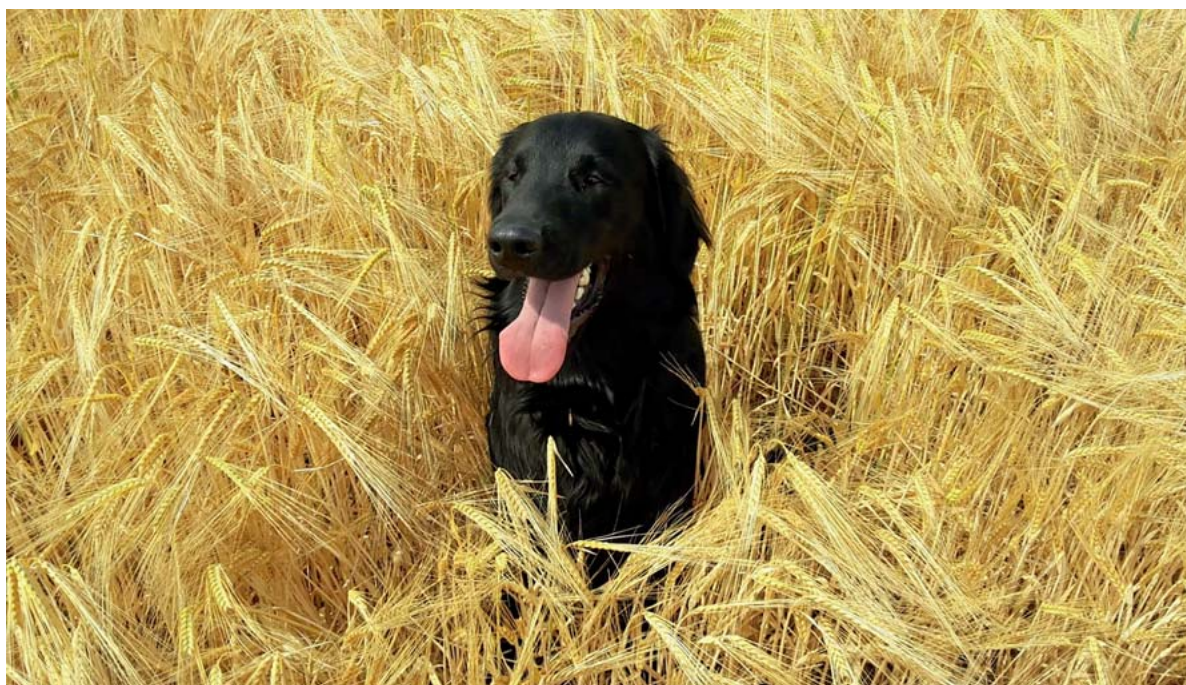


Stöckchen, Granne, Zahnstocher – Bildgebende Diagnostik von Fremdkörpern im Weichteilgewebe

Sophie Ophey*, Claudia Köhler*, Stefan Kohl, Michaele Alef, Ingmar Kiefer

Die Suche nach einem Fremdkörper kann zur echten Herausforderung werden. Sitz des Fremdkörpers, Verfügbarkeit der bildgebenden Modalitäten und Erfahrung entscheiden über das diagnostische Procedere.



Quelle: R. Alef

Fremdkörper im Weichteilgewebe stellen den Kliniker häufig vor erhebliche Herausforderungen. Die berühmte „Stöckchenverletzung“ ist für alle Beteiligten, sei es für den Patienten, den Besitzer oder den behandelnden Tierarzt undankbar. Hier wird häufig formuliert, dass man einen solchen Patienten zu dem ungeliebten Nachbarkollegen schicken soll (nicht ernst gemeint), weil nicht selten mehrere Operationen nötig sind, bis man alle Fremdkörper gefunden und entfernt hat. Dazu kommt, dass man diese Fremdkörper nahezu überall im Körper finden kann: ob Granne im Weichteilgewebe der Pfoten, aber auch in der Leber; ob Granne im Wirbelkanal oder im Penis oder

auch im Bereich des Auges – es gibt keinen Ort, der nicht betroffen sein könnte. Auf der Basis dieses Wissens kann eine profunde Bildgebung die Situation erheblich verbessern, auch wenn die Befunde der Bildgebung nicht immer einfach auf den Operationssitus zu übertragen sind. Der in der Sonografie einfach darstellbare Fremdkörper ist intraoperativ häufig schwierig zu finden. Trotzdem ist eine exakte Bildgebung bei vielen Patienten der Schlüssel zum Erfolg.

* geteilte Erstautorenschaft

Klinische Untersuchung

Auch bei der klinischen Untersuchung nimmt die Suche nach Fremdkörpern im Weichteilgewebe eine Sonderstellung ein. Während in der Regel die klinische Untersuchung immer vollständig vor der bildgebenden Diagnostik zu erfolgen hat, so ist bei dieser Fragestellung zu beachten, dass die **Sondierung** von Wunden und Fistelkanälen unbedingt **nach** der **bildgebenden Diagnostik** durchgeführt werden sollte. Durch das Sondieren wird Luft in die Kanäle eingebracht, was die sonografische Diagnostik erschwert bis unmöglich macht und die Situation in den anderen Modalitäten verfälscht. Aus diesem Grunde empfehlen die Autoren auf das Sondieren zunächst zu verzichten, solange unklar ist, ob weiterführende Diagnostik erfolgen soll.

Röntgendiagnostik

Vor- und Nachteile

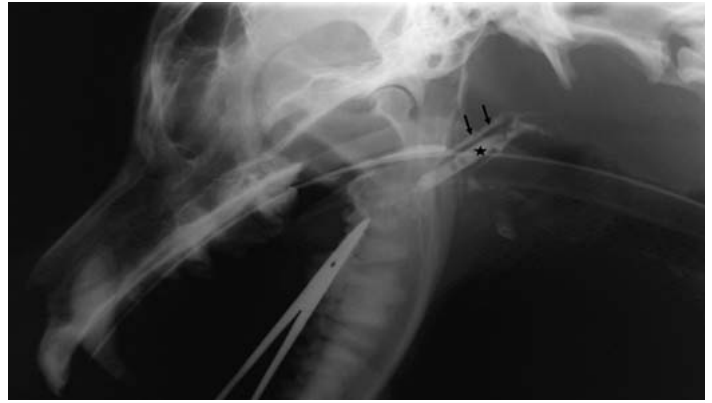
Die Vorteile der klassischen Röntgendiagnostik sind auch ihre Nachteile. Der Vorteil, alle Strukturen unabhängig ihrer Position auf dem Bild darzustellen, ist vorteilhaft bei der Abbildung von Veränderungen. Allerdings ist es dadurch sehr schwierig, diese **präzise zu lokalisieren**. Auch die 2. Ebene ermöglicht dies meist nicht sehr genau. Für die chirurgische Versorgung ist die exakte Lokalisation aber notwendig.

