

VETERINARY focus

#22.3
2012 - 10\$/10€

Internationale Publikationen für den Kleintierpraktiker

Zahn- und Maulhöhlenerkrankungen bei Katzen und Hunden

Zahnerkrankungen im Jungtieralter bei Hund und Katze • Tumoren der Maulhöhle – Ein Überblick • Frakturen des Oberkiefers und des Unterkiefers bei Katzen • Epidemiologie der parodontalen Erkrankung bei älteren Katzen • Systemische Auswirkungen der parodontalen Erkrankung • Füllungen, Kronen und Implantate • Dentalradiologie in der Veterinärmedizin – Ein Überblick • Zahnerkrankungen bei Hunden und Katzen



Von links nach rechts: Yann Quéau, Pauline Devlin, Franziska Conrad, Elena Fernandez, Craig Datz, Philippe Marniquet, Joanna Gale, Laura Diana, Giulio Giannotti, Ewan McNeill.

Wissenschaftliche Erkenntnisse – Gewonnen zum Nutzen aller

Die Wissenschaft muss sich ständig zahlreichen Herausforderungen durch die Gesellschaft stellen. Denn selbst eine sehr sorgfältige Forschung und rational begründbare Fortschritte sind letztlich anfällig gegenüber gegenstandslosen Gerüchten und unbegründeten Annahmen. Die Gefahr besteht, dass dies zu Entscheidungen in Schlüsselbereichen wie Politik und Gesellschaft führt, die auf reiner Spekulation basieren und jegliche belastbare wissenschaftliche Grundlage vermissen lassen.

Royal Canin ist stets sehr wachsam gegenüber solchen allzu verkürzenden Schlussfolgerungen und verfolgt einen streng wissenschaftlichen Ansatz. Fest gefahrene Gewohnheiten oder Dogmen werden von Royal Canin immer wieder in Frage gestellt, stets unter der Maßgabe, das Wohl von Katzen und Hunden zu fördern.

Aus diesem Grund wendet sich Royal Canin zum Beispiel gegen jegliche anthropomorphe Tendenzen beim Umgang mit unseren Kleintieren und gibt Markt- oder Modetrends nicht nach, bevor deren Nutzen für das Tier nicht eindeutig wissenschaftlich belegt ist.

Ein gutes Beispiel für die Effizienz einer solchen wissenschaftlichen Zusammenarbeit ist die Forschung von Waltham und Royal Canin über die RSS (relative supersaturation = relative Übersättigung des Harns) mit dem Ziel einer Reduzierung des Risikos der Harnsteinbildung. In diesem Fall ist es gelungen, einen Weg zur Behandlung von Tieren zu finden, die sowohl mit Struvitsteinen als auch mit Oxalatsteinen zu kämpfen haben. Auf dem Gebiet der hydrolysierten Diätfuttermittel – einem entscheidenden Faktor in der Behandlung von Tieren mit Futtermittelallergien – hat Royal Canin vor kurzem Anallergenic entwickelt, das erste Diätfuttermittel auf der Basis von Federproteinhydrolysat mit dem geringsten Molekulargewicht, das jemals in einem Futtermittel für Hunde erreicht wurde. Dieses Produkt ist das Ergebnis von zehn Jahren intensiver Forschung und bietet dem praktischen Tierarzt neue Möglichkeiten.

Wissenschaftliche Erkenntnisse sollten aber immer zum Nutzen aller gewonnen werden. Aus diesem Grund erstellt und verbreitet Royal Canin wissenschaftliche Inhalte auf so vielen Wegen, stets angepasst an die Erwartungen und Bedürfnisse des praktischen Tierarztes. Mit den Enzyklopädien, dem Veterinary Focus, den Focus-Sonderausgaben sowie zahlreichen Handbüchern und Leitfäden spielt Royal Canin eine sehr aktive Rolle auf dem Gebiet der tierärztlichen Fortbildung und bei der Förderung von Spezialwissen, insbesondere in Bereichen, in denen die Ernährung ein Schlüsselfaktor ist.

Dank des Enthusiasmus und der Fachkompetenz des redaktionellen Beirates des Veterinary Focus steht unser Journal heute in vorderster Reihe, wenn es darum geht, veterinärmedizinisches Fachwissen zu vermitteln. Neben den mehr als 80.000 gedruckten Exemplaren jeder Ausgabe, steht der Veterinary Focus jetzt auch für iPads und Android-Tabletcomputer zur Verfügung.

Der vor 23 Jahren vom Waltham Centre for Pet Nutrition aus der Taufe gehobene Veterinary Focus wird seit nunmehr sechs Jahren von Royal Canin herausgegeben. Wir hoffen, dass wir Ihre Erwartungen an dieses Journal erfüllen und sind uns sicher, dass Sie auch an dieser neuesten Ausgabe zum Thema Zahn- und Maulhöhlgengesundheit Gefallen finden werden.

02 Zahnerkrankungen im Jungtieralter bei Hund und Katze

Jan Schreyer

10 Tumoren der Maulhöhle – Ein Überblick

Lassara McCartan und David Argyle

17 Persönliche Empfehlungen ... Frakturen des Oberkiefers und des Unterkiefers bei Katzen

Markus Eickhoff

23 Epidemiologie der parodontalen Erkrankung bei älteren Katzen

Elizabeth Lund

25 Systemische Auswirkungen der parodontalen Erkrankung

Alessandro De Simoi

31 Füllungen, Kronen und Implantate

Nicolas Girard

38 Dentalradiologie in der Veterinärmedizin – Ein Überblick

Michael Bailey

45 Veterinary Focus-Guide... Zahnerkrankungen bei Hunden und Katzen

Javier Collados



„Sollte die Aufklärung in der Praxis der Zahnheilkunde wachsen, könnten wir zu Fortschritt gelangen und neue Ideen hervorbringen...“ So schrieb im Jahr 1746 der Mann, der als Vater der modernen Zahnheilkunde gilt, Pierre Fauchard, und er tat sehr viel, um die Wissenschaft voranzubringen, nicht zuletzt durch das Verfassen des ersten Lehrbuches auf diesem Fachgebiet. Er beschreibt darin nicht nur ein

umfassendes System für die Praxis der Zahnheilkunde, das verschiedene operative und restaurative Techniken, einschließlich der Konstruktion „dritter Zähne“ enthält, sein Werk erwähnt darüber hinaus auch, dass bestimmte Komponenten der Nahrung die Zahngesundheit beeinflussen können, zum Besseren wie zum Schlechteren. Die Geschichte der Zahnmedizin reicht aber noch sehr viel weiter zurück. Das Grab eines vor etwa 4.500 Jahren verstorbenen ägyptischen Schriftgelehrten trägt eine Inschrift, die ihn als „einen, der mit Zähnen zu tun hatte“ beschreibt. Er ist somit der erste bekannt gewordene Spezialist auf diesem Gebiet – aber auch dies ist vergleichsweise jung, denn Nachweise für die Praxis der Zahnheilkunde gehen vielleicht sogar auf die Zeit um 7.000 vor Christus zurück. Es gibt Hinweise, dass einige Zivilisationen aus dieser Zeit für zahnassoziierte Erkrankungen eine systematische Herangehensweise, Fachwissen und zweckbestimmte Instrumente hatten.

