrixproteinase innerhalb der SKZ vermehrt vorkommen und eine große Rolle in der Resorption des Knochens und bei der Expansion der Knochenzysten spielen („Entzündungstheorie“, Aver und von Rechenberg 2012).

Auch bei der Therapie gibt es verschiedene Ansätze. So sind Fälle beschrieben, in denen Ruhe und systemische Verabreichung von Entzündungshemmern zur Lahmfreiheit führten (Jeffcott und Kold 1982, Steward und Reid 1982). Nach Meinung von McIlwraith (2010) kehrt die Lahmheit aber meist zurück, sobald das betroffene Pferd wieder antrainiert und gearbeitet wird. Häufig werden Zysten mittels eines artikulären Zugangs via Arthrotomie (White et al. 1988) oder Arthroskopie (Howard et al. 1995, Smith et al. 2005) operiert. Da sie sich aber meist unter den gewichttragenden Bereichen im Gelenk befinden, ist die intraartikuläre Versorgung oftmals nur eingeschränkt möglich. Auch der transossäre Zugang ist beschrieben (Bertone et al. 1986, Fürst et al. 1997). Aufgrund der vermehrt vorkommenden Entzündungsmediatoren im Inneren der Zyste und die damit in Verbindung stehende

fortschreitende Resorption des Knochens wird auch die therapeutische Injektion der Zyste mit Korticosteroiden vorgenommen. Mit dieser Behandlung wird darüber hinaus eine vorübergehende Schmerzreduktion erreicht (Wallis et al. 2008).

## Material und Methoden

Drei erwachsene Warmblutpferde, ein vierjähriger Württemberger Wallach (Pferd 1), ein zwölfjähriger Oldenburger Wallach (Pferd 2) und eine zehnjährige Holsteiner Stute (Pferd 3) wurden mit einer SKZ in der Ellbogenregion vorgestellt. Das erste Pferd war laut Besitzerangaben seit ca. acht Monaten, das zweite Pferd seit etwa einem Jahr und die Stute seit ca. zweieinhalb Jahren rezidivierend lahm. Bei der Untersuchung in der Klinik zeigten die Pferde eine Lahmheit auf weichem sowie auf hartem Boden; Pferd 1 links vorne (Grad 3/4 von 5), Pferd 2 vorne rechts (Grad 2/3 von 5), Pferd 3 vorne rechts (Grad 2 von 5). Alle Patienten zeigten eine deutliche Schmerzreaktion bei der Übersichtsbeugeprobe sowie bei der Ellenbogenbeugeprobe. Diagnostische Anästhesien der distalen Gliedmaße bis zum Triple-Block (N. ulnaris, N. medianus, N. cutaneus antebrachii medialis) verliefen negativ. Die intraartikuläre Anästhesie des Ellenbogengelenkes erbrachte eine deutliche Verbesserung des Lahmheitsgrades bei Pferd 1 und 3, bei Pferd 2 wurde keine intraartikuläre Anästhesie durchgeführt. Röntgenaufnahmen (medio-lateraler und cranio-caudaler Strahlengang) des linken bzw. rechten Ellenbogens (Abb. 1) zeigten bei den Pferden eine gut abgrenzbare rundliche Aufhellung im subchondralen Knochen der medialen Seite des proximalen Radius. Die subchondrale Läsion wurde von einer Sklerose begrenzt. Röntgenologisch konnte in keinem Fall sicher eine Verbindung zur Gelenkhöhle aufgefunden werden.

Die CT Untersuchung des betroffenen Ellenbogens wurde mithilfe eines Computertomographen der Firma Siemens (München) (Somatom Plus 4) durchgeführt. Dieses Gerät aus der Humanmedizin besitzt eine Gantryöffnung von 70 cm im Durchmesser. An die konventionelle Humanpatientenliege ist ein speziell für Pferde angefertigter Untersuchungstisch angekoppelt, welcher auf sehr leichtgängigen Kugellagern gleitet. Mithilfe des Somatom Plus 4 können High-End-Spiralaufnah-



**Abb. 1** Röntgenologische Darstellung der SKZ (Pfeil) im proximalen Radius von Pferd 3 in 0° Darstellung / Radiographic image of the SCL (arrow) in the proximal radius of horse 3 in the 0° view.

men angefertigt werden, wobei Sequenzen im Querschnitt (1 mm Schnitte), nach multiplanarer Reformatierung in verschiedenen Längsschnitten und als 3D-Rekonstruktionen ausgewertet werden können. Die CT-Untersuchungen wurden in Vollnarkose in Seitenlage durchgeführt, wobei beide Vordergliedmaßen parallel in der Gantry platziert wurden. Sie wurden mithilfe von Schaumstoffpolstern und speziellen Klettgurten an einer Humanpatientenliege fixiert.