Leider kommt hinzu, dass sich die **Dichte** der Fremdkörper im Vergleich zu dem umliegenden Weichteilgewebe oftmals nur geringgradig unterscheidet. Dieser Dichteunterschied ist aber erforderlich, um den Fremdkörper als solchen röntgenologisch zu erkennen. Dies betrifft natürlich nicht Fremdkörper mit einer hohen Röntgendichte, zum Beispiel Bleiglassplitter. Diese stellen aber die absolute Ausnahme dar. Viel häufiger sind Fremdkörper hölzernen (► **Abb. 1**), wodurch sie sich in der Regel nicht vom Weichteilgewebe unterscheiden lassen. Trotzdem kann die Röntgendiagnostik wertvolle Hinweise liefern. So gibt es Holzstücke, die im Lumen mit Gas gefüllt sind und sich demnach gut zum umliegenden Gewebe kontrastieren. Außerdem kann die durch den Fremdkörper miteingebrachte Luft als ein natürliches Kontrastmittel im Stichkanal wirken.

Auch die **unphysiologisch** im Weichteil **verteilte Luft**, zum Beispiel rund um den Kehlkopf, kann helfen den Sitz der Veränderung zu lokalisieren. Es ist aber zu beachten, dass die Luft nur in den ersten Tagen des Insults nachweisbar ist. Später werden diese Räume, bedingt durch den entzündlichen Prozess, mit Flüssigkeit gefüllt und sind folglich nicht mehr vom Weichteil zu unterscheiden.

Detektion des Fremdkörpers

Bei der Suche nach der Ursache von fistelnden Wunden war die **Fistulografie** lange Zeit eine probate Methode, um das **Ausmaß** und die **Ursache der Erkrankung** weiter



► **Abb. 1** Laterolaterale Röntgenaufnahme des Pharynx eines Hundes mit Stöckchenverletzung nach Fistulografie. Nachdem in der Nativaufnahme weder Fistelgang noch Fremdkörper nachweisbar waren, konnten nach Eingabe von Kontrastmittel sowohl die Wand des Fistelgangs (Pfeile) als auch der längliche, hölzerne Fremdkörper (Stern) mit Kontrastmittel bedeckt und damit im Weichteilgewebe des Pharynx visualisiert werden. Quelle: Dr. Ingmar Kiefer, Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig

abzuklären. Im Idealfall stellt sich dann der Fremdkörper als Füllungsdefekt im Kontrastmittel dar (► **Abb. 2**). So berichten Yanofsky et al. bereits 1986 von einem solchen Fall [1]. Leider gelingt dies nur selten. Insbesondere bei kleinen Fremdkörpern ist der Nachweis des Fremdkörpers als solches in der Regel nicht möglich. Die **Darstellung des Fistelkanals** bis hin zum Fistelgrund ist bei der Therapie dennoch sehr hilfreich. So berichten Jackson et al. [1] von der Diagnostik eines Zahnstochers, der zu einer Fistel von der Lunge in die Haut geführt hat.

Bei der röntgenologischen Fistulografie hat sich der Einsatz von **wasserlöslichem, nicht ionischen jodhaltigem Kontrastmittel** in einer Konzentration von **200–300 mg/ml** bewährt. Je nach verwendetem Kontrastmittel ist es erforderlich, dieses auf 37°C zu erwärmen. Verzichtet man auf die vom Hersteller vorgegebene Nutzungstemperatur, so ist das Kontrastmittel zu viskös, um sich gut in den Fistelgängen zu verteilen. Dies führt dazu, dass die Dimension der Veränderung erheblich unterschätzt werden kann und der Fistelgrund nicht erreicht wird.

Sonografie

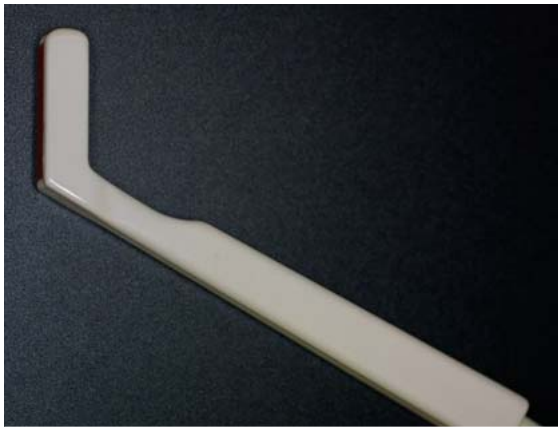
Merke

Aus Sicht der Autoren ist die Sonografie die Methode der Wahl, um Fremdkörper im Weichteilgewebe zu erkennen.

Dabei muss allerdings Einiges beachtet werden: Dies beginnt mit der **adäquaten Ankopplung**; dort wo keine gute Ankopplung gewährleistet werden kann, funktioniert die Methode schlechter als alle anderen Verfahren. Dies gilt zum Beispiel bei Veränderungen, bei denen die Schallwellen direkt durch das Horn des Ballens geleitet werden müssen. Im Regelfall funktioniert dort die sono-



► **Abb. 2 a** Laterolaterale native Röntgenaufnahme des Abdomens einer Katze. Es ist eine dezente Weichteilschwellung sublumbal auf der Höhe von L3–L7 nachweisbar. **b** Laterolaterale Röntgenaufnahme des Abdomens der Katze nach Eingabe von Kontrastmittel in den vorhandenen Fistelkanal dorsal von L6. Der Fistelkanal ist nach ventral bis in die sublumbale Muskulatur zu verfolgen. Das Kontrastmittel verteilt sich deutlich im gesamten Bereich des M. iliopsoas. Die kraniodorsale Ausdehnung beginnt kranial auf Höhe des Zwerchfellpfeilers bei Th13–L1 und zieht bis L7. Quelle: Dr. Ingmar Kiefer, Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig



► **Abb. 3** Hockey-Stick-Linearsonde mit einer hohen Frequenz von 12–18 MHz. Die sehr kleine Auflagefläche ermöglicht die Auflage in komplizierten anatomischen Regionen. Quelle: Dr. Ingmar Kiefer, Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig

grafische Diagnostik sehr schlecht. Liegt die Veränderung jedoch im Zwischenballenbereich oder irgendwo anders im Bereich der Pfote, funktioniert die Sonografie auch bei Fremdkörpern im Submillimeterbereich.

Neben der **Kenntnis der Anatomie** ist der Einsatz der richtigen Technik Voraussetzung für den Erfolg. Je nach vermuteter Tiefe des Fremdkörpers sollte ein **Linearschallkopf** mit möglichst **hoher Frequenz** eingesetzt werden. Je nach Position des Fremdkörpers haben sich sogenannte **Hockey-Stick-Schallköpfe** bewährt (► **Abb. 3**). Diese arbeiten in einem Frequenzbereich zwischen 12–18 MHz und haben somit in den ersten 1,5 cm Eindringtiefe eine fantastische Auflösung. Fernerhin haben diese Schallköpfe eine sehr kleine Auflagefläche und können auch in komplizierten anatomischen Bereichen vergleichsweise gut ankoppeln. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit

kann der **virtuelle Konvexmodus** eingeschaltet werden, dessen Nutzen aber in dieser geringen Untersuchungstiefe überschaubar bleibt.

Detektion des Fremdkörpers

Ein Kriterium zur Detektion von Fremdkörpern ist der sogenannte **distale Schallschatten** (► **Kasten**). Wenn er sichtbar ist, hilft dieser, die Diagnose zu stellen. Ist er jedoch nicht sichtbar, so darf dies nicht als Ausschlusskriterium angesehen werden.

