

Neues gkf-Projekt

Millimeterarbeit

Bei der Untersuchung der Ellbogengesundheit ist der Röntgenbefund nicht immer eindeutig. Hier kann die Computertomographie ergänzend wertvolle Informationen liefern. Damit sie jedoch zuverlässige Ergebnisse erbringt, müssen Qualitätskriterien für die Untersuchung und die Auswertung geschaffen werden. An der Justus-Liebig-Universität in Gießen arbeitet ein Team daran, Richtlinien für die optimale Computertomographie des Ellbogens zu erstellen. In diesem Rahmen untersucht Kerstin von Pückler das Teilgebiet der nötigen Schichtdicken.

Wenn über die Zukunft eines Hundes als Zuchttier entschieden wird, sollte nichts dem Zufall überlassen bleiben. Bei vielen Rassen ist die Ellbogendysplasie ein Grund für einen Zuchtausschluss. Mit Ellbogendysplasie (ED) bezeichnet man eine krankhafte Veränderung des Ellbogengelenks infolge einer erblichen Entwicklungsstörung. Unter dem Begriff Ellbogendysplasie fasst man dabei verschiedene Krankheitsbilder, wie beispielsweise die Koronoiderkrankung oder die Ablösung des Ellbogenfortsatzes, zusammen. Die Dysplasie des Ellbogens führt zu einer fortschreitenden Arthrose und ist die wichtigste Ursache für Lahmheiten der Vorderbeine beim Hund. In der Regel sind große Hunde, wie beispielsweise Rottweiler, Berner Sennenhunde und Retriever davon betroffen, aber auch kleinere Hunde können darunter leiden.

Um der ED vorzubeugen, spielt die Zuchtwahl der Elterntiere eine herausragende Rolle. Es gibt jedoch keine Gentests, die die Erbanlagen für die Krankheit nachweisen könnten. Gentests alleine werden für die Diagnostik bei den meisten Rassen auch in nächster Zukunft nicht ausreichen, weil die ED wahrscheinlich nicht nur von einem sondern mehreren Gendefekten verursacht wird.

In Ermangelung von Gentests schreiben die Zuchtverbände vieler Rassen daher eine Röntgenuntersuchung der Ellbogen eines Tieres vor seiner Zulassung als Zuchthund vor. Nur Hunde mit gesunden Ellbogen dürfen in der Zucht eingesetzt werden. Damit die Beurteilung der Ellbogengelenke für alle Hunde gerecht verläuft, ist die Durchführung der Röntgenuntersuchung bis ins Detail vorgeschrieben. Nur Aufnahmen, die strengen Qualitätskriterien entsprechen, dürfen bewertet werden. Diese routinemäßigen Röntgenuntersuchungen haben sich bereits bewährt. So nahm die Häufigkeit der Erkrankung bei den Rassen ab, bei denen eine Ellbogenuntersuchung vor dem Einsatz als Zuchthund Vorschrift ist.

Trotz der hohen Qualitätsansprüche an die Röntgenuntersuchung sind bestimmte Veränderungen im Ellbogengelenk nicht leicht zu diagnostizieren. Selbst Spezialisten können sie auf den Röntgenaufnahmen in man-

chen Fällen nicht erkennen. Das liegt daran, dass Röntgenaufnahmen das dreidimensionale Ellbogengelenk auf eine zweidimensionale Abbildung reduzieren.

Schatten ohne Details

Beim Röntgen liegt der Hund auf einem speziellen Tisch. Unter seinen Ellbogen wird eine strahlenempfindliche Folie, der Röntgenfilm, gelegt. Beim digitalen Röntgen ersetzt ein sogenannter Szintillator den Röntgenfilm. Eine Strahlenquelle über dem Patienten sendet Röntgenstrahlen aus, die den Ellbogen durchdringen. Wenn die Strahlen ungehindert auf die Folie treffen, schwärzen sie sie.

Gewebe stellt ein Hindernis dar, dass für die Strahlen unterschiedlich durchlässig ist. Muskel und andere weiche Gewebe hindern die Strahlen kaum an der Passage: Die Folie unter ihnen wird zwar nicht tiefschwarz aber immer noch sehr dunkel. Knochen und andere harte Gewebe hingegen lassen die Strahlen nicht so leicht passieren. Die Folie unter ihnen bleibt deshalb hell.