Zunächst wurde eine Übersichtsaufnahme beider Beine angefertigt (Abb. 2). Basierend auf diesem primären Topogramm können die benötigten Schnittebenen am betroffenen Bein festgelegt und auf dem Monitor zentriert werden. Im Ergebnis konnte mittels dieser CT Untersuchung in allen drei Fällen eine SKZ mit umgebender Sklerose, assoziiert mit multiplen Fissurlinien und feiner Verbindung zur Gelenkhöhle diagnostiziert werden (Abb. 3 a, b, c).

Aufgrund dieser CT Resultate und der lange bestehenden, erheblichen Lahmheit der Pferde entschieden wir uns zu einer operativen Behandlung, wobei mittels extraartikulärer, transkortikaler Aufbohrung der SKZ einerseits der vitale Gelenkknorpel erhalten werden und andererseits durch die Füllung mit sofort härtendem Knochenzement der subchondrale Knochen sicher stabilisiert werden sollte.

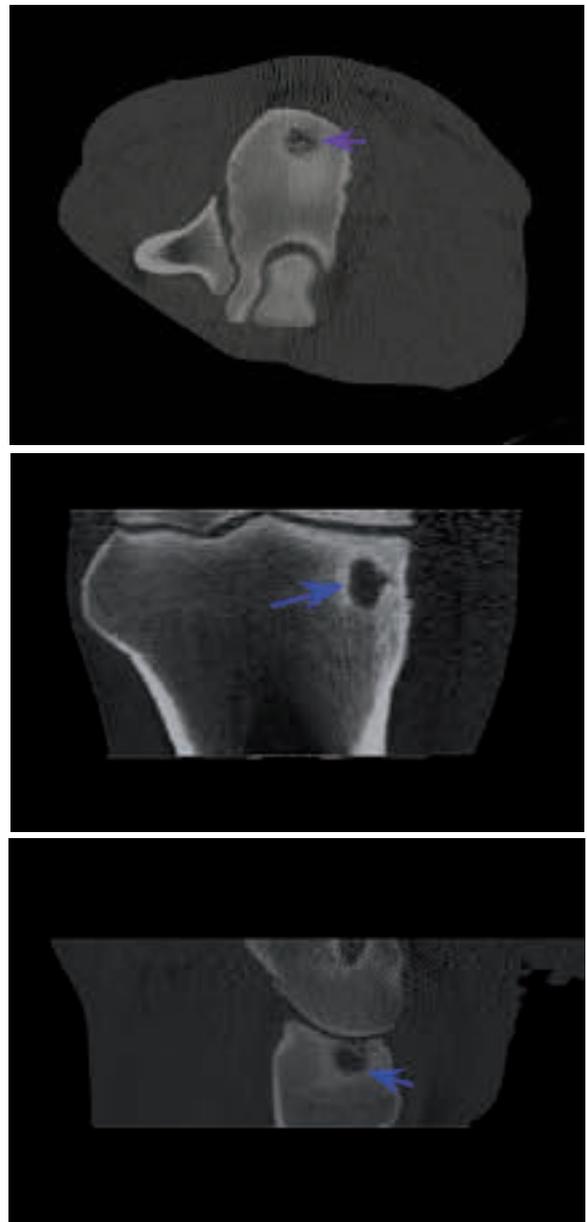
#### Operationsverlauf

Nach unauffälliger präanästhetischer Voruntersuchung wurde den Pferden ca. eine Stunde vor Narkosebeginn Penicillin-Streptomycin (Streptocombin: 5 ml/100 kgKGW i.m.; Albrecht GmbH; Aulendorf, Deutschland) und Meloxicam (0,6 mg/kgKGW i.v.; Emdocam WDTeG, Garbsen, Deutschland) injiziert. Zur Sedation erhielten sie Romifidin (0,06–0,08 mg/kg KGW i.v.; Sedivet®; Boehringer, Boehringer Ingelheim, Deutschland) 15 Minuten vor Einleitung der Narkose.



**Abb. 2** CT Übersichtstopogramm. Beide Vorderbeine werden parallel abgebildet (Pfeil: SKZ) / Topogramm. Both forelimbs are shown parallel (arrow: SCL).