Ursächlich für das **Fehlen** dieses Schallschattens kann zunächst die **Geräteeinstellung** sein. Methoden wie Cross-beam® oder Sono-CT® setzen das Bild aus mehreren Schnittbildern zusammen und „überschreiben“ somit den Schallschatten. Deshalb empfiehlt es sich, diese Techniken bei der Suche nach kleinen Fremdkörpern im Weichteilgewebe zu deaktivieren.

Aber auch bei richtiger Geräteeinstellung kann es sein, dass die Fremdkörper keinen distalen Schallschatten ausbilden. Dies hat rein **physikalische Gründe**: Durch Beugung und Brechung am Objekt wird der Schallkegel so gebeugt, dass dieser den Schallschatten wieder „löscht“. Umso wichtiger ist es, dass man alle anderen Möglichkeiten zur Diagnosesicherung nutzt.

Ein Vorteil, der dem Untersucher in die Hände spielt, ist der Fakt, dass in der Mehrzahl der Fälle **rund um den Fremdkörper** eine **Flüssigkeitsansammlung** sichtbar ist. Durch die Flüssigkeit entsteht ein größerer Impedanzunterschied zum Fremdkörper, womit er leichter vom umliegenden Weichteilgewebe differenzierbar wird. Jedoch ist die Flüssigkeit nicht immer vorhanden, insbesondere wenn ein Fistelgang nach extern vorhanden ist, kann die Flüssigkeit ablaufen.

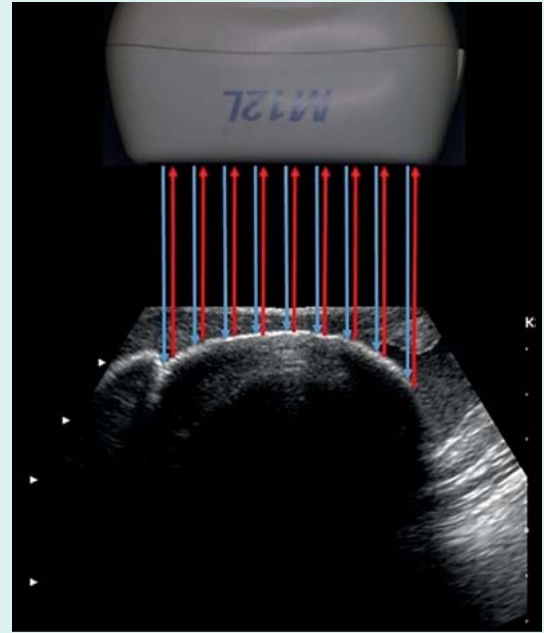
SONOGRAFIE-LEXIKON

Entstehung des Artefakts „distaler Schallschatten“ am Beispiel eines Blasensteins

Die Entstehung eines Ultraschallbilds basiert auf der Nutzung des **Echolot-Prinzips**. Die Schallwellen werden in den Körper geschickt (symbolisiert durch die blauen Pfeile, ► **Abb. 4**) und treffen auf eine Grenzfläche (hier die Oberfläche des Blasensteins). Je nachdem, wie groß der Unterschied der akustischen Impedanz zwischen den betroffenen Medien ist, durchdringen die Schallwellen die Grenzfläche und breiten sich weiter in der Tiefe aus oder werden an der Grenzfläche zum Schallkopf reflektiert (rote Pfeile):

- **sehr großer Impedanzunterschied**, z. B. beim Blasenstein: die Schallwellen werden nahezu vollständig reflektiert, der vollständige distale Schallschatten entsteht.
- **kleiner Impedanzunterschied bei sehr kleinen Objekten**: meist nur ein dezenter distaler Schallschatten, weil die Schallwellen durch Beugung und Brechung am Objekt um das Objekt herumgebrochen werden und somit den Schallschatten wieder teilweise löschen; abhängig von vielen Faktoren, das Phänomen tritt eher bei Objekten mit einer lateralen Ausdehnung von < 3 mm auf

Zusätzlich muss beachtet werden, dass technische Verfahren wie Sono-CT® und Cross-Beam® den Schallschatten ebenfalls reduzieren. Trotzdem ist der distale Schallschatten eines der wichtigsten Kriterien, um einen Fremdkörper als solchen zu identifizieren.



► **Abb. 4** Entstehung des distalen Schallschattens.
Quelle: Dr. Ingmar Kiefer, Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig

Ebenfalls problematisch können **Bindegewebe** oder **kleine Gefäße** sein, da die Differenzierung zu kleinen Fremdkörpern schwierig ist. Kann eine verdächtige Struktur über eine längere Strecke verfolgt werden und weist diese eine mehr oder weniger rein lineare Geometrie auf, so spricht Einiges dafür, dass es sich nicht um einen Fremdkörper handelt, wobei eine 100%ige Sicherheit nicht gegeben ist.

Kenntnisse der **Anatomie** bzw. **Sonoanatomie** sind auch besonders bei Veränderungen im Bereich des Kehlkopfs notwendig. Zungenbein, Kehlkopfknorpel, Gefäße, Luftwege und Ösophagus müssen angesprochen und von artifiziellen Veränderungen durch eine Verletzung unterschieden werden (► **Abb. 5**). Bei dezenter Veränderungen erscheint aus Sicht der Autoren eine Untersuchung in **Narkose** sinnvoll, auch weil man die Maulhöhle nur so adäquat untersuchen kann.

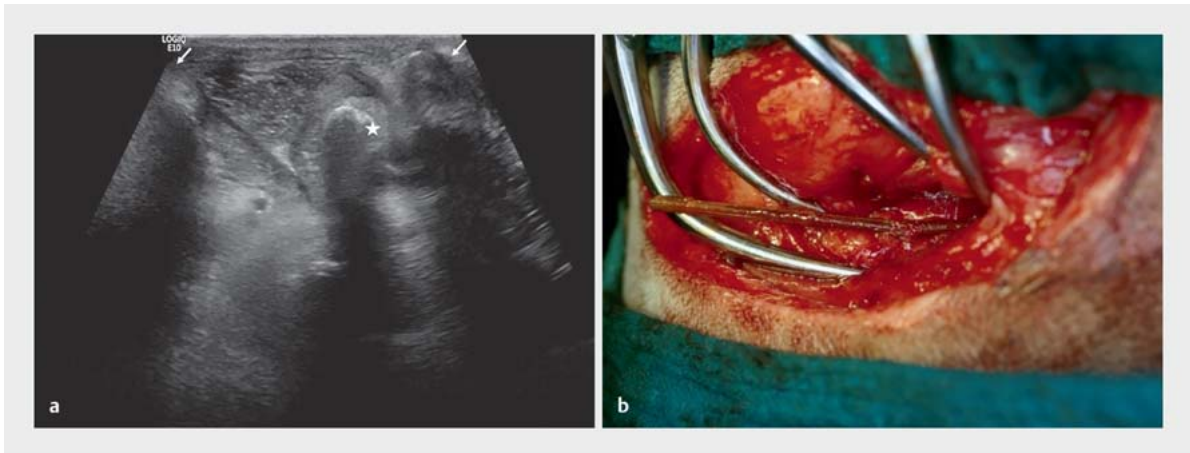
Neben den „Stöckchenverletzungen“ spielen **Grannen** (► **Abb. 6**) als Erkrankungsursache eine große Rolle. Es gibt vermutlich keine Region des Hundekörpers, aus der noch keine Grannen entfernt wurden. So wurde vor einiger Zeit in der Klinik der Autoren eine Granne aus der Leber entfernt, nachdem das Tier mit rezidivierendem Fieber vorstellig wurde. Auch in der Glandula parotis sind schon Fremdkörper nachgewiesen worden. Der Klassiker ist jedoch eine Weichteilschwellung, ggf. mit Fistelbil-

dung, im Bereich der Pfoten. Rein subjektiv scheinen Hunde mit einer starken Behaarung im Pfotenbereich häufiger betroffen zu sein als kurzhaarige Tiere; es können aber alle Hunderassen betroffen sein. Bei Katzen kommt diese Erkrankung eher selten vor. Mit etwas Erfahrung können die Grannen durch ihre ellipsoide Form und die meist anhängenden „Spelzen“ recht gut erkannt werden.