In unserer Zeit besteht die Zahnheilkunde natürlich aus sehr viel mehr als der ausschließlichen Betrachtung der Zähne – sie ist der Zweig der Medizin, der sich mit der Untersuchung, der Diagnose, der Prävention und der Behandlung sämtlicher Erkrankungen der Mundhöhle und des gesamten Kiefer-Gesichts-Bereiches beschäftigt. Die zahlreichen verschiedenen Fachrichtungen innerhalb der Zahnheilkunde, wie zum Beispiel die Endodontie, die Orthodontie und Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, entwickeln sich nun auch in der Veterinärmedizin als eigenständige Fachgebiete. Schon antike Zivilisationen hatten erkannt, dass gute Kenntnisse in der Zahnheilkunde notwendig sind für eine umfassende Gesundheit des gesamten Körpers, und dies gilt natürlich auch noch heute. In diesem Sinne versammelt diese Ausgabe des Veterinary Focus einige der neuesten Meinungen und Konzepte aus dem Bereich der Erkrankungen von Zähnen und Maulhöhle.

Wir sind uns sicher, dass Pierre Fauchard dies für gut befunden hätte.

Ewan McNeill - Chefredakteur

Redaktioneller Beirat

- Franziska Conrad, DVM, Scientific Communications, Royal Canin, Deutschland
- Craig Datz, DVM, Dipl. ACVN, Nutrition and Scientific Affairs Manager, Royal Canin, USA
- Pauline Devlin, BSc, PhD, Scientific Communications and External Affairs, Royal Canin, UK
- Laura Diana, DVM, Dipl. FCV, UBA, Scientific Communications, Royal Canin, Argentinien
- María Elena Fernández, DVM, Scientific Communications, Royal Canin, Spanien
- Joanna Gale, BVetMed, CertLAS, MRCVS, Science and Technical Communications Manager, WALTHAM Centre for Pet Nutrition, UK
- Giulio Giannotti, BSc, Product Manager, Royal Canin, Italien

- Hervé Marc, Global Corporate Affairs Manager, Royal Canin, Frankreich
 - Philippe Marniquet, DVM, Dipl. ESSEC, Veterinary Communication Manager, Royal Canin, Frankreich
 - Yann Quéau, DVM, Dipl. ACVN, Research Nutritionist, Royal Canin, Frankreich
- Redaktionelle Kontrolle Fremdsprachen**
- Imke Engelke, DVM (Deutsch)
 - Clemens Schickling, DVM (Deutsch)
 - Noemi Del Castillo, PhD (Spanisch)
 - Giulio Giannotti, BSc (Italienisch)
 - Prof. Robert Moraillon, DVM (Französisch)
 - Matthias Ma, DVM (Chinesisch)
 - Yoshiko Nakamura, DVM (Japanisch)
 - Boris Shulyak, PhD (Russisch)
- Mitherausgeber:** Buena Media Plus

CEO: Bernardo Gallitelli
Anschrit 85, avenue Pierre Grenier
92100 Boulogne - France
Telefon: +33 (0) 1 72 44 62 00

Herausgeber
• Ewan McNeill, BVMS, Cert VR, MRCVS
Redaktionssekretariat
• Laurent Cathalan
lcathalan@buena-media.fr
• Olivia Amos

Gestaltung
• Pierre Ménard
• Youri Xerri (Titelblatt)

Druck in der EU
ISSN 0965-4593
Auflage: 80.000

Hinterlegung der Pflichtexemplare: Oktober 2012

Diese Ausgabe des Veterinary Focus erscheint in folgenden Sprachen: Englisch, Französisch, Deutsch, Chinesisch, Italienisch, Polnisch, Spanisch, Japanisch und Russisch.

Die Zulassungsbestimmungen für Medikamente zum Einsatz bei Kleintieren sind weltweit sehr unterschiedlich. Liegt keine spezifische Zulassung vor, sollten vor der Anwendung eines solchen Medikamentes entsprechende Warnhinweise gegeben werden.



Zahnerkrankungen im Jungtialter bei Hund und Katze



■ **Jan Schreyer, DVM, Dipl. EVDC**
Tierärztliche Gemeinschaftspraxis, Chemnitz, Deutschland

Dr. Schreyer schloss sein Tiermedizinstudium an der Universität Leipzig 1993 ab und promovierte dort 1997. Er ist seit 1993 zusammen mit seiner Frau in einer eigenen Kleintierpraxis in Chemnitz tätig. Sein Arbeitsschwerpunkt ist die Tierzahnheilkunde. 2004 erhielt er das Diplom des EVDC. Er war von 2010 bis 2012 Präsident der European Veterinary Dental Society und ist seit 2009 2. Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Tierzahnheilkunde.

■ Einleitung

Inzidenz und Schweregrad vieler oraler Probleme (z.B. Parodontalerkrankungen) nehmen mit steigendem Alter zu. Trotzdem können auch juvenile Patienten schon an oralen oder Zahnerkrankungen leiden. Die rechtzeitige Diagnosestellung und Behandlung dieser Erkrankungen ist notwendig und kann oftmals der Entstehung schwerwiegenderer oraler Probleme im späteren Leben des Tieres vorbeugen. Deshalb ist es wichtig, bei Jungtieren im Rahmen jeder Untersuchung auch die Maulhöhle mit zu begutachten.

In diesem Zusammenhang stellt sich auch häufig die Frage nach der Erbllichkeit der vorliegenden oralen Veränderungen,

welche sich in vielen Fällen nicht eindeutig beantworten lässt. Eine genaue Anamneseerhebung kann hierzu Hinweise ergeben (Trauma, Infektionen, gleichartige Veränderungen bei verwandten Tieren). Im Zusammenhang mit der Therapie potentiell erblicher Erkrankungen sollte gleichzeitig eine zuchthygienische Beratung erfolgen. Jedoch muss, unabhängig von der Ursache, eine kunstgerechte Versorgung der Patienten im Vordergrund stehen.

Im Folgenden sollen einige häufige orale und Zahnerkrankungen juveniler Hunde und Katzen in der Zeit bis zum Zahnwechsel vorgestellt werden.

■ Entwicklungsstörungen der Zähne Zahnanzahl

Die fehlende Anlage aller (Anodontie) oder fast aller Zähne (Oligodontie) kommt selten vor und steht dann häufig im Zusammenhang mit einer Allgemeinerkrankung (z.B. ekto-dermale Dysplasie). Im Gegensatz dazu ist das Fehlen einzelner oder weniger Zähne (Hypodontie) häufiger (**Abbildung 1**). Vor allem bei brachycephalen, Zwerg- und Toy-Hunderassen fehlen häufig die vorderen Prämolaren oder letzten Molaren. Die kongenitale Nichtanlage von Zähnen hat meist hereditäre Ursachen aber auch Traumata oder Infektionen während der Zahnentwicklung (bis zum 4. Lebensmonat) können zu fehlenden Zähnen führen. Hypodontie ist im permanenten Gebiss häufiger als im Milchgebiss. Wenn ein Milchzahn fehlt, fehlt in den meisten Fällen (aber nicht immer) auch sein permanenter Nachfolger. Diagnostisch ist es immer notwendig, von fehlenden Zähnen dentale Röntgenaufnahmen anzufertigen, um diese von retinierten und impaktierten Zähnen zu unterscheiden. Hypodontie ist hauptsächlich ein kosmetisches Problem und bedarf keiner Therapie, jedoch kann sie bei Zuchthunden, je nach Rassestandard, zum Zuchtausschluss führen (1,2). Überzählige Zähne (Hyperdontie) können sowohl im Milchgebiss als auch im bleibenden Gebiss vorkommen. Sie können ererbt oder auch durch Störungen der Zahnent-