Zur Einleitung der Narkose wurden Diazepam (0,04 mg/kg, i.v.; Diazepam 10 mg®; Rotexmedica GmbH, Trittau, Deutschland) und Ketamin (2,2 mg/kg i.v.; Ursotamin®, Serumwerke Bernburg AG, Bernburg, Deutschland) verwendet. Nach oro-trachealer Intubation wurden die Pferde mittels Kran in den OP-Raum befördert und in Rückenlage auf dem OP Tisch gelagert. Das zu operierende Bein wurde im Kran belassen und in gestreckter Stellung fixiert. So war es dem Operateur möglich, auf der gegenüberliegenden, „gesunden“ Seite des Pferdes stehend, über das Brustbein hinweg, an der medialen, „kranken“ Seite des Radius zu operieren. Der Vorteil dieser Patientenlagerung besteht darin, dass einerseits das Operationsgebiet bequem für den Chirurgen zu



**Abb. 3a; 3b; 3c** Subchondrale Zyste (Pferd 1); Computertomographische Schnittbilder in mehreren Ebenen. Gekammerte SKZ (Pfeil) mit Sklerose, Mikrofrakturen und Gelenksbeteiligung medial im proximalen Radius. (a) Horizontaler Querschnitt, (b, c) MPR Darstellung. / Subchondral cystic lesion (horse 1). Computertomographic sectional images in different directions. SCL (arrow) with sclerosis, microfractures and joint involvement situated in the medial aspect of the proximal radius. (a) horizontal cross section; (b,c) MPR images.

erreichen ist und andererseits an der frei zugänglichen, hängenden Gliedmaße die Anfertigung von intraoperativen Verlaufsrontgenaufnahmen in verschiedenen Richtungen ohne Umlagern oder Anheben des Beines sehr einfach möglich ist. Die Narkose wurde mit Isofluran (IsoFlo®, Albrecht GmbH, Aulendorf, Deutschland) aufrecht erhalten.

Zur genauen Lokalisation des Operationszuganges wurden vor Operationsbeginn Röntgenaufnahmen mit röntgendichten Markern in zwei Ebenen angefertigt (0 und 90 Grad) (Abb. 4). Die Haut sowie Unterhautgewebe, Muskeln und Periost wurden mittels eines ca. 2 cm langen Hautschnittes separiert. Der Zugang zu der SKZ erfolgte transkortikal zunächst mithilfe eines 2,5 mm-Bohrers zum risikoarmen Anbohren der Zyste und danach zur Erweiterung des Bohrkanals mittels eines 4 mm-Bohrers. Der Inhalt der Zyste wurde mit einer 2,5 mm und 3,5 mm Handfräse (Richard Wolf GmbH, Knittlingen, Deutschland) entfernt. Der Schaft dieser Fräsen ist schmaler und verjüngt sich in Richtung Fräserkopf. So können die Handfräsen im Bohrkanal in alle Richtungen bewegt und somit der gesamte Zysteninhalt entfernt werden. Im Anschluss erfolgte die Spülung der SKZ mit steriler NaCl-Lösung durch die Trokarhülse und danach die Auffüllung mit Polymethylmethacrylat (PMMA; Sulcem™ 3; Centerpulse Orthopedics Ltd.,



**Abb. 4** Darstellung der SKZ (Pferd 2) im lateromedialen Röntgenbild mit angebrachtem röntgendichten Marker / *Lateromedial radiographic view of the SCL (horse 2) prior to surgery with a radiodense marker.*



**Abb. 5** Intraoperatives Röntgenbild mit der Handfräse in der SKZ (Pferd 3) | *Intraoperative radiographic view depicting the burr within the SCL (horse 3).*

Baar, Schweiz). Da mittels CT-Untersuchung bei allen drei Pferden eine feine Verbindung zwischen SKZ und Gelenkhöhle nachgewiesen werden konnte, musste dies sehr vorsichtig erfolgen, um das Eindringen von Knochenzement bzw. eine Kontamination der Gelenkhöhle zu vermeiden. Das PMMA Pulver härtet nach Anmischung mit dem Lösungsmittel kontinuierlich aus, so dass es in verschiedenen Aushärtungsgraden, von flüssig bis pastös, je nach Mischungsdauer, appliziert werden kann. Um das Risiko zu vermeiden, dass der Knochenzement durch den dünnen Kanal in das Ellbogengelenk gelangt, wurde solange abgewartet, bis die Komponenten soweit abgebunden waren, dass sie als pastöse, zähflüssige Masse vorlagen. Erst dann wurde das Material mit leichtem Druck in die Zystenhöhle eingebracht. Der Füllungszustand wurde röntgenologisch kontrolliert, womit verhindert werden konnte, dass Material in die Gelenkhöhle gelangt. Jedoch floss während der Injektion bei zwei Patienten eine geringe Menge PMMA in das subkutane Bindegewebe. Dies wurde so belassen (Abb. 6). Das subkutane Gewebe wurde mit einer einfachen Sultan'schen Naht mit Polyglactin 911 (0 USP, Vicryl™, Ethicon, Johnson&Johnson Medical GmbH, Norderstedt, Deutschland) verschlossen. Die Naht der Haut erfolgte mit einfachen Knopflehten mit nicht-resorbierbarem Polyamid Faden (Ousp, Monosof™, Vétoquinol SA, Ravensburg, Deutschland). Zum Schutz der Wunde wurde eine selbstklebende Wundabdeckung aufgebracht.