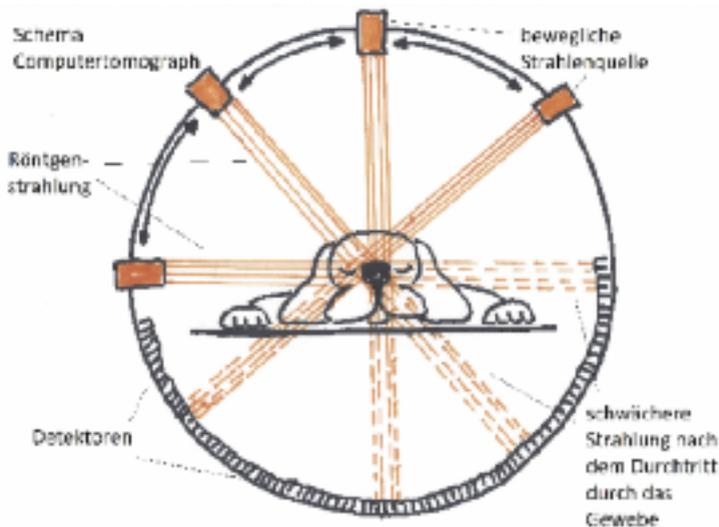
Die Röntgenaufnahme entspricht einem Schatten, nur dass der Röntgenshatten im Gegensatz zum dunklen Schatten, den das Licht wirft, hell ist. Ähnlich wie bei einem Lichtschatten gehen auch beim Röntgenshatten viele Details verloren. Insbesondere Strukturen, die im Strahlengang übereinander liegen, sind auf der Röntgenaufnahme nicht zu unterscheiden. Beispielsweise kann ein feiner Riss im Knochen auf einer Röntgenaufnahme nicht erkannt werden, wenn gesundes Knochengewebe die Stelle im Strahlengang verdeckt. Man nennt dieses Phänomen Überlagerung.

Der Ellbogen ist ein Gelenk, an dem drei Knochen beteiligt sind und sich durch ihre vielfältigen Strukturen und ihre enge Verbindung miteinander zwangsläufig überlagern. Dadurch wird die Diagnose von krankhaften Veränderungen im Ellbogengelenk erschwert, denn die Beschädigung von bestimmten Knochenteilen wie beispielsweise des medialen Koronoids, eines kleinen Knochenvorsprungs der Elle in der Tiefe des Gelenks, ist im Röntgenshatten nicht zu erkennen.

Trotz dieser Probleme können geübte Untersucher die Ellbogengesundheit häufig anhand der gesundheitlichen Folgen einer Ellbogendysplasie beurteilen. Zu diesen Folgen gehören beispielsweise Knochenzubildungen (Osteophyten), die im Röntgenbild sichtbar sind. In einigen Fällen ist jedoch keine eindeutige Diagnose möglich. Dann kann eine Computertomographie nötig werden, um ein dreidimensionales, detailreicheres Bild vom fraglichen Ellbogen zu bekommen.

Räumlich sehen

Die Computertomographie basiert auf der Röntgentechnik. Doch anders als beim normalen Röntgen kann der Computertomograph ein dreidimensionales Bild liefern, weil er den Körper aus verschiedenen „Blickwinkeln“ heraus durchstrahlt. Dank einer drehbaren Röhre, in der der Patient liegt, entstehen so Ansichten aus verschiedenen Perspektiven, die der Computer zuerst zu Schnittbildern zusammenfügt und im Anschluss daran ein dreidimensionales Computermodell errechnet, dass die Beurteilung der räumlichen Verhältnisse und der Details im Ellbogengelenk erlaubt. Doch



Die Strahlenquelle ist in der Röhre des Computertomographen beweglich installiert. Auf diese Weise kann sie den Hund aus verschiedenen Blickwinkeln heraus durchstrahlen. Die Detektoren, die im Halbkreis gegenüber der Strahlenquelle liegen, messen die Strahlung, die bei ihnen noch ankommt. Die Daten aller Durchstrahlungen werden anschließend vom Computer zu verschiedenen Schnittbildern zusammengefügt und zu einem dreidimensionalen Bild verrechnet.

auch die Computertomographie liefert nicht das vollständige Bild des Körpers bzw. des Ellbogengelenks.