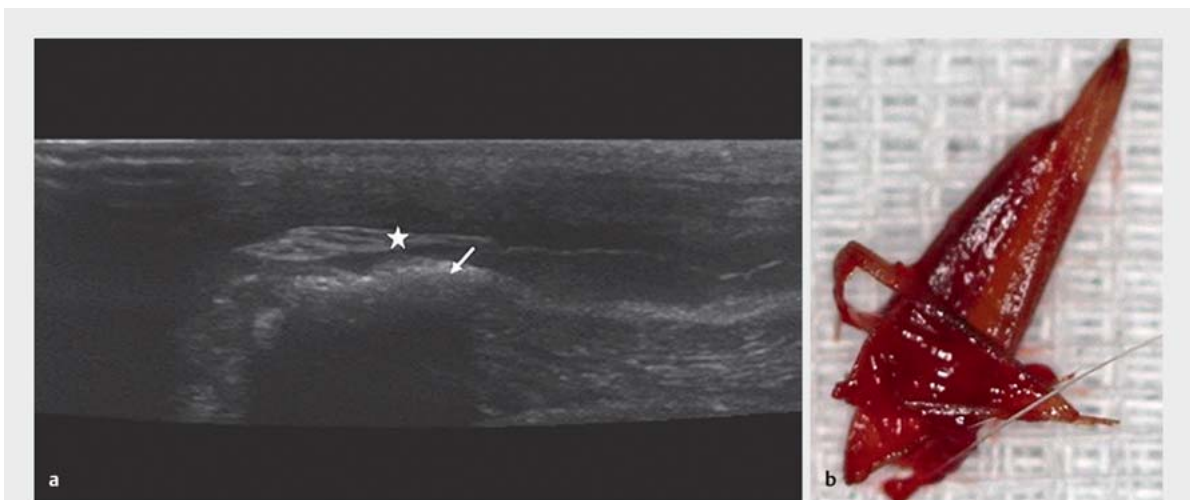
Tipps für die Fremdkörper-Chirurgie

Etwas problematischer ist es, die **Position** der Granne in die **offene Chirurgie** zu übertragen. Was sonografisch scheinbar einfach zu erkennen ist, ist trotzdem nach einem Schnitt schwer zu finden. Hilfreich kann hierbei der Einsatz der **Sonografie in der Operation** sein, sprich intraoperativ wird mit einem steril verpackten Schallkopf der chirurgische Schnittverlauf nach sonografischer Kontrolle angepasst. Alternativ kann die Position des Fremdkörpers mit einer **Nadel** markiert werden.

Allerdings gelingt es selten die Nadel so zu fixieren, dass sich die Nadelposition nicht verändert. Weiterhin wird auch die **Markierung mit Methylenblau** eingesetzt. Allerdings wird meist zu viel Farbstoff eingesetzt. Selbst 0,01 ml verteilen sich häufig in einem so großen Bereich, dass die Markierung nicht weiterhilft, insbesondere dann, wenn sich der winzige Fremdkörper in einer Flüssigkeit befindet. Wenn ein Fistelkanal vorhanden ist und dieser



► **Abb. 5** a Sonografisches Bild des submentalen Weichteilgewebes nach Auflage des Schallkopfs auf den Unterkieferästen (Pfeile) in Querschnittposition. In der Mitte des Bildes, linkslateral des Zungengewebes, ist eine konvexe hyperechogene Struktur (Stern) mit distalem Schallschatten nachweisbar. b Bei der in der Sonografie als fremdkörperverdächtig angesprochenen Struktur handelte es sich um einen hölzernen Fremdkörper, der im OP-Situs entfernt wurde. Quelle: Dr. Ingmar Kiefer, Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig

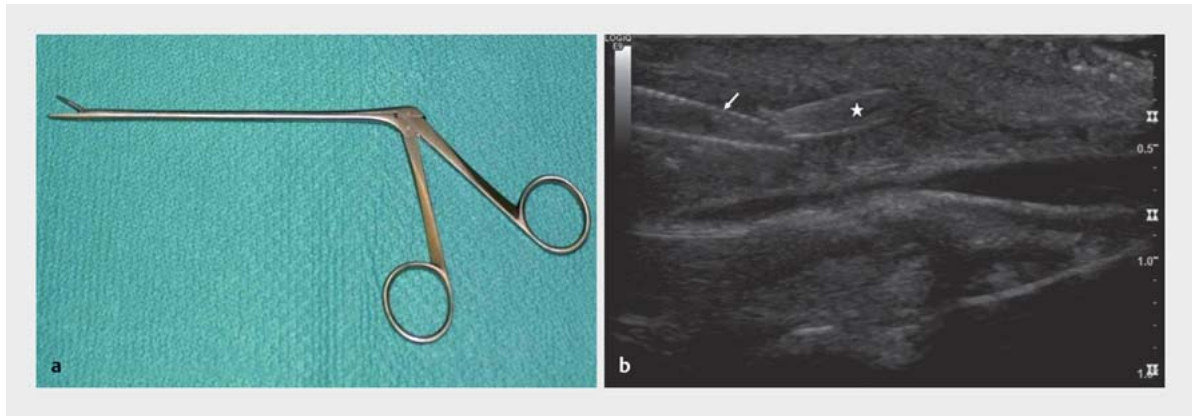


► **Abb. 6** a Sonografisches Bild des Weichteilgewebes eines Jagdhunds mit einer fistelnden Weichteilschwellung ventrolateral der Orbita. Direkt oberhalb des Arcus zygomaticus (Pfeil) ist in ca. 5 mm Tiefe ein Fremdkörper im Sinne einer spindelförmigen hyperechogenen Struktur (Stern) umgeben von anechogenem Material nachweisbar. b Mit einer Fremdkörperfazzange konnte eine Granne unter sonografischer Kontrolle via Fistelkanal entfernt werden. Quelle: Dr. Ingmar Kiefer, Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig

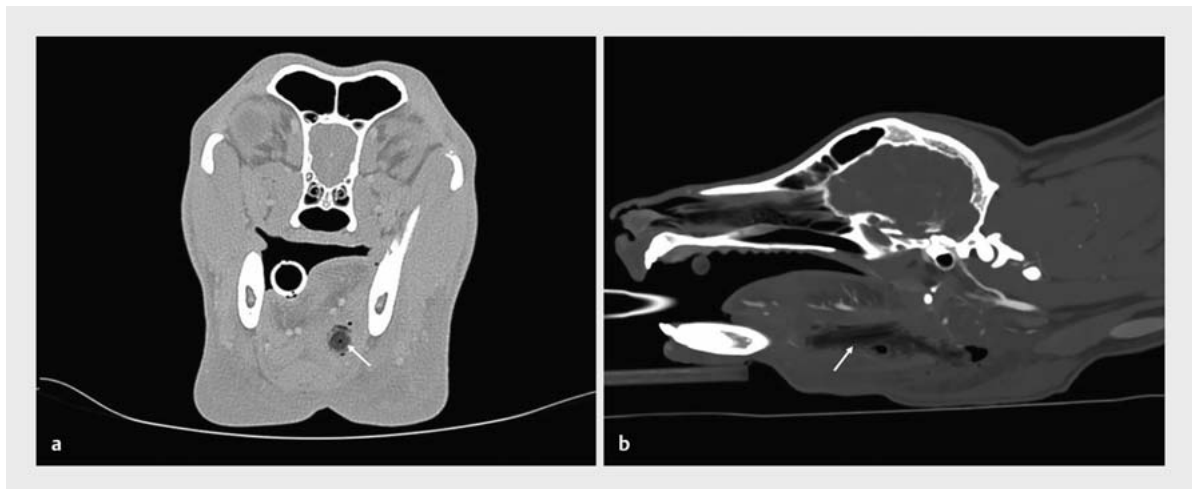
weitgehend gradlinig verläuft, sollte versucht werden, den Fremdkörper mit einer kleinen Fremdkörperfazzange unter sonografischer Kontrolle zu entfernen (► **Abb. 7**).

Die Schwierigkeit bei diesem Verfahren liegt darin, dass Fazzange und Fremdkörper beide in die Ebene des Schallkegels gelangen müssen. Dieses Verfahren funktioniert sehr gut, wenn der „Schaller“ mit dem Bediener der Zange sehr gut harmonisiert und dieser die Anweisungen des Schallers perfekt umsetzt. Die Veränderungen der

Position der Zange liegen häufig auch im Submillimeterbereich, weshalb diese scheinbar einfache Zusammenarbeit in der Realität nicht ganz so einfach ist; eventuell muss der Schaller Schallkopf und Zange selbst bedienen, was aber auch nicht ganz einfach ist. Funktioniert das Teamwork jedoch gut, so ist das Ergebnis beeindruckend: Häufig sind die Patienten lange vorbehandelt und nun wird das Problem mit minimalem Aufwand gelöst.



► **Abb. 7** a Kleine Fremdkörperfazzange. b Sonografisches Bild des Weichteilgewebes dorsal der Metakarpalknochen. Die isoechogene Struktur in der Mitte mit hyperechogener Begrenzung (Stern) umgeben von anechogenem Material ist eine Granne, die unter sonografischer Kontrolle entfernt wurde: Nach Einführung der Fazzange in den Fistelkanal werden ihre Greifer am Bildrand sichtbar (Pfeil). Die Navigation erfordert eine ständige Korrektur von Fazzangen- und Sondenposition. Eine nachträgliche sonografische Untersuchung auf mögliches Restmaterial ist essenziell. Quelle: Dr. Ingmar Kiefer, Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig



► **Abb. 8** CT des Kopfes a) im Transversalschnitt b) im Sagittalschnitt nach Kontrastmittelgabe. Der bereits in der ► **Abb. 5** gezeigte Fremdkörper (Pfeil) im Maulhöhlenboden ist in der CT als Struktur von zylindrischer Form und geringer Densität im Vergleich zum umliegenden Weichteilgewebe nachweisbar und kann aufgrund der inneren Beschaffenheit mit Luftschlüssen sowie dem Gas im umliegenden Weichteilgewebe gut identifiziert werden. Quelle: Dr. Ingmar Kiefer, Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig

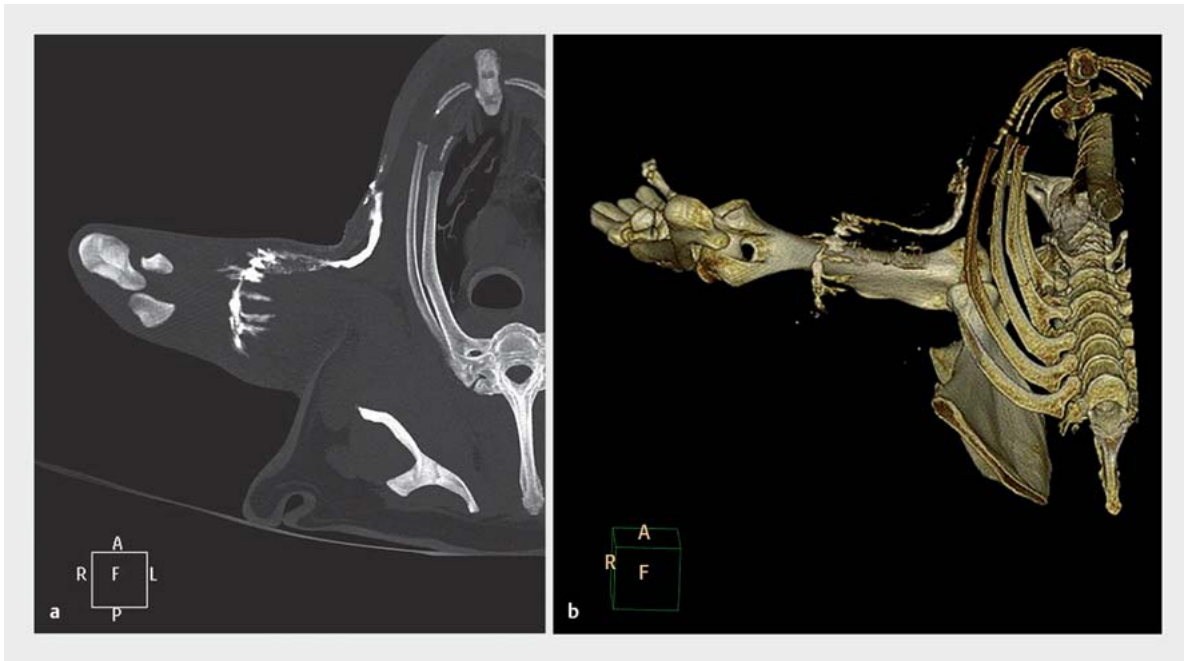
Computertomografie

Vor- und Nachteile

Die CT-Diagnostik hat sich in der Tiermedizin in den letzten 10 Jahren extrem weiterentwickelt. Das Verfahren wird für viele Fragestellungen eingesetzt, unter anderem auch für die Suche nach Fremdkörpern im Weichteilgewebe. Bereits 2007 wurde der Nachweis von Fremdkörpern bei 13 Hunden durch die Computertomografie beschrieben [3]. Allerdings wurde nur bei 8 Tieren der Fremdkörper direkt nachgewiesen. Diese wurden anhand ihrer Form bzw. ihres Aufbaus erkannt. Bei 2 Hunden wurde die Diagnose durch eine 3D-Rekonstruktion erleichtert. Schaut man sich die Patienten genauer an, so er-

scheint das Ergebnis noch weniger positiv. So wurden 5 der Fremdkörper aus der Nase entfernt, also in einem Bereich, in dem durch den Luftkontrast optimale Bedingungen für die Detektion durch die CT vorliegen. Insgesamt kommen die Autoren selbst zu der Schlussfolgerung, dass die CT nur dann eine gute Methode darstellt, wenn die **äußeren Bedingungen** stimmen (► **Abb. 8**).