Die Pferde erholten sich ohne Schwierigkeiten von der Narkose. Die Aufstehphasen verliefen problemlos. Post-OP erhielten sie über fünf Tage Penicillin-Streptomycin (Streptocombin: 5 ml/100kgKGW i.m.; Albrecht GmbH; Aulendorf, Deutschland) und Meloxicam ebenfalls fünf Tage per os (Metacam: 0,6 mg/KGW oral; Boehringer Ingelheim Vetmedica GmbH, Ingelheim, Deutschland). Die Wundabdeckung wurde nach Bedarf gewechselt. 12 Tage nach der Operation wurden die Fäden gezogen. Nach 14 Tagen post OP wurden sie aus der Klinik entlassen. Zu diesem Zeitpunkt waren alle drei Pferde im Schritt lahmheitsfrei. Die Besitzer erhielten folgende Anweisungen: 30 Tage Boxenruhe mit 5 Minuten Schritt füh-



**Abb. 6** Operationsergebnis einer SKZ mit PMMA gefüllt und periarthral belassenem Knochenzement. Röntgenologische Darstellung in 0° Richtung / *Postoperative radiographic view of a SCL filled with PMMA and with periarthral bone cement. Radiological view in 0°.*

ren an der Hand auf ebenem, weichem Untergrund (Reithalle) pro Tag, danach Steigerung der Schrittführzeit auf zweimal 10 Minuten täglich. Die Pferde waren lahmfrei im Schritt und Trab auf festem und weichem Untergrund, als sie nach 46 und 95 Tagen (Pferd 1), 42 und 146 Tagen (Pferd 2) bzw. 38 und 123 Tagen (Pferd 3) nachuntersucht wurden.

Eine telephonische Nachfrage nach ca. 2,5 Jahren (Pferd 1 und 2) bzw. 1,5 Jahren (Pferd 3) erbrachte drei gesunde Pferde, wobei ein Pferd (Pferd 1) auf nationalen Springprüfungen, das zweite Pferd (Pferd 2) an internationalen Springprüfungen auf hohem Niveau und das dritte Pferd (Pferd 3) an mittelschweren Dressurprüfungen erfolgreich teilnimmt.

## Diskussion

Mithilfe der computertomographischen Untersuchung der Ellenbogengelenke war es möglich die Ausdehnung der Zysten zu erfassen, die Mikrofrakturen mit dem umgebenden sklerotischen Knochen zu visualisieren, die Gelenkbeteiligung darzustellen und die chirurgischen Eingriffe exakt zu planen. Üblicherweise werden SKZ mittels klinischer Untersuchung, diagnostischen Anästhesien und der röntgenologischen Untersuchung diagnostiziert (McIlwraith 1998, Rijkenhuijzen et al. 2005). Allerdings entsteht hierbei nur ein zweidimensionales Bild; selbst wenn mehrere Projektionen angefertigt werden ist es nicht möglich exakte Informationen zur Ausdehnung von Zysten zu erhalten. Außerdem können Mikrofrakturen im sklerotischen, die Zyste umgebenden Knochen auf den Röntgenbildern nicht erkannt werden (Bertone et al. 1986).

Abhängig von der anatomischen Lokalisation und Ausdehnung der Zysten können diese konservativ, mittels Injektion von Kortikosteroiden in die Zyste oder durch verschiedene chirurgische Zugänge, wie direktes arthroskopisches Debridement oder über transkortikales Bohren mit oder ohne Auffüllen der Zyste, behandelt werden (Bertone et al. 1986, Suominen et al. 1996, Fortier und Nixon 2005). Im Falle der SKZ des Ellenbogens hat die konservative Behandlung eine schlechtere Prognose als die chirurgische Therapie mit transkortikalem Zugang und Entfernung des Inhalts der Zyste (Bertone et al. 1986).

Wenn nicht ausgeschlossen werden kann, dass die SKZ mit dem Gelenk in Verbindung steht oder wenn eine direkte Untersuchung des Gelenkknorpels notwendig ist, kann sie eventuell auch mithilfe der arthroskopischen Untersuchung des Ellbogengelenkes in Verbindung mit der transkortikalen Bohrung und Füllung der Zyste behandelt werden. Jedoch ist der arthroskopische Zugang zum medialen Gelenksack des Ellenbogengelenks nur limitiert möglich und die gewichtstragende Oberfläche des Radius kann nicht komplett untersucht werden (Nixon 1990). Da bei allen Pferden schon computertomographisch eine feine Verbindung zum Ellbogengelenk gefunden werden konnte, wurde auf eine arthroskopische Untersuchung des Ellenbogengelenks verzichtet um die Gelenkhöhle und den Gelenkknorpel zu schonen.