Die Aussagekraft einer Computertomographie hinsichtlich der Ellbogengesundheit ist darüber hinaus abhängig davon, wie sie durchgeführt wurde. Je nach Positionierung des Patienten, der Geräteeinstellungen und der Analyse durch den Untersucher kann es zu unterschiedlichen Bewertungen desselben Ellbogens kommen. Anders als bei der vorgeschriebenen Röntgenuntersuchung fehlen bislang Richtlinien für die Durchführung einer Computertomographie zur Beurteilung der Ellbogengesundheit. Die Klinik für Kleintiere an der Justus-Liebig-Universität arbeitet bereits seit einiger Zeit

an Empfehlungen für solche Richtlinien. Im Rahmen einer Doktorarbeit wurde an der Klinik bereits die optimale Positionierung des Patienten erforscht. In der aktuellen Studie geht Kerstin von Pückler nun der Frage nach, welche Schichtdicke ein Untersucher für die Computertomographie wählen sollte, um möglichst aussagekräftige Daten für die Bewertung des Ellbogens zu erhalten.

Strahlenlücken

Ein wichtiger Faktor für die Aussagekraft des Computermodells ist die Schichtdicke. Mit Schichtdicke sind die Abstände gemeint, in denen der Körper bzw. der Ellbogen durchstrahlt wird. Nur die Stellen, die



Abb. 1 a: Seitliche Röntgenaufnahme eines gesunden Ellbogengelenkes mit deutlich begrenztem und gleichmäßig dichtem inneren Kronfortsatz (Pfeile).



Abb. 2 a: Röntgenaufnahme eines erkrankten Ellbogengelenkes: Die Pfeile markieren den inneren Kronfortsatz mit schlechter Abgrenzung der Spitze und geringer Dichte.

die Strahlen wirklich durchdringen, werden auch als Daten abgebildet, die Räume zwischen den Strahlen werden im Modell errechnet. Je breiter die Schichtdicke, desto größer auch die Strahlenlücken und desto höher das Risiko, dass sich Veränderungen der Strukturen in den Zwischenräumen befinden, die im Strahlengang nicht erfasst werden. Diese Veränderungen werden im Modell nicht dargestellt und folglich übersehen.

In der veterinärmedizinischen Computertomographie beträgt die Schichtdicke in der Regel bislang mindestens 1 mm. Diese Schichtdicke ist für eine Beurteilung der Ellbogengesundheit jedoch möglicherweise zu breit. In ihrer Studie fertigt von Pückler daher die Modelle der gleichen Ellbogengelenke bei zwei unterschiedlichen Schichtdicken, nämlich bei 1 mm und 0,6 mm, an.

Bei den Ellbogengelenken handelt es sich um Präparate, die von Hunden stammen, die aus von der Studie unabhängigen Gründen verstorben sind.

Für die Studie werden insgesamt 60 Ellbogengelenke untersucht.

Darüber hinaus werden auch Röntgenbilder der Gelenke aufgenommen. Alle Aufnahmen werden von vier unabhängigen Experten beurteilt und die Ergebnisse verglichen. Auf diese Weise soll nicht nur festgestellt werden, ob die Schichtdicke von 1 mm ausreichend ist oder die geringe 0,6 mm breite Schichtdicke nötig ist, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen sondern auch, ob und in welchen Fällen die CT dem Röntgen tatsächlich überlegen ist. Im Anschluss an die Aufnahmen werden mikroskopische Präparate der Gelenke angefertigt. Diese dienen zur Feststellung der Schäden im Knochengewebe auf mikroskopischer Ebene.



Abb 2 B: CT Querschnitt durch das Ellbogengelenk aus Abbildung 2a: Der innere Kronfortsatz ist „fragmentiert“ - es ist ein isoliertes Knochenstück an der Spitze der Ulna sichtbar.

Ziele

Computertomographische Untersuchungen sind teuer und mit einer höheren Strahlenbelastung für das Tier verbunden, daher ist es besonders wichtig, dass die Ergebnisse, die sie liefern, hohen Qualitätskriterien genügen und sie darüber hinaus auch nur durchgeführt werden, wenn sie nötig sind.