In einer größeren Studie haben Schulz und Zwingenberger verschiedene Modalitäten (Röntgendiagnostik, CT und Sonografie) bei 40 Tieren (35 Hunde, 5 Katzen) verglichen [3]. Aber auch hier ging es mehr um Fremdkörper, die in den Thorax gewandert sind, in ein Hochkon-



► **Abb. 9** CT der Axillarregion eines Hundes in Rückenlage **a** in der MIP-Darstellung (Maximumintensitätsprojektion) und **b** in der 3D-Darstellung. Über die äußerlich sichtbare Öffnung an der seitlichen Brustwand wurde Kontrastmittel in den Fistelkanal verabreicht und somit die Ausdehnung des Fistelkanals bis in die Weichteile auf mittlerer Höhe des Humerus dargestellt. Es sind multiple Verzweigungen vom Fistelkanal in das umliegende Weichteilgewebe abgehend sichtbar. Quelle: Dr. Ingmar Kiefer, Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig

trastgebiet. Allerdings sind hier nur 14 Tiere mit der CT untersucht worden; und nur bei 4 Tieren wurde der Fremdkörper eindeutig identifiziert.

In einer weiteren Studie haben Vansteenkiste et al. (2014) bei 44 Hunden und 10 Katzen die durch grasartige Fremdkörper verursachten CT-Befunde beschrieben [5]. Auch hier lag der Schwerpunkt der Diagnostik im Hochkontrastbereich (Thorax 35%, Nase 31%), nur bei 26% der Fälle lagen die Veränderungen im klassischen Weichteil. Insgesamt konnte der Fremdkörper nur bei 19% aller Fälle nachgewiesen werden. Sekundäre Veränderungen konnten bei 96% der Fälle erkannt werden.

2016 untersuchten Lamb et al. die CT-Veränderungen bei dem Verdacht auf hölzerne Fremdkörper [6]. In dieser retrospektiven Studie wurden die Daten von 72 Hunden verglichen, bei denen der Verdacht auf einen hölzernen Fremdkörper bestand. Bei 55 Hunden wurde ein hölzerner Fremdkörper entfernt. Die Autoren geben eine Sensitivität von 79% und eine Spezifität von 93% an. Diese an sich guten Zahlen relativieren sich allerdings, wenn die beschriebenen Fremdkörpergrößen beachtet werden (mediane Länge von 48 mm, mediane Dicke von 3 mm).

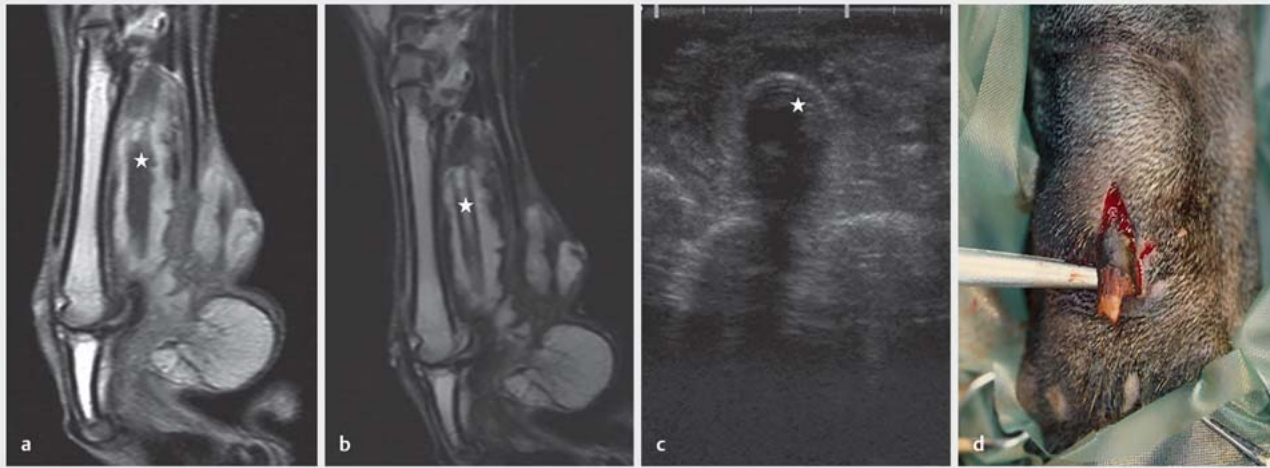
Der **Vorteil der CT** liegt auf jeden Fall in einer **besseren Übersichtlichkeit**, insbesondere bei **großen Fremdkörpern**, deren Verlauf – bedingt durch Überlagerungen –

sonografisch schwer zu verfolgen ist. Appleby et al. [7] berichten von einem Fremdkörper, der durch den Thorax in die Bauchhöhle penetriert ist. Hier spielt die CT alle Vorteile perfekt aus.

Verglichen mit den Möglichkeiten der Sonografie erscheint die CT nicht die Methode der Wahl, wenn es darum geht, Fremdkörper im Weichteilgewebe zu diagnostizieren. Dies gilt besonders dann, wenn der Sitz der Erkrankung klinisch detektiert werden kann.

Merke
Die CT ist wertvoll, wenn der Sitz der Erkrankung nicht bekannt ist (z. B. bei Fieber unklarer Genese) oder mit anderen Modalitäten nicht zugänglich ist.

Um **sekundäre Veränderungen** sicher zu erfassen, ist eine **Kontrastmitteluntersuchung** zwingend erforderlich, damit die entzündlichen Prozesse sich besser vom Weichteilgewebe kontrastieren (► **Abb. 9**). Hier erscheint die Spätphase von größerer Bedeutung als die frühe arterielle Phase. Besonders hilfreich ist die CT-Diagnostik bei akuten Fällen, bei denen Gas im Weichteil zu erkennen ist. Ist ein Fistelkanal vorhanden, kann eine **CT-Fistulografie** nicht nur bei der Detektion (Fremdkörper stellt sich als Aussparung des Kontrastmittels dar) helfen. Sie hilft auch bei der chirurgischen Versorgung ganz enorm, weil der Fistelkanal erstaunliche Wege nehmen kann.