PMMA ist ein nicht abbaubares Material, das während der Polymerisation exotherm reagiert. Die Injektion von PMMA unter Röntgenkontrolle wird in der Humanmedizin routinemäßig

verwendet, um bösartige und gutartige Knochenläsionen bzw. Knochenzysten zu behandeln (Lecllet und Pasquier 1993, Leclair et al. 2000, Pitton et al. 2008). Der Vorteil ist in seinem einfachen Handling und der sofortigen Aushärtung und Stabilisierung des gefüllten Defektes zu sehen (Hernigou et al. 1993). Der Gebrauch und Nutzen für die Rekonstruktion von Knochen bei Menschen wie auch bei Tieren wird jedoch kontrovers diskutiert (Frassica et al. 1993, Hisatome et al. 2002). Das harte, polymerisierte, bioinerte Material PMMA vermindert möglicherweise die stoßabfedernde Wirkung des subchondralen Knochens, was dann zu degenerativen Gelenkerkrankungen führen könnte (von Rechenberg et al. 1998). Auch soll PMMA, wenn es unerwünschterweise in das Gelenk gelangt, Chondrolyse zur Folge haben (Vainiotalo et al. 1984, Leclair et al. 2000). Der chondrolytische Effekt wird durch die exotherme Reaktion und die Freisetzung von potentiell cytotoxischen Produkten, z.B. Rest-Monomere und freie Radikale, die während des Härtingsprozesses des Zements entstehen, ausgelöst (Lecllet und Pasquier 1993). Daher ist es äußerst wichtig zu vermeiden, dass eine größere Menge Acrylzement in die Gelenkhöhle fließen kann. Inwieweit allein die exotherme Reaktion, die während des Aushärtens des PMMA auftritt, zu einer Schädigung des Gelenkknorpels führen kann, müssen weitere Studien klären.

Bei zwei unserer Patienten gelangte während der Instillation eine geringe Menge PMMA in das subkutane, periartikuläre Bindegewebe. Da PMMA bioinert ist kann es ohne Schaden anzurichten in biologischen Geweben belassen werden (Lecllet und Pasquier 1993).

Die Pferde waren postoperativ klinisch gesund und zeigten bis heute keine Anzeichen von Schmerzen oder anderen negativen Reaktionen, die im Zusammenhang mit dem belassenen PMMA im Bindegewebe stehen.

Hätte man mittels CT-Untersuchung eine weite Kommunikation zwischen SKZ und Gelenk festgestellt, wäre eventuell eine andere Operationstechnik oder ein anderes Füllmaterial in Frage gekommen. Hierfür sind in der Literatur verschiedenste Operationstechniken mit resorbierbaren oder metabolisierbaren, biologischen und synthetischen Biomaterialien beschrieben. Die mögliche Therapie bei zystischen subchondralen Knochenläsionen kann im alleinigen chirurgischen Debridement (White et al. 1988, Story und Bramlage 2004), im Debridement und Injektion von Kortikosteroiden in die Zystenöhle (Baxter 1996, Fortier und Nixon 2005, Wallis et al. 2008), im Debridement und Füllen mit autologen Knochengrafts (Jackson et al. 2000), im Debridement und Füllen mittels multiplen osteochondralen Autografts in Form einer Mosaic Arthroplasty (Bodo et al. 2004, Janicek et al. 2010) oder in der Füllung mit Chondrozyten (Ortved et al. 2009) und im Debridement und Füllen mit synthetischen Knochenersatzstoffen bestehen. Hierzu wurde die Verwendung von Tricalciumphosphat (Fürst et al. 1997), Tricalciumphosphat mit Platelet-rich-plasma (Nixon 2008), Silikat substituiertem Calciumphosphat (Mettenleiter 2014), Keramik Granulat in Verbindung mit aus bovinem Knochen extrahierten Kollagen Lyophilisat (Heidbrink und Sader 2001, 2002), Knochenmark-Konzentrate (Fortier und Nixon 2005), demineralisierte Knochenmatrix mit Spongiosa (Mettenleiter und Köster 2012), Benzopyron (Jackson et al. 2008), PTH-angereichertes Fibrin-Hydrogel (Fürst et al. 2007, Jackson et al. 2012), Chondro-

zyten mit Insulin-like-growth-factor I grafts (Nixon 2002) oder mesenchymale Stammzellen (Kraus und Kirker-Head 2006) beschrieben.

Im Gegensatz zu all diesen Materialien erlaubt das schnell aushärtende, feste PMMA eine direkte mechanische Stabilisierung des Knochens mit sicherem Aufstehen nach der Vollnarkose in Verbindung mit einer sehr schnellen Schmerzreduktion (Hernigou et al. 1993). Auch ist der Einsatz von PMMA mit verhältnismäßig wenig Aufwand und geringeren Kosten verbunden.