KERNAUSSAGEN

- Die Untersuchung der Maulhöhle sollte auch bei Jungtieren Bestandteil jeder Untersuchung sein und die rechtzeitige Erkennung und Behandlung juveniler oraler Erkrankungen kann in vielen Fällen Folgeschäden verhindern.
- Eine korrekte und komplette Diagnose oraler Erkrankungen ist in vielen Fällen nur unter Zuhilfenahme intraoraler Zahnrontgenaufnahmen möglich.
- Klinisch fehlende Zähne müssen immer geröntgt werden, um sie von retinierten und impaktierten Zähnen zu differenzieren.
- Zahnfrakturen, auch im Milchgebiss, bedürfen immer einer Therapie.
- Persistierende Milchzähne sollten immer extrahiert werden, sobald der nachfolgende bleibende Zahn durchbricht.

wicklung verursacht sein. Am häufigsten finden sie sich im Bereich der Incisivi oder der Prämolaren (**Abbildung 2**). Auch von überzähligen Zähnen müssen immer Röntgenaufnahmen angefertigt werden, um sie von unvollständig geteilten Zähnen (siehe unten) und retinierten Milchzähnen zu unterscheiden. Überzählige Zähne können Probleme beim Zahndurchbruch, Zahnengstände oder die Verlagerung benachbarter Zähne verursachen. Enggestellte Zähne sammeln darüber hinaus vermehrt Plaque an, was eine Prädisposition für Parodontalerkrankungen darstellt. In diesen Fällen sollte der Zahn, der die größte Abweichung in Größe, Form oder Position aufweist, extrahiert werden. Wenn überzählige Zähne keine klinischen Probleme verursachen, bedürfen sie keiner Therapie (1,2).

Veränderungen der Form

• Gernation, Fusion, Konkreszenz

Gernation oder Zwillingbildung ist die unvollständige oder vollständige Aufspaltung einer Zahnanlage. Das häufigste Resultat ist ein Zahn mit einer Wurzel und 2 mehr oder weniger getrennten Kronen. Die Gernation kommt am häufigsten im Bereich der Schneidezähne vor und kann sowohl an Milchzähnen als auch an bleibenden Zähnen auftreten (**Abbildung 3a und b**). Die Ätiologie ist unbekannt, aber Trauma sowie auch eine genetische Komponente werden diskutiert (1).

Fusion ist die Verschmelzung von zwei Zahnanlagen. Diese kann in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Auftretens während der Zahnentwicklung die ganze Zahnlänge oder auch nur den Wurzelbereich betreffen. Die Pulpen beider Zähne können auch verbunden sein (**Abbildung 4a und b**). Auch hier ist die Ätiologie unbekannt, aber Trauma sowie auch eine genetische Komponente werden vermutet (1).

Konkreszenz ist die Verwachsung zweier ausgereifter Zähne durch den Wurzelzement. Eine sehr enge Lagebeziehung der Wurzeln (Crowding) oder Traumen werden als Auslöser diskutiert.

Gernation, Fusion und Konkreszenz bedürfen meist keiner Therapie. Eine Behandlung ist in den Fällen angezeigt, in denen die Veränderungen zu klinischen Problemen führen (z.B. parodontale oder endodontische Erkrankungen). In diesen Fällen müssen zur Therapieplanung präoperative Röntgenaufnahmen herangezogen werden, da häufig eine abnorme Anzahl oder Form der Wurzeln und auch teilweise abnorme Pulpenverhältnisse vorliegen (1).

• Dilazeration

Als Dilazeration wird eine Abknickung des Zahnes im Kronen- oder Wurzelbereich bezeichnet. Ursache der Veränderung ist meist ein Trauma während der Zahnentwicklung (**Abbildung 5a-c**).

Dilazerationen im Kronenbereich können ein kosmetisches Problem darstellen, aber die meist raue und unregelmäßige Oberfläche führt auch häufig zu gesteigerter PlaqueRetention und nachfolgend zu Parodontalerkrankungen. Dilazerationen im Wurzelbereich führen zu Problemen bei der Extraktion

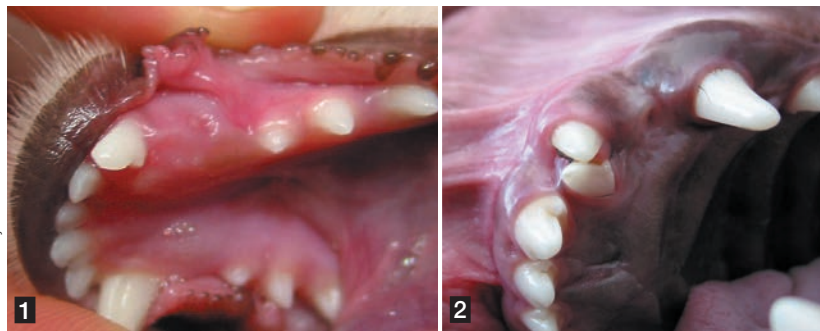


Abbildung 1. Fehlender rechter Unterkiefercaninus bei einem Zwergspitz.
Abbildung 2. Doppelt angelegter I3 im Oberkiefer links bei einem Labrador Retriever.

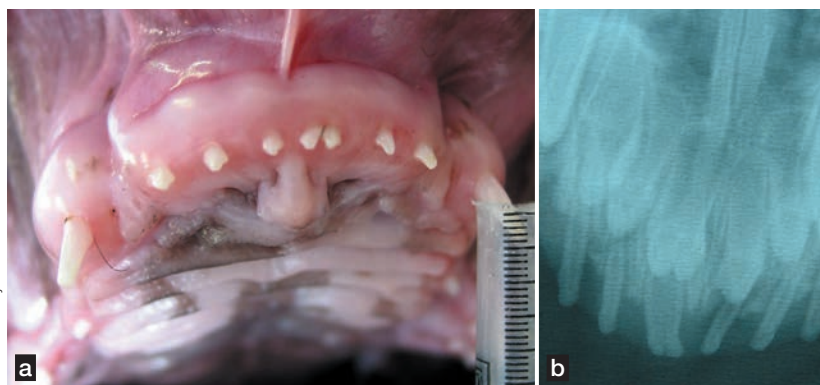
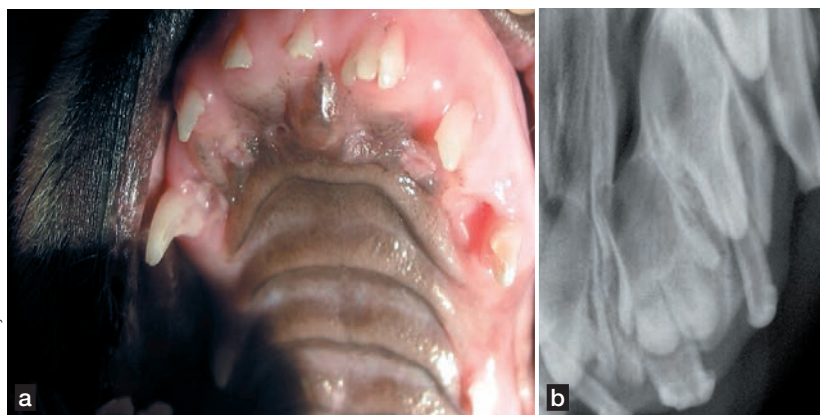


Abbildung 3. Gernation des oberen linken Milch-I1 bei einem Boxer.
a. Klinisch sind zwei Zahnkronen sichtbar (beachte die erhöhte Zahnzahl in diesem Quadranten).
b. Im Röntgenbild ist sichtbar, dass beide Zahnkronen eine gemeinsame Wurzel besitzen, auch der bleibende Zahn weist schon eine Gernation im Kronenbereich auf.