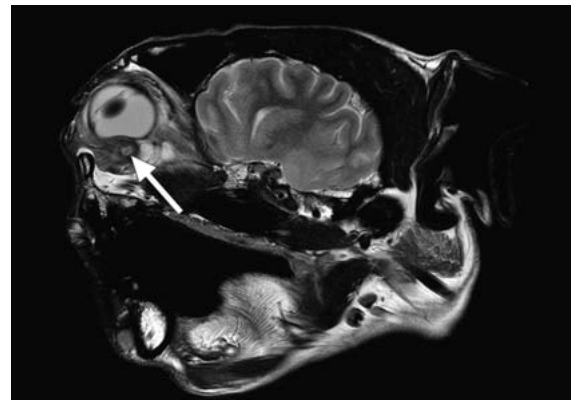
► **Abb. 10** MRT-Bilder von Metatarsus und Zehen eines Hundes im Sagittalschnitt **a** in der T1-Wichtung nach Kontrastmittelapplikation und **b** in der T2-Wichtung. Plantar der Metatarsalia ist eine deutliche Weichteilschwellung zu verzeichnen. Parallel zu den Metatarsalia liegend ist eine zylindrische Struktur von ca. 7 cm Länge und ca. 3 mm Durchmesser sichtbar (Stern). Die starke Kontrastmittelaufnahme des umgebenden Weichteilgewebes spricht für eine ausgedehnte Entzündungsreaktion. **c** Das sonografische Bild entspricht dem typischen Bild eines Fremdkörpers im Sinne einer hyperechogenen, in diesem Fall konvexen Struktur mit distalen Schallschatten (Stern). **d** Der chirurgisch entfernte Fremdkörper: ein Holzstück. Quelle: Dr. Ingmar Kiefer, Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig

Magnetresonanztomografie

Vor- und Nachteile

Auf den ersten Blick erscheint die MRT eigentlich die Methode der Wahl bei Veränderungen im Weichteilgewebe. Warum diese Methode aus der Sicht der Autoren hinter der Sonografie nur die „zweite Geige“ spielt, hat unterschiedliche Gründe. Einer der Gründe ist weniger diagnostisch, sondern mehr organisatorisch: Im Vergleich zu der Häufigkeit der Erkrankung sind die **Möglichkeiten**, eine MR-Untersuchung durchführen zu können, zu gering. Auch **Zeitaufwand** und **Kosten** sind durchaus erheblich, was den Einsatz der Modalität für die Fragestellung eingrenzt.

Wichtiger erscheinen aber die **technischen Vorteile** und **Limitationen**. Unbestritten sind die Möglichkeiten bereits dezente Veränderungen im Weichteilgewebe zu erkennen. Geht es also darum, einen Entzündungsherd zu erkennen, so ist die MRT eine sehr sensitive Methode (► **Abb. 10** und **11**). Geht es allerdings darum, einen Fremdkörper im Weichteilgewebe sicher zu identifizieren, gibt es einige Limitationen. Hier spielt die **Ortsauflösung** eine relevante Rolle. So sind zwar Schichtdicken von < 1 mm möglich, diese gehen aber zu Lasten der Untersuchungszeit. Deshalb werden häufig Schichtdicken von 3 mm eingesetzt, was die Detektion von kleinen Fremdkörpern erschwert. Dazu kommt ein **physikalisches Problem**: Wenn der Fremdkörper keine oder wenig Wasserstoffatome besitzt, liefert er kein Signal und kann als stark hypointense Struktur in jedem Gewebe als Füllungsdefekt detektiert werden. Dieses Verhalten kann jedoch



► **Abb. 11** Sagittales paramedianes MRT-Bild eines Hundes in der T2-Wichtung. Innerhalb des signalgesteigerten und inhomogenen M. rectus ventralis ist unmittelbar der Nickhaut angrenzend eine ca. 2 mm lange, lineare und hypointense Struktur (Pfeil) abgrenzbar. Es ist eine sekundäre Abflachung der ventralen Bulbuskontur sichtbar. Intraoperativ konnte ein pflanzlicher Fremdkörper dargestellt und entfernt werden. Quelle: Dr. Ingmar Kiefer, Klinik für Kleintiere, Universität Leipzig

auch problematisch sein, weil sich Luft und kortikaler Knochen vergleichbar darstellen.

Dass die Methode durchaus ihren Vorteil bei der Suche nach Fremdkörpern im Weichteilgewebe besitzt, zeigen einige Veröffentlichungen: 2004 beschreiben Young et al. die MR-Diagnostik eines hölzernen Fremdkörpers [8]. Hier wurde der Fremdkörper als eine ovale Struktur in

TAKE HOME

Sonografie

- Methode der Wahl zur Detektion von Fremdkörpern: ggf. distale Schallschatten, oftmals Flüssigkeitsansammlung um Fremdkörper, cave: Verwechslungsgefahr mit Bindegewebe und kleinen Gefäßen
- Voraussetzungen: adäquate Ankopplung, sonoanatomische Kenntnisse, Linearschallkopf mit hoher Frequenz (12–18 MHz), ggf. Hockey-Stick-Schallkopf
- Geräteeinstellungen: Methoden wie Crossbeam® oder Sono-CT® deaktivieren
- ggf. intraoperative Sonografie bei Fremdkörpersuche möglich

Magnetresonanztomografie

- Vorteile:
 - Entzündungsherde sensitiv identifizierbar
 - Form und Ausmaß der Veränderung gut darstellbar
- Nachteile:
 - organisatorisch aufwendig (Zeit, Kosten)
 - technische Limitationen

Röntgendiagnostik

- Vorteile:
 - durch den Fremdkörper miteingebrachte Luft wirkt als natürliches Kontrastmittel im Stichkanal
 - unphysiologisch im Weichteil verteilte Luft hilft bei Lokalisation
- Nachteile:
 - Fremdkörper nur schwer exakt lokalisierbar
 - häufig kein ausreichender Dichteunterschied zum Weichteilgewebe
- Fistulografie:
 - Kontrastmittel: wasserlösliches, nicht ionisches jodhaltiges Kontrastmittel (Konzentration: 200–300 mg/ml, 37 °C)
 - Fremdkörper ggf. als Füllungsdefekt im Kontrastmittel darstellbar
 - Darstellung des Fistelkanals bis hin zum Fistelgrund möglich

Computertomografie

- Vorteile:
 - bietet bessere Übersicht als Sonografie, v. a. bei großen Fremdkörpern, deren Verlauf überlagerungsbedingt sonografisch schwer verfolgbar ist
 - empfehlenswert, wenn Erkrankungssitz unbekannt oder mit anderen Modalitäten nicht zugänglich ist
 - Kontrastmitteluntersuchung ermöglicht Darstellung sekundärer Veränderungen
- Nachteil:
 - Fremdkörper häufig nur im Hochkontrastgebiet (Nase, Lunge) gut darstellbar

einer entzündlichen Reaktion nachgewiesen. Technisch wurde ein offenes 0,3 T-Gerät genutzt und die Untersuchung wurde mit Schichtdicken zwischen 5–9 mm ausgeführt. Aufgrund der **Form der Veränderung** wurde als wahrscheinlichste Differenzialdiagnose ein Fremdkörper genannt, was sich in der Operation bestätigte.

Potanas et al. beschreiben die Diagnostik bei einem 5 Jahre alten Englischen Setter mit einer Stöckchenverletzung, bei dem sowohl sonografisch als auch in der MRT ein 0,4 × 2 cm großer Fremdkörper nachgewiesen wurde [9]. Die Autoren beschreiben, dass der Einsatz der verschiedenen Modalitäten sinnvoll ist und der Vorteil der MR-Diagnostik primär in der **besseren Erkennbarkeit** des **Ausmaßes** der **entzündlichen Veränderung** zu sehen ist.

Im Jahr 2008 wurden die Modalitäten CT, MRT und Sonografie im Rahmen einer Kadaverstudie für diese Fragestellung im Bereich der Pfote verglichen [10]. Hierbei war die CT der MRT und der Sonografie überlegen, wobei die MR-Diagnostik mit Abstand am schlechtesten funktionierte. Das Setting der Untersuchung (u. a. wurden die Kanäle für die Fremdkörper mit 14 G Nadeln vorbereitet) erscheint den Autoren jedoch nicht mit der typischen klinischen Situation vergleichbar.

2013 beschreiben Whitty et al. [11] die Diagnostik eines Abszesses im Bereich der Wirbelsäule durch eine Granne. Die Besonderheit bei diesem Fall lag in der **Lokalisation des Fremdkörpers**, der sich im Wirbelkanal befand. Da keine CT-Diagnostik durchgeführt wurde, ist es spekulativ, ob die Veränderung auch in der CT sichtbar gewesen wäre. Die MRT war aber in diesem Fall absolut hilfreich und notwendig, um die richtige Diagnose zu stellen. Neuere Untersuchungen aus 2019 mit neuer MRT-Technik beschreiben den Nachweis einer Granne mit sogenannten Mikroskopier-Spulen, wobei allerdings bei der initialen Untersuchung ohne diese Spulen der Fremdkörper nicht sichtbar war [12].

Fazit

Die Beantwortung der Frage, welches Verfahren bei der Suche von Fremdkörpern im Weichteilgewebe eingesetzt werden sollte, kann pauschal nicht beantwortet werden, sondern hängt von dem Sitz des Fremdkörpers, der Verfügbarkeit der Modalitäten und auch von der diagnostischen Erfahrung der Untersucher ab. Ganz sicher ist es nicht so, dass die teuerste Modalität die Beste ist. Aus der Sicht der Autoren erscheint es sinnvoll, bei Kenntnis der Lokalisation der Erkrankung (Schwellung, Fistelkanal) zunächst eine sonografische Diagnostik durchzuführen, unter der Vorgabe, dass eine adäquate Ankopplung möglich ist. Wird der Sitz im röntgenologischen Hochkontrastbereich vermutet, scheint eine CT-Diagnostik zielführend. Werden Veränderungen in der Tiefe oder in unübersichtlichen Bereichen vermutet, kann die MRT die

Diagnostik stark bereichern. Aber auch die klassische Röntgendiagnostik kann insbesondere mit einer Fistulografie die Therapie erheblich vereinfachen.

Danksagung



Professor Dr. Eberhard Ludewig zum Geburtstag gewidmet

Wenn zwei wertvolle Kollegen zeitgleich einen runden Geburtstag feiern, stellt es die Kollegen doch etwas vor eine Herausforderung, aber Aufgaben sind zum Lösen dar. Unserem langjährigen Kollegen akademisch zum Geburtstag zu gratulieren, ist eine Frage der Selbstverständlichkeit. Wie kaum ein anderer Name ist Eberhard Ludewig untrennbar mit Leipzig verbunden, und

auch wenn sein jetziger Arbeitsplatz in Wien lokalisiert ist, so ist er irgendwie trotzdem immer in Leipzig. Es gibt vermutlich wenige Menschen, mit denen man so gut zusammenarbeiten kann, wie mit Prof. Dr. Ludewig. Gerade für die jungen Kollegen ist er stets ansprechbar und hilft immer, wenn er gebraucht wird. Seine väterliche Art und seine Kompetenz machen ihn zu einem Kollegen, auf den man nicht verzichten will. Dazu kommt, dass er ein perfekter Grillmeister ist, der, egal ob es regnet oder schneit, das Grillgut immer perfekt zubereitet. Sehr geehrter Prof. Ludewig, wir gratulieren Ihnen zum Geburtstag und freuen uns auf viele weitere gemeinsame Projekte.

Korrespondenzadressen



Sophie Ophey

Universität Leipzig
Klinik für Kleintiere
An den Tierkliniken 23
04103 Leipzig
Deutschland



Claudia Köhler

Universität Leipzig
Klinik für Kleintiere
An den Tierkliniken 23
04103 Leipzig
Deutschland

Literatur

- [1] Yanofsky G, Bonneau NH, Breton L. Fistulography as an aid in the diagnosis of a nonradiopaque foreign body in a dog. *Can Vet J* 1986; 27 (8): 291–292
- [2] Jackson AH, Degner DA. Cutaneopulmonary fistula in a dog caused by migration of a toothpick. *J Am Anim Hosp Assoc* 2002; 38 (6): 545–547
- [3] Jones JC, Ober CP. Computed tomographic diagnosis of non-gastrointestinal foreign bodies in dogs. *J Am Anim Hosp Assoc* 2007; 43 (2): 99–111
- [4] Schultz RM, Zwingenberger A. Radiographic, computed tomographic, and ultrasonographic findings with migrating intrathoracic grass awns in dogs and cats. *Vet Radiol Ultrasound* 2008; 49 (3): 249–255
- [5] Vansteenkiste DP, Lee KCL, Lamb RC. Computed tomographic findings in 44 dogs and 10 cats with grass seed foreign bodies. *J Small Anim Pract* 2014; 55 (11): 579–584
- [6] Lamb CR, Pope EHW, Lee KCL. Results of computed tomography in dogs with suspected wooden foreign bodies. *Vet Radiol Ultrasound* 2017; 58 (2): 144–150
- [7] Appleby R, Zur Linden A, Singh A et al. Computed tomography diagnosis of a thoracic and abdominal penetrating foreign body in a dog. *Can Vet J* 2015; 56 (11): 1149–1152
- [8] Young B, Klopp L, Albrecht M et al. Imaging diagnosis: magnetic resonance imaging of a cervical wooden foreign body in a dog. *Vet Radiol Ultrasound* 2004; 45 (6): 538–541
- [9] Potanas CP, Armbrust LJ, Klocke EE et al. Ultrasonographic and magnetic resonance imaging diagnosis of an oropharyngeal wood penetrating injury in a dog. *J Am Anim Hosp Assoc* 2011; 47 (1): e1–6
- [10] Ober CP, Jones JC, Moon Larson M et al. Comparison of ultrasound, computed tomography, and magnetic resonance imaging in detection of acute wooden foreign bodies in the canine manus. *Vet Radiol Ultrasound* 2008; 49 (5): 411–418
- [11] Whitty CC, Milner HR, Oram B. Use of magnetic resonance imaging in the diagnosis of spinal empyema caused by a migrating grass awn in a dog. *N Z Vet J* 2013; 61 (2): 115–118
- [12] Lavaud A, Lautenschläger IE, Voelter K et al. The localization of a conjunctivoscleral foreign body via high-resolution microscopy coil magnetic resonance imaging in a dog. *Vet Ophthalmol* 2019; 22 (5): 703–709

Bibliografie

Kleintier konkret 2021; 24: 8–19
DOI 10.1055/a-1248-0250
ISSN 1434-9132
© 2021. Thieme. All rights reserved.
Georg Thieme Verlag KG, Rüdigerstraße 14,
70469 Stuttgart, Germany