SKZ können, müssen aber nicht, Schmerzen verursachen (Baxter 1996). Die beschriebenen Patienten waren lahm, verursacht durch Schmerzen im Bereich des Ellbogengelenkes. Durch die stabile Füllung der SKZ mit Knochenzement konnte die Gelenkfläche und der subchondrale Knochen unter Schonung des hyalinen Gelenksknorpel soweit stabilisiert werden, dass eine sehr schnelle, anhaltende Schmerzfremheit post OP erreicht wurde. Diese Lahmheit wird einerseits durch die Entzündungsmediatoren PGE2 und den Zytokinen IL-1 und IL-6 und das schmerzhaft Eindringen von Synovia durch die feine Öffnung im Gelenksknorpel hindurch in den subchondralen Knochen (Ventileffekt) (Auer und von Rechenberg 2012) verursacht, hat aber eventuell zusätzlich in der Instabilität des subchondralen Knochens in Verbindung mit den multiplen Mikrofrakturen im Bereich der SKZ ihren Ursprung.

Die direkt CT-kontrollierte transkortikale Aufbohrung und Füllung von SKZ (interventionelle Computertomographie) (Grönemeyer und Seibel 1989), welche beim Pferd für den Bereich der Karpalgelenke, des Fesselgelenkes, des Kronegelenkes und des Strahlbeins angewendet wird (Mettenleiter und Köster 2012), konnte hier am Ellenbogen aus Platz- und Lagerungsgründen nicht durchgeführt werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die computertomographische Darstellung von subchondralen Knochenzysten im Bereich des Ellbogengelenkes bei Pferden sehr gut möglich ist und nützliche zusätzliche Informationen liefert. Der chirurgische Eingriff via transkortikalem Zugang zum proximalen Radius und anschließender Füllung mit Knochenzement unter Schonung der Gelenkhöhle und des hyalinen Knorpels war bei drei Pferden, bei denen eine SKZ mit feiner Gelenkbeteiligung, Sklerose und Mikrofrakturen vorlag, erfolgreich.

## Literatur

Auer J. A., von Rechenberg (2012) Subchondral bone cysts. In: Auer, J.A. and Stick J.A. (Hrsg.) Equine Surgery, 4. Edition, Elsevier, Saunders, St. Louis, Missouri, pp. 1255-1263

Baxter G. M. (1996) Subchondral cystic lesions in the horse. In: Joint Disease in the Horse. McIlwraith C. W., Trotter G. W. Hrsg. W.B. Saunders, Philadelphia, pp. 384-397

Barrett M. F., Zubrod C. J. (2008) Use of magnetic resonance imaging to detect and direct therapy of an osseous cystic lesion at the solar surface of the third phalanx of a horse. Equine Vet. Educ. 20, 19-23

Bertone A. L., McIlwraith C. W., Powers B. E., Stashak T. S., Aanes W. A., Turner A. S. (1986) Subchondral osseous cystic lesions of the elbow of horses: conservative versus surgical treatment. J Am Vet Med Assoc. 189, 540-546

Bodo G., Hangody L., Modis L., Hurtig M. (2004) Autologous osteochondral grafting (mosaic arthroplasty) for treatment of subchondral cystic lesions in the equine stifle and fetlock joints. Vet. Surg. 33, 588-596

Bramlage L. R. (1993) Osteochondrosis-related bone cysts. Proc. Am. Assoc. Equine Pract. 39, 83-85

Del Chicca F., Kummerle J. M., Ossent P., Nitzl D., Fuerst A., Ohlerth S. (2008) Use of computed tomography to evaluate a fracture associated with a subchondral pedal bone cyst in a horse. Equine vet Educ. 20, 515-519

Fortier L. A., Nixon A. J. (2005) New surgical treatments for osteochondritis dissecans and subchondral bone cysts. Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 21, 673-690

Frassica F. J., Gorski J. P., Pritchard D. J., Sim F. H., Chao E. Y. (1993) A comparative analysis of subchondral replacement with polymethylmethacrylate or autogenous bone grafts in dogs. Clin. Orthop. Relat. Res. 293, 378-390

Fürst A., Kaegi B., v. Rechenberg B., Auer J. (1997) Die Behandlung von 5 Pferden mit subchondralen zystoiden Defekten im Fesselbein. Pferdeheilkunde 3, 147-161

Fürst A., Derungs S., von Rechenberg B., Auer J. A., Schense J., Watson J. (2007) Use of a parathyroid hormone peptide (PTH1-34)-enriched fibrin hydrogel for the treatment of a subchondral cystic lesion in the proximal interphalangeal joint of a warmblood filly. J. Vet. Med. A Physiol. Pathol. Clin. Med. 54, 107-112

García-López J. M., Kirker-Head C. A. (2004) Occult subchondral osseous cyst-like lesions of the equine tarsocrural joint. Vet Surg. 33, 557-564

Grönemeyer D. H. W., Seibel R. M. M. (1989) Interventionelle Computertomographie. Ueberreuter Wissenschaft, Wien, Berlin

Haack D., Hertsch B., Baez C. (1988) Zystoide Defekte im Hufbein des Pferdes. Pferdeheilkunde 4, 143-153

Heidbrink U. H., Sader R. (2001) Surgical therapy of bone cysts with osteoconductive and osteoinductive bone substitutes. Vet. Surg. 30, 300

Heidbrink U. H., Sader R. (2002) Minimalinvasive chirurgische Therapie von Knochenzysten mit osteokonduktiven und osteoinduktiven Knochenersatzmaterialien. Proc. DVG Fachtagung Pferdekrankheiten, Hannover

Hernigou P., Bachir D., Galacteros F. (1993) Avascular necrosis of the femoral head in sickle-cell disease. Treatment of collapse by the injection of acrylic cement. Bone. Joint. Surg. 75-B, 875-880

Hisatome T., Yasunaga Y., Ikuta Y., Fujimoto Y. (2002) Effects on articular cartilage of subchondral replacement with polymethylmethacrylate and calcium phosphate cement. Biomed. Mater. Res. 59, 490-498

Howard R. D., McIlwraith C. W., Trotter G. W. (1995) Arthroscopic surgery for subchondral cystic lesions of the medial femoral condyle in horses: 41 cases (1988-1991). J. Am. Vet. Med. Assoc. 206, 842-850

Jackson W. A., Stick J. A., Arnoczky S. P., Nickels F. A. (2000) The effect of compacted cancellous bone grafting on the healing of subchondral bone defects of the medial femoral condyle in horses. Vet. Surg. 29, 8-16

Jackson M., Fricker C., Kummerle J., Fürst A. (2008) Die Behandlung von subchondralen zystoiden Defekten beim Pferd mit Benzopyron: eine retrospektive Analyse. Wien. Tierärztl. Mschr. 95, 158-165

Jackson M. A., Ohlerth S., Kummer M., Bettschart R., Watson J., Manera C. L., von Rechenberg B., Auer J., Fürst A. (2012) Use of a parathyroid hormone Peptide (PTH 1-34)-enriched fibrin hydrogel for the treatment of subchondral cystic lesions in 15 horses. Pferdeheilkunde 28, 642-650

Janicek J. C., Cook J. L., Wilson D. A., Ketzner K. M. (2010) Multiple osteochondral autografts for treatment of a medial trochlear ridge subchondral cystic lesion in the equine tarsus. Vet. Surg. 39, 95-100

Jeffcott L. B., Kold S. E. (1982) Clinical and radiological aspects of stifle bone cysts in the horse. Equine Vet. J. 14, 40-46

Kay A. T. (2006) An acute subchondral cystic lesion of the equine shoulder causing lameness. Equine vet. Educ. 18, 316-319

- Kraus K. H., Kirker-Head C.* (2006) Mesenchymal stem cells and bone regeneration. *Vet Surg.* 35, 232-242
- Leclair A., Gangi A., Lacaze F., Javier R.M., Bonidan O., Kempf J. F., Bonnomet F., Limbach F. X., Kuntz J. L., Dietmann J. L., Sibilia J.* (2000) Rapid chondrolysis after an intra-articular leak of bone cement in treatment of a benign acetabular subchondral cyst: an unusual complication of percutaneous injection of acrylic cement. *Skeletal Radiol.* 29, 275-278
- Leclat H., Pasquier G.* (1993) Percutaneous injection of bone biomaterials. *Rev. Rhum.* Ed. Fr. 60, 299-304
- Mair T. S., Sherlock C. E.* (2008) Osseous cyst-like lesion in the feet of lame horses: diagnosis by standing low-field magnetic resonance imaging. *Equine Vet. Educ.* 20, 47-56
- McIlwraith C. W.* (1982) Subchondral cystic lesions (osteochondrosis) in the horse. *Comp. Educ. Pract. Vet.* 4, 394
- McIlwraith C. W., Trotter G. W.* (1996) *Joint Disease in the Horse.* W.B. Saunders, Philadelphia, Pennsylvania. pp 384-397
- McIlwraith C. W.* (1998) Subchondral bone cysts in the horse: aetiology, diagnosis and treatment options. *Equine Vet. Educ.* 10, 313-317
- McIlwraith C. W.* (2010) Management of subchondral cystic lesions of medial femoral condyle – an evolution based on research and clinical evidence. *Pferdeheilkunde* 4, 591-597
- Mettenleiter E., Köster A.* (2012) Interventionelle Computertomographie: CT-gesteuerte Operationen und Behandlungen beim Pferd. Vortrag anlässlich der 22. Arbeitstagung der DVG-Fachgruppe Pferdekrankeheiten
- Mettenleiter E.* (2014) Interventionelle Computertomographie-eine neue Dimension in der Pferdemedizin. Teil 1: CT gesteuerte transkortikale Aufbohrung und Füllung von subchondralen Knochenzysten beim Pferd. *Pferdeheilkunde*, eingereicht.
- Nixon A. J.* (1990) Arthroscopic approaches and intraarticular anatomy of the equine elbow. *Vet. Surg.* 19, 2, 93-101
- Nixon A. J.* (2002) Arthroscopic techniques for cartilage repair. *Clin Tech Equine Pract.* 1, 257-269
- Nixon A. J.* (2008) New treatment options for subchondral bone cystic lesions. *Proc. vet. europ. equine Meeting, Lido di venezia, 2008,* 163-165
- Ortved K., Greenberg M. J., Fortier L. A.* (2009) Treatment of subchondral bone cysts of the medial femoral condyle in mature horses using chondrocyte implantation: A retrospective study of 43 cases. *Proc. Am. Coll. Vet. Surg. Vet. Symp.* 44, E41
- Petterson H., Sevelius F.* (1966) Subchondral bone cysts in the horse: A clinical study. *Equine Vet. J.* 1, 75-80
- Pitton M. B., Herber S., Koch U., Oberholzer K., Drees P., Düber C.* (2008) CT-guided vertebroplasty: analysis of technical results, extraosseous cement leakages, and complications in 500 procedures. *Eur. Radiol.* 18, 2568-2578
- Ramzan P. H. L.* (2004) Osseous cyst-like lesion of the intermediate tubercle of a horse. *Vet. Rec.* 154, 534-536
- Rijkenhuizen A. B. M., van den Top G. B., van den Belt A. J.* (2005) The role of computertomography in the surgical management of cystic lesions. *Pferdeheilkunde* 21, 317-321
- Sherlock C., Mair T.* (2011) Osseous cyst-like lesions/subchondral bone cysts of the phalanges. *Equine Vet. Educ.* 23, 191-204
- Smith M. R. W., Crow O. C., Ellson C., Turner S. J., Patterson-Kane J. C., Schramme M. C., Smith R. K. W.* (2005) Sugrical treatment of osseous cyst-like lesions in the distal phalanx arising from collateral ligament insertional injury. *Equine Vet. Educ.* 17, 739-744
- Steward B., Reid C. R.* (1982) Osseous cyst-like lesions on the medial femoral condyle in the horse. *J. Am. Med. Assoc.* 180, 254
- Story M. R., Bramlage L.* (2004) Arthroscopic debridement of subchondral bone cysts in the distal phalanx of 11 horses (1994 - 2000). *Equine Vet. J.* 36, 356-360
- Suominen E., Aho A. J., Vedel E., Kangasniemi I., Uusipaikka E., Yli-Urpo A.* (1996) Subchondral bone and cartilage repair with bioactive glasses, hydroxyapatite, and hydroxyapatite - glass composite. *Biomed. Mater. Res.* 32, 543-551
- Vainiotalo S., Zitting A., Jacobsson S., Nickels J., Koskinen H., Savolainen H.* (1984) Toxicity of polymethylmethacrylate thermodegradation products. *Arch. Toxicol.* 55, 137-142
- Van Duin Y., Hurtig M. B.* (1996) Subchondral bone cysts in the distal aspect of the tibia of three horses. *Can. Vet. J.* 37, 429-431
- Von Rechenberg B., McIlwraith C. W., Auer J. A.* (1998) Cystic bone lesions in horses and humans: a comparative review. *Vet. Comp. Orthop Traumatol.* 11, 8-18
- Von Rechenberg B., Leutenegger C., Zlinsky K., McIlwraith C. W., Akens M. K., Auer J. A.* (2001) Upregulation of mRNA of interleukin -1 and -6 in subchondral cystic lesions of four horses. *Equine Vet. J.* 33, 143-149
- Wallis T. W., Goodrich L. R., McIlwraith C. W., Frisbie D. D., Hendrikson D. A., Trotter G. W., Baxter G. M., Kawcak C. E.* (2008) Arthroscopic injection of corticosteroids into fibrous tissue of subchondral cystic lesions of the medial femoral condyle in horses: A retrospective study of 52 cases (2001-2006). *Equine Vet. J.* 40,461-467
- White N. A., McIlwraith C. W., Allen D.* (1988) Curettage of subchondral bone cysts in medial femoral condyles of horses. *Equine Vet. J. Suppl* 6, 120-124

### Erklärung zum Ausschluss von Interessenkonflikten

Der Autor bestätigt, hinsichtlich der in diesem Beitrag erwähnten Medikamente oder medizinisch-technischen Geräte keinerlei Interessenkonflikten zu unterliegen.