Abbildung 4. Fusion von Milch-I1 und I2 im Oberkiefer links bei einem Mischlingshund.

a. Klinisch ist eine deformierte und verbreiterte Zahnkrone im Bereich des Milch-I1 sichtbar (beachte die verminderte Zahnzahl).
b. Das Röntgenbild zeigt die deformierte Milchzahnkrone auf einer gemeinsamen Wurzel, auch der bleibende Zahn weist dieselben Veränderungen auf (zusätzlich liegt eine Fraktur des Milcheckzahnes vor).



oder endodontischen Behandlung betroffener Zähne. Präoperative Röntgenaufnahmen sind in diesen Fällen immer notwendig. Starke Dilazerationen stellen mitunter auch ein Problem beim Durchbruch dieser Zähne dar (1,3).

• **Dens invaginatus**

Der Dens invaginatus (Dens in dente) ist eine seltene Formveränderung, bei der Schmelz und Dentin in den Pulpenraum eingestülpt sind. Die während der Zahnentwicklung entstehende Einstülpung kann auf die Zahnkrone beschränkt sein, aber auch bis in den Wurzelbereich reichen. Die Ursache ist unbekannt. Klinisch kann es über eine offene Kommunikation mit der Maulhöhle zur Infektion der Pulpa mit nachfolgender Pulpanekrose und periapikaler Entzündung kommen. Auch Parodontalerkrankungen durch erhöhte Plaqueretention können vorkommen (1,3).

• **Überzählige Zahnwurzeln**

Überzählige Wurzeln finden sich beim Hund am häufigsten am P3 im Oberkiefer und bei der Katze an P2 und P3 im Oberkiefer, können aber auch an anderen Zähnen vorkommen (**Abbildung 6**). Ihr radiologischer Nachweis ist wichtig für die Planung von Extraktionen oder endodontischen Behandlungen der betroffenen Zähne (1).

■ **Strukturelle Defekte der Zahnhartsubstanz**

Verschiedene Entwicklungsstörungen unterschiedlichster Ursachen können zu strukturellen Defekten (Dysplasien) an der Zahnhartsubstanz (Schmelz und Dentin) führen. Am häufigsten sind erworbene Dysplasien (z.B. durch Trauma, Infektion). Es können einzelne Komponenten der Zahnhartsubstanz betroffen sein (Schmelz- oder Dentindysplasie) oder auch der Zahn als Ganzes (Odontodysplasie).

Bei den Schmelzdysplasien sind drei Typen beschrieben, die Schmelzhypoplasie, die Schmelzhypermaturierung und die Schmelzhyperm mineralisation. Bei der Schmelzhypoplasie weisen die Zähne eine unzureichende Menge an Schmelz

auf. Die Defekte können fokal oder multifokal auftreten und die Kronen der betroffenen Zähne können neben dem dysplastischen Schmelz auch Areale mit normaler Schmelzausbildung aufweisen. Bei Schmelzhypermaturierung und -hyperm mineralisation ist die Ausreifung der gebildeten Schmelzmatrix gestört und es kommt zur Bildung eines weichen Schmelzes, welcher sich schnell abnutzt.

Zu den sehr seltenen genetisch bedingten Defekten gehören die Amelogenesis imperfecta (Dysplasie des Zahnschmelzes) und die Dentinogenesis imperfecta (Dysplasie des Dentins). Erworbene Schmelzdysplasien sind beim Hund häufig, bei der Katze jedoch eher selten zu finden. Die Defekte entstehen durch äußere Einflüsse während der Schmelzbildung (in etwa bis zum 4. Lebensmonat). Das Ausmaß der Schmelzschäden ist abhängig vom der Intensität des auslösenden Insultes, der Dauer seiner Einwirkung und dem Stadium der Schmelzbildung, in welchem sich der Zahn zur Zeit der Schädigung befindet. Prinzipiell können jede systemische Erkrankung und auch schwerwiegende Nährstoffdefizite im frühen Welpenalter eine Schmelzdysplasie hervorrufen. Solche Einflüsse führen dann zur Schädigung der Schmelzbildung an vielen oder allen Zähnen in dem Bereich der Zahnkrone, wo der Schmelz zum Zeitpunkt der Erkrankung gerade gebildet wurde. Ein typisches Beispiel für eine solche Dysplasie ist das so genannte Staupegebiss (**Abbildung 7**).

Aber auch lokale Einwirkungen wie Traumata oder lokale Entzündungen (z.B. Bissverletzungen, Milchzahnfrakturen mit Eröffnung der Pulpa und nachfolgender Entzündung an der Wurzelspitze, inkorrekte Extraktion von Milchzähnen) können Schmelzdysplasien hervorrufen, welche dann meist nur einzelne Zähne betreffen (**Abbildung 8**).

Klinisch weisen schmelzdysplastische Zähne mehr oder weniger große Defekte des Schmelzes auf. Bei Durchbruch der Zähne sind die Defekte meist weiß, teilweise kann der Schmelz auch durchscheinend sein. Durch Einlagerung von Futterfarbstoffen färben sich die Defekte meist schnell gelblich

Abbildung 5. Dilazierterer rechter Oberkiefercaninus bei einem Neufundländer.

- a. Röntgenaufnahme des retinierten Caninus mit deutlicher Formveränderung im Wurzelbereich.
- b. Intraoperative Aufnahme während der Entfernung des Zahnes, die Krone weist deutliche Schmelzdefekte auf.
- c. Der resezierte Zahn weist starke Schmelzdefekte im Kronenbereich und eine vollständig deformierte Zahnwurzel auf.



© Dr. Jan Schreyer



© Dr. Jan Schreyer

Abbildung 6. Überzählige Wurzel am P3 im Oberkiefer rechts bei einem Mischlingshund (beachte den starken parodontalen Knochenabbau und die Aufhellung um die Wurzelspitze der überzähligen Wurzel, welche auf eine endodontische Erkrankung des Zahnes hinweist).

Abbildung 7. Generalisierte Schmelzhypoplasie (Staupegebiss) bei einem Mischlingshund, die beiden ersten Prämolaren sind nicht betroffen, da der Schmelz an diesen Zähnen frühzeitiger (vor dem die Schmelzhypoplasie verursachenden Insult) gebildet wurde.

Abbildung 8. Lokaler Schmelzdefekt am oberen rechten Caninus eines Mischlingshundes.

Abbildung 9. Fraktur des Milchcaninus im Unterkiefer rechts bei einem Airdaleterrierwelpen, die Zahnpulpa ist nekrotisch, die Infektion hat auf den Kieferknochen übergreifen, und im Bereich des P2 hat sich eine Fistel gebildet.

bis braun ein. Brüchige Schmelzanteile platzen beim Gebrauch der Zähne leicht ab. Frisch freiliegendes Dentin ist schmerzhaft, da die Dentintubuli eröffnet werden. Die Schmerzhaftigkeit verringert sich mit der Zeit durch Verschluss der Tubuli mit Reparaturdentin, welches durch die Odontoblasten der Zahnpulpa gebildet wird. In schwerwiegenden Fällen kann der Reiz jedoch auch zu Pulpitis oder Pulponekrose führen. Deshalb sollten schmelzdysplastische Zähne röntgenologisch untersucht werden, um Komplikationen wie periapikale Läsionen zu erfassen.

Schmelzdysplastische Bereiche der Zähne weisen eine sehr raue Oberfläche auf, was zu verstärkter Akkumulation von Plaque und Zahnstein und dadurch zu einer erhöhten Anfälligkeit für Parodontalerkrankungen an diesen Zähnen führt. Die Therapie von Schmelzdysplasien hat das Ziel, die freiliegenden Dentintubuli zu verschließen. Hierzu sollte bei lokalisierten Defekten eine Füllungstherapie mit Komposit durchgeführt werden. Bei sehr ausgedehnten Schmelzdefekten kann auch eine Überkronung des Zahnes erfolgen. Diese Maßnahmen führen auch zur Wiederherstellung einer glatten Zahnoberfläche, wodurch die Gefahr parodontaler Erkrankungen sinkt. Trotzdem bedürfen solche Zähne einer guten häuslichen Zahnpflege (tägliches Zähneputzen). Auch der Einsatz von Dentaldiäten, welche der Verminderung der Plaqueakkumulation und der Zahnsteinbildung dienen, kann hilfreich sein. Zähne, die bereits periapikale Läsionen aufwei-

sen, bedürfen einer endodontischen Therapie oder sollten extrahiert werden (1,2,4,5).

■ Zahnfrakturen Milchzahnfrakturen

Die Fraktur eines Milchzahnes führt wie auch beim bleibenden Zahn bei Eröffnung der Pulpa zu einer Pulpitis und nachfolgend zur Nekrose der Pulpa. Über das apikale Delta kommt es zur Überleitung der Entzündung und Infektion in den umliegenden Kieferknochen, wo es zur Schädigung des bleibenden Zahnkeimes kommen kann (**Abbildung 9**). Weiterhin werden die physiologische Resorption der Milchzahnwurzel und damit der Zahnwechsel gestört. Der bleibende Zahn kann nicht durchbrechen und bleibt im Kiefer impaktiert oder er wächst in unphysiologischer Stellung hoch.

Frakturen der Milchzähne stellen aus diesen Gründen immer eine absolute Indikation für eine Behandlung dar. Meist besteht diese in der Exzision des betroffenen Zahnes (2,3,4).

Frakturen immaturer bleibender Zähne

Während bei Milchzahnfrakturen die Exzision die Therapie der Wahl ist, wird bei frakturierten bleibenden Zähnen meist eine zahnerhaltende Therapie angestrebt, vor allem wenn es sich um funktionell wichtige Zähne handelt. Immature bleibende Zähne zeichnen sich durch eine noch geringe Dentindicke und einen fehlenden Wurzelschluss aus. Aus diesem Grund ist eine konventionelle Wurzelkanalbehandlung bei diesen Zähnen noch nicht möglich.

Unkomplizierte Frakturen (Pulpa nicht eröffnet) sollten mit einer Kompositrestauration, in Fällen mit sehr pulpennaher Fraktur nach vorheriger indirekter Überkappung der durchscheinenden Pulpa, versorgt werden, um die freiliegenden Dentinkanälchen zu versiegeln und so einer Schädigung der Zahnpulpa vorzubeugen. Liegt eine komplizierte Fraktur (Pulpa eröffnet) vor, muss der Zustand der Pulpa untersucht werden. Bei vitaler Pulpa wird eine Vitalamputation des entzündeten Pulpenanteils unter sterilen Kautelen mit nachfolgender direkter Überkappung, Unter- und Deckfüllung durchgeführt (**Tabelle 1**). Die Prognose für diese Zähne ist in erster Linie abhängig von der Dauer der Eröffnung der Pulpa und verschlechtert sich deutlich bei einer Dauer über 48 Stunden (**Abbildung 10**). Bei immaturen frakturierten Zähnen, die bei Vorstellung schon eine nekrotische Pulpa aufweisen,

kann der Versuch einer Apexifikation unternommen werden, um dennoch einen hartgewebigen Wurzelabschluss zu erreichen (**Tabelle 2**). Die Prognose hierbei ist jedoch vorsichtig zu stellen. Bei allen beschriebenen Behandlungsoptionen für frakturierte immature bleibende Zähne ist immer eine engmaschige röntgenologische Verlaufskontrolle notwendig, um eventuell auftretende periapikale pathologische Veränderungen rechtzeitig zu erkennen und behandeln zu können (2-4,6-8).

■ Störungen des Zahnwechsels
Persistierende Milchzähne

Während des Zahnwechsels wird die Milchzahnwurzel resorbiert, wodurch der Milchzahn ausfällt und den Platz für den bleibenden Zahn freigibt. Persistierende Milchzähne sind Milchzähne, die zum Zeitpunkt des Durchbruchs ihres permanenten Nachfolgers nicht ausgefallen sind. Persistierende Milchzähne kommen bei Hunden kleiner und Toyrassen sehr häufig vor, während sie bei großen Hunderassen und Katzen eher selten sind. Eine erbliche Komponente wird vermutet. Persistierende Milchzähne führen häufig zu Zahnfehlstellungen der bleibenden Zähne, da die physiologische Position des bleibenden Zahnes durch den Milchzahn blockiert wird. Die bleibenden Zähne brechen meist lingual/palatal der Milch-

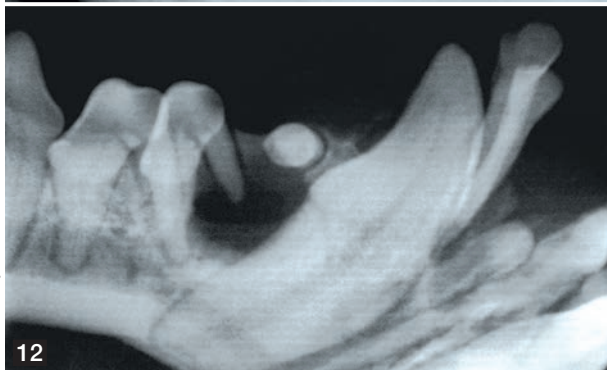
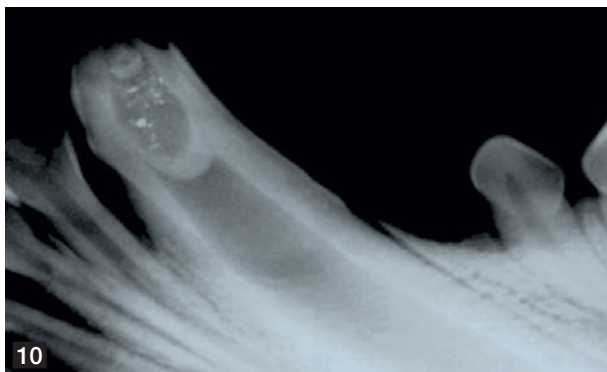
zähne durch. Nur der Oberkiefercaninus bricht immer mesial seines Milchzahnvorläufers durch (**Abbildung 11a und b**). Die enge Zahnstellung, welche durch persistierende Milchzähne hervorgerufen wird, prädisponiert auch zur Entwicklung von Parodontalerkrankungen der betroffenen Zähne. Aus diesen Gründen sollten persistierende Milchzähne immer extrahiert werden. Präoperative Röntgenaufnahmen erleichtern in vielen Fällen die Auswahl des richtigen Zahnes und zeigen auch, wie weit die Milchzahnwurzel schon resorbiert ist. Die Extraktion von Milchzähnen muss vorsichtig erfolgen, da sie lange, dünne Wurzel besitzen, die leicht frakturieren. Auch muss eine Schädigung der bleibenden Zähne vermieden werden. In schwierigen Fällen und zur Entfernung von frakturierten Wurzelresten ist eine offene (chirurgische) Extraktionstechnik zu empfehlen (1-4,9).

Retinierte und impaktierte Zähne

Retinierte und impaktierte Zähne sind Zähne, die nicht durchgebrochen sind. Bei impaktierten Zähnen liegt ein Hindernis vor, welches den Zahn am Durchbruch hindert (z.B. andere Zähne, Milchzahnreste, sehr feste Gingiva), während bei retinierten Zähnen kein solches Hindernis auffindbar ist. Retinierte und impaktierte Zähne müssen von fehlenden

Abbildung 10. Röntgenaufnahme des unteren linken Caninus eines Mischlingshundes 6 Monate nach einer Zahnfraktur im Alter von 4 Monaten, welche mit einer Vitalamputation (partielle Pulpotomie und direkte Pulpaüberkappung) versorgt wurde (beachte die Abschottung der Pulpa durch eine Dentinbrücke unter der Füllung).

Abbildung 12. Röntgenaufnahme eines retinierten P1 im Unterkiefer rechts mit Ausbildung einer großen follikulären Zyste bei einem Mops (beachte auch die zusätzliche Retention des I1).

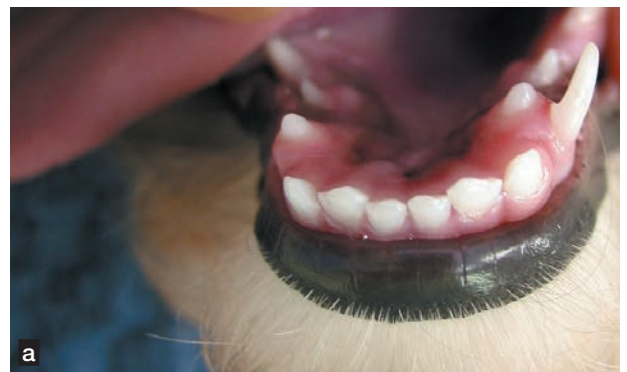


© Dr. Jan Schreyer

Abbildung 11. Persistierende Milchcanini bei einem Yorkshireterrier.

a. Im Unterkiefer bricht der bleibende Caninus lingual des Milchzahnes durch.

b. Der bleibende Caninus im Oberkiefer bricht mesial des Milchzahnes durch.



© Dr. Jan Schreyer

Zähnen differenziert werden. Aus diesem Grund müssen immer Röntgenaufnahmen angefertigt werden, wenn ein Zahn klinisch fehlt. Um im Kiefer verbliebene Zähne kann es zur Ausbildung einer follikulären Zyste kommen, welche zu ausgedehnten Knochenresorptionen und zur Schädigung der benachbarten Zähne führen kann (**Abbildung 12**).

Bei rechtzeitiger Diagnose retinierter oder impakterter Zähne vor Abschluss des Wurzelwachstums können die Beseitigung des Durchbruchshindernisses und die Freilegung der Zahnkrone zum Durchbruch des Zahnes führen. Ist eine Freilegung nicht möglich, sollten diese Zähne entweder extrahiert oder einem regelmäßigen röntgenologischen Monitoring unterzogen werden. Im Fall der Ausbildung einer Zyste muss der Zahn und die gesamte Zystenauskleidung entfernt werden, um ein Ausheilen der Zyste zu erreichen. Bei sehr ausgedehnten Zysten kann eine Auffüllung des Defektes mit Knochenersatzmaterial durchgeführt werden (1-3).

■ Fehlerhafte Zahn- und Kieferstellungen

Fehlerhafte Zahn- und Kieferstellungen kommen beim Hund häufig, bei der Katze hingegen seltener vor. Eine Indikation zur Behandlung liegt in allen Fällen vor, in denen diese zu einer gesundheitlichen Beeinträchtigung des Tieres führen. Kosmetische Erwägungen sollten hingegen keine Indikation zur Behandlung darstellen. Die Fehlstellung von Zähnen bei normaler Kieferlänge und -relation wird als dentoalveoläre Malokklusion bezeichnet. Fehlstellungen, die ihre Ursache in Abweichungen der Kiefergröße haben, stellen basoskeletale Malokklusionen dar. Wenn keine eindeutigen entwicklungsbedingten oder traumatischen Ursachen einer Zahn- oder Kieferfehltstellung feststellbar sind, sollte zumindest von einer erblichen Mitbeteiligung ausgegangen werden. Die Fehlstellungen können schon im Milchgebiss bestehen oder auch erst im bleibenden Gebiss auftreten. Die Therapieoptionen für Zahnfehltstellungen, die aufgrund von gesundheitlichen Beeinträchtigungen für das Tier einer Behandlung bedürfen, umfassen die Extraktion oder Kürzung der Krone des betroffenen Zahnes oder kieferorthopädische Korrekturen.

Der Steilstand der Canini im Unterkiefer beim Hund ist eine häufig vorkommende Zahnfehltstellung, die immer eine Therapie erfordert. An diesem Beispiel sollen im Rahmen dieses Artikels die therapeutischen Möglichkeiten erläutert werden. Ein Steilstand der Unterkiefercanini im Milchgebiss führt zu einer unphysiologischen Verblockung von Ober- und Unterkiefer (Interlock), welche das Kieferwachstum beeinflussen kann. Häufig weisen Hunde, die mit dieser Zahnfehltstellung vorgestellt werden, auch bereits eine Verkürzung des Unterkiefers auf (**Abbildung 13**). In diesen Fällen sollte eine möglichst frühzeitige Extraktion der Milchcanini im Unterkiefer erfolgen. Dies beseitigt die Ursache für schmerzhafte Einbisse sofort und ermöglicht durch die Elimination des Interlocks das weitere Wachstum des Unterkiefers entsprechend seinem genetischen Potential.

Die Korrektur steilstehender Unterkiefercanini im bleibenden Gebiss sollte hingegen primär unter Erhaltung der Zähne erfolgen. Als Therapieoptionen hierfür stehen eine kieferortho-

Tabelle 1. Vitalamputation (partielle Pulpotomie und direkte Pulpaüberkappung) (2,5,6).

Schritt 1	Feststellen der Vitalität der Pulpa. Vitale Pulpa ist rot und blutet bei vorsichtiger Sondierung.
Schritt 2	Röntgenaufnahme, Ausschließen von Anzeichen einer Pulpanekrose (periapikale Aufhellung, erweiterter Pulpendurchmesser im Vergleich zur Gegenseite)
Schritt 3	Separation des zu behandelnden Zahnes (Kofferdam), Desinfektion mit Chlorhexidinglukonat
Schritt 4	Entfernen der entzündeten Pulpenanteile und Schaffung einer ausreichend tiefen Kavität für die Füllungsmaterialien unter steriler Irrigation.
Schritt 5	Kontrolle der Blutung (feuchte sterile Papierspitzen oder Wattekügelchen)
Schritt 6	Direkte Überkappung mit Calciumhydroxid oder MTA
Schritt 7	Unterfüllung als Basis für die endgültige Restauration
Schritt 8	Deckfüllung für die endgültige Restauration
Schritt 9	Röntgenaufnahme zur Kontrolle der Füllung
Schritt 10	Röntgenkontrolle nach 6 Monaten

Tabelle 2. Apexification (2,4).

Schritt 1	Röntgenaufnahme (zur Bestimmung der Aufbereitungstiefe)
Schritt 2	Separation des zu behandelnden Zahnes (Kofferdam), Desinfektion mit Chlorhexidinglukonat
Schritt 3	Entfernen der nekrotischen Pulpa, vorsichtige Säuberung des Wurzelkanales unter steriler Irrigation (Überinstrumentation vermeiden!), Trocknung mit sterilen Papierspitzen
Schritt 4	Vollständiges Auffüllen des Wurzelkanales mit Calciumhydroxid, um die Bildung eines hartgewebigen Wurzelabschlusses zu fördern.
Schritt 5	Deckfüllung (temporäre Restauration)
Schritt 6	Wechsel der Calciumhydroxideinlage in regelmäßigen Abständen von 4-8 Wochen nach Röntgenkontrolle bis zur Ausbildung eines hartgewebigen Wurzelabschlusses.
Schritt 7	Konventionelle Wurzelkanalbehandlung
Schritt 8	Röntgenaufnahme zur Kontrolle der Füllung
Schritt 9	Röntgenkontrolle nach 6 Monaten

ALTERNATIVE (7)

Schritt 1-3	Wie zuvor beschrieben.
Schritt 4	Verschluss des offenen Apex mit MTA, Einbringen einer Unterfüllung aus Glasionomerzement über die MTA-Füllung und sofortiger Abschluss der konventionellen Wurzelbehandlung und Restauration.
Schritt 5	Röntgenaufnahme zur Kontrolle der Füllung
Schritt 6	Röntgenkontrolle nach 6 Monaten



© Dr. Jan Schreyer

Abbildung 13. Steilstand der Milchcanini im Unterkiefer mit Interlock und 3 mm Verkürzung des Unterkiefers bei einem 9 Wochen alten Yorkshireterrier.

pädische Korrektur oder das Kürzen der Canini zur Wahl. Kieferorthopädische Korrekturen des Caninussteilstandes erfolgen unter Einsatz von Dehnschrauben oder Aufbissplatten mit schiefen Ebenen, welche den Zahn in eine Position bewegen, in der er den Gaumen nicht mehr traumatisiert (**Abbildung 14 a und b**). Ein Kürzen der Canini beseitigt den schmerzhaften Einbiss im Oberkiefer sofort. Es muss allerdings immer eine endodontische Versorgung des Zahnes erfolgen, da in fast allen Fällen durch das Kürzen die Pulpa eröffnet wird. Hierzu wird wiederum eine Vitalamputation durchgeführt, da die Wurzeln der betroffenen Zähne in aller Regel noch nicht ausgereift sind (**Tabelle 1**). Für weitere Details zur Durchführung kieferorthopädischer Korrekturen wird auf die weiterführende Literatur verwiesen (1-3,10,11).

■ Gaumenspalten

Gaumenspalten entstehen durch die fehlende oder unvollständige Fusion der Oberkieferknochen und umgebenden Weichgewebe in der Mittellinie während der Fetalentwicklung und präsentieren sich klinisch als longitudinale Defekte des primären (Os incisivum) und/oder sekundären (Os maxillare und Os palatinum und weicher Gaumen) Gaumens (**Abbildung 15**). Die hierdurch fehlende Separierung von Nasen- und Maulhöhle führt zu einer Unfähigkeit der Welpen, normal zu saugen. Häufig kommt es zu Futteraspirationen und nachfolgenden Pneumonien. Klinisch fallen betroffene Welpen durch Husten, Niesen und Milchaustritt aus der Nase während des Saugens auf. Betroffene Tiere bleiben häufig in ihrer körperlichen Entwicklung zurück. In vielen Fällen werden die betroffenen Welpen euthanasiert. Soll ein chirurgischer Verschluss der Gaumenspalte erfolgen, muss der Welpen mehrmals täglich per Sonde gefüttert werden, bis er die erforderliche Größe erreicht hat. Im Alter von 2-4 Monaten ist das Tier meist ausreichend groß, um die weitreichende Mobilisation der Maulschleimhaut zuzulassen, die zum Verschluss der Gaumenspalte notwendig ist. Der chirurgische Eingriff muss sorgfältig geplant werden, da der erste Versuch des Verschlusses die besten Erfolgschancen bietet. Trotzdem sind in vielen Fällen Nachoperationen notwendig, um einen vollständigen Verschluss der Spalte zu erzielen.

Die gebräuchlichsten Techniken zum Verschluss von Gaumenspalten sind die Brückenlappenplastik und die Umschlaglappenplastik. Bei der Brückenlappenplastik werden die medialen Ränder des Gaumens im Bereich der Gaumenspalte inzidiert und die Gaumenschleimhaut unterminiert. Laterale Entlastungsschnitte stellen die nötige Mobilität der entstehenden mukoperiostalen Gewebelappen sicher (**Abbildung 15**). Dabei muss auf die Erhaltung der Gefäßversorgung durch die Arteria palatina major geachtet werden. Die Lappen müssen soweit mobilisiert werden, dass ein

Abbildung 14. Der Caninussteilstand ist eine häufige Zahnfehlstellung, die immer behandelt werden muss.

a. Steilstand der Unterkiefercanini mit Einbiss im Oberkiefer distal der Oberkiefercanini und 11 mm Verkürzung des Unterkiefers bei einem 7 Monate alten Rhodesian Ridgeback.

b. Aufbissplatte mit schiefen Ebenen zur Einordnung der Unterkiefercanini hinter die Oberkiefercanini.



© Dr. Jan Schreyer

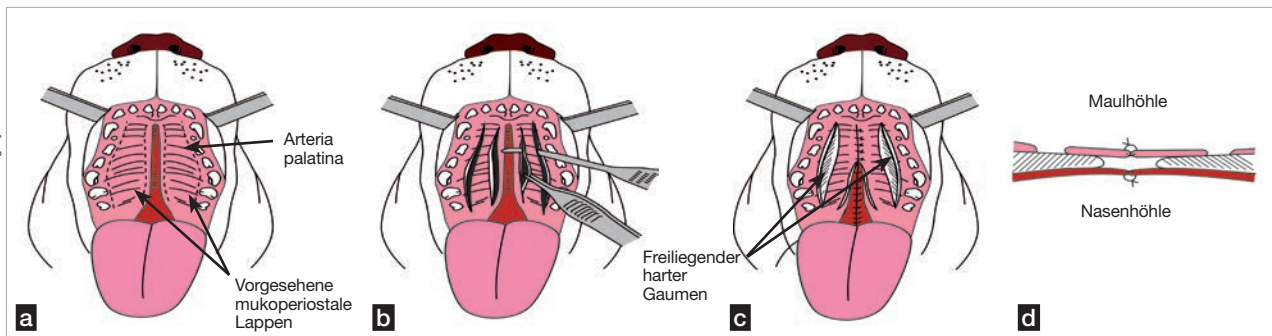


Abbildung 15. Technik der Brückenlappenplastik zur chirurgischen Behandlung von Gaumenspalten.
a. Präparation des mukoperiostalen Lappens mit Hilfe zweier lateraler Entlastungsschnitte.
b. Unterminierung der Gaumenschleimhaut zur Mobilisierung der Lappen.
c. Verschluss mit Einzelheften.
d. Verschluss in zwei Schichten, um eine optimale Wundrandapposition und Heilung zu gewährleisten.

spannungsfreier Verschluss der Spalte möglich ist. Die entstehenden lateralen Gewebedefekte heilen sekundär über freie Granulation ab. Der Nachteil dieser Methode ist die Position der Naht ohne Knochenunterstützung über dem Defekt. Für eine Umschlaglappenplastik wird einseitig ein Gaumenschleimhautlappen präpariert, welcher seine Basis an der Gaumenspalte hat. Die Inzision erfolgt parallel zur Zahnreihe. Dieser Lappen wird über den Defekt umgeschlagen, auf der Gegenseite unter die Gaumenschleimhaut gezogen und dort vernäht, so dass das ehemalige orale Epithel den Boden der Nase bildet und die Bindegewebsseite in Richtung Maulhöhle deutet. Auch hier ist auf eine unbedingte Erhaltung der Blutversorgung durch die Palatinalarterie zu achten. Der Vorteil dieser Methode ist die knochengestützte Lage der Naht seitlich des Defektes. Nachteilig sind die deutlich schwierigere und umfangreichere Präparation und die große freiliegende Granulationsfläche (1-4, 12, 13).

■ Schlussfolgerung

Der Tierarzt, der Zahnerkrankungen oder Zahndefekte bei jungen Tieren nicht ernst nimmt, in der irrigen Annahme, dass die Entwicklung der bleibenden Zähne die meisten Probleme schon von selbst lösen wird, tut seinen Patienten keinen Gefallen. Eine gute Kenntnis der verschiedenen bei jungen Tieren auftretenden Zahnerkrankungen, zusammen mit einem Bewusstsein für die zugrunde liegenden pathologischen Vorgänge und einem gewissenhaften therapeutischen Ansatz, stellt sicher, dass Hunde- und Katzenwelpen mit den entsprechenden Problemen die richtige Behandlung erhalten und davon auch in ihrem späteren Leben als adulte Tiere profitieren.

Literatur

- Verhaert L. Developmental oral and dental conditions. In: Tutt C, Deepröse J, Crossley D. (eds) *BSAVA Manual of Canine and Feline Dentistry* 3rd ed. Gloucester: BSAVA 2007;77-95.
- Eickhoff M. Das junge Tier. In: Eickhoff M. *Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde bei Klein- und Heimtieren*. Stuttgart: Enke Verlag 2005;42-61.
- Hale FA. Juvenile Veterinary Dentistry. In: Holmstrom SE (ed). *Vet Clin North Am Small Anim Pract. Dentistry* 2005;35(4):789-817.
- Wiggs RB, Lobprise HB. Pedodontics. In: Wiggs RB, Lobprise HB (eds) *Veterinary Dentistry – Principals and Practice*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997;167-185.
- Taney KG, Smith MM. Composite restoration of enamel defects. *J Vet Dent* 2007;24(2):130-134
- Niemiec BA. Fundamentals of endodontics. In: Holmstrom SE (ed). *Vet Clin North Am Small Anim Pract. Dentistry* 2005;35(4):837-868.
- Niemiec BA, Mulligan TW. Vital pulp therapy. *J Vet Dent* 2001;18(3):154-156.
- Juriga S, Manfra M, Maretta S, Niederberger V. Mineral Trioxide Aggregate (MTA) for apexification of non-vital immature permanent teeth. *J Vet Dent* 2007;24(4):274-277.
- Hobson P. Extraction of retained primary canine teeth in the dog. *J Vet Dent* 2005;22(2):132-137
- Ulbricht RD, Manfra M, Maretta S. Orthodontic treatment using a direct acrylic inclined plane. *J Vet Dent* 2005;22(1):60-65.
- Legendre LF. Building a telescopic inclined plane intraorally. *J Vet Dent* 2010;27(1):62-65.
- Taney K. Secondary cleft palate repair. *J Vet Dent* 2008;25(2):150-153.
- Beckman B. Repair of secondary cleft palate in the dog. *J Vet Dent* 2011;28(1):58.

Tumoren der Maulhöhle - Ein Überblick



■ Lassara McCartan MVB, MRCVS

Royal (Dick) School of Veterinary Studies, University of Edinburgh, Großbritannien

Dr. McCartan schloss ihr Studium im Jahr 2006 am University College Dublin ab und arbeitete über mehr als zwei Jahre in der privaten Kleintier- und Pferdepraxis, bevor sie ein Internship im Fachbereich Onkologie an der University of Wisconsin – Madison absolvierte. Anschließend blieb Dr. McCartan in Madison und absolvierte dort die erste Hälfte ihrer Residency im Bereich Onkologie, die sie gegenwärtig in Edinburgh vervollständigt. Ihr besonderes Interesse gilt neuen Anti-Tumor-Therapeutika sowie dem Erhalt einer möglichst guten Lebensqualität bei veterinärmedizinischen Onkologiepatienten.



■ David Argyle BVMS, PhD, Dipl. ECVIM-CA (Oncology), MRCVS

Royal (Dick) School of Veterinary Studies, University of Edinburgh, Großbritannien

Dr. Argyle schloss sein Studium an der University of Glasgow ab und kehrte nach einer Zeit in der Praxis nach Glasgow zurück, um im Bereich Onkologie/Immunologie zu promovieren (PhD). Bis 2002 war er Senior Lecturer für klinische Onkologie in Glasgow und wurde anschließend zum Leiter der veterinärmedizinischen Onkologie an der University of Wisconsin berufen. Im Jahr 2005 kehrte Dr. Argyle schließlich an die Edinburgh University zurück (William Dick Chair of Veterinary Clinical Studies) und wurde im Jahr 2009 zum Dekan für internationale Forschung und Postgraduiertenforschung im Bereich Human- und Veterinärmedizin berufen. Zurzeit ist er Leiter der akademischen Ausbildung und Dekan des Veterinary College. Dr. Argyle ist RCVS/European Specialist für Veterinär-onkologie und wissenschaftlicher Mitherausgeber des Journal of Veterinary and Comparative Oncology. Sein Hauptinteresse gilt den Themen Krebs und Stammzellbiologie.

KERNAUSSAGEN

- Die häufigsten Tumore der Maulhöhle bei Hunden sind das maligne Melanom, das Plattenepithelkarzinom, das Fibrosarkom und das akanthomatöse Ameloblastom.
- Das klinische Stadium, die Lokalisation und der histologische Grad bestimmen die Prognose bei oralen Neoplasien, therapeutische Optionen umfassen die Chirurgie und die Strahlenbehandlung.
- Die Aspiration der drainierenden Mandibularlymphknoten und die Bild gebende Untersuchung des Thorax sind wesentliche