Die Studie soll daran mitwirken, Empfehlungen und Richtlinien für eine optimale computertomographische Untersuchung der



Abb. 3 a: Seitliche Röntgenaufnahme eines Ellbogengelenkes: Die Pfeile markieren den inneren Kronfortsatz mit schlechter Abgrenzung und Dichteminderung an der Spitze.

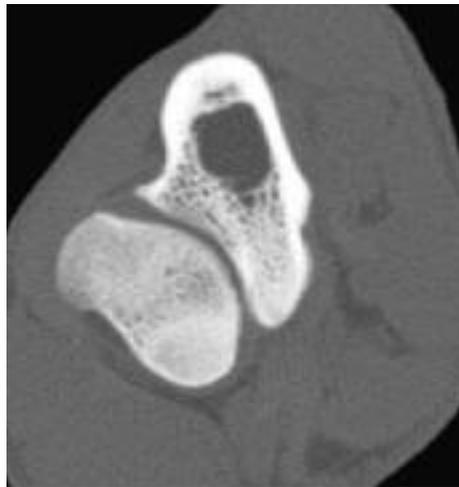


Abb 3 b: CT Querschnitt durch das Ellbogengelenk aus Abbildung 3a: Der innere Kronfortsatz zeigt kein Fragment sondern eine gleichmäßige Knochenstruktur. Mit Hilfe der Mikroskopie soll geklärt werden, ob es sich um einen normalen oder abweichenden Befund handelt, den die CT nicht detektieren konnte.

Tabelle: Vergleich Röntgen Computertomographie

Röntgen	Computertomographie
Die Röntgenstrahlen durchdringen den Körper. Weiche Gewebe können die Strahlen passieren und eine darunterliegende, lichtempfindliche Folie schwärzen. Harte Gewebe wie Knochen können die Strahlen nur teilweise durchdringen – wo sie liegen, wird die Platte nicht geschwärzt und die Gewebe bilden sich je nach Dichte in verschiedenen Grautönen ab.	Bei der Computer-Tomographie wird der Körper aus unterschiedlichen „Blickwinkeln“ geröntgt. Die Strahlen treffen dabei nicht auf eine Folie sondern auf Detektoren in der Röhre des Computertomographen. Aus den verschiedenen Innen-Ansichten entstehen Querschnittbilder, mit deren Hilfe der Computer ein dreidimensionales Bild des Körpers errechnen kann.
Zweidimensionale Abbildung: flacher Röntgenschatten der Gewebe und Strukturen	Dreidimensionale Abbildung: räumliche Darstellung der Strukturen und ihrer Lage zueinander.
Strukturen überlagern sich, Knochenbrüche und andere Veränderungen können verdeckt sein.	Auch übereinanderliegende Strukturen können voneinander abgegrenzt werden.
Günstig, meist ausreichend aussagekräftig.	Teuer, nur in speziellen Kliniken.
Strahlenbelastung vergleichsweise gering.	Sehr hohe Strahlenbelastung.

Ellbogengesundheit zu erstellen. Darüber hinaus will von Pückler einen Entscheidungsbaum entwickeln, der aufzeigt, ob eine ergänzende CT-Untersuchung sinnvoll und nötig ist.

Die Studie hat keinesfalls das Ziel, die Röntgenaufnahme durch routinemäßige CT-Aufnahmen bei der ED Beurteilung zu ersetzen. Die Studie will vielmehr zeigen, wie wertvoll eine fundierte Röntgenauswertung im Vergleich zur histologischen und zur CT Auswertung ist. Die Computertomographie soll nur in Fällen eingesetzt werden, die mittels Röntgen nicht gelöst werden können.

Barbara Welsch

Arbeitstitel der Studie

Untersuchung zu Mindestanforderungen beim Einsatz der Computertomographie als bildgebendes Verfahren in der Diagnostik der Ellbogengelenkdysplasie.

Kontakt

Dr. Kerstin von Pückler
 Klinik für Kleintiere der JLU Giessen –
 Radiologie
 Frankfurter Str. 108 · 35392 Giessen
 Tel. 0641 9938547
 Kerstin.H.Pueckler@vetmed.uni-giessen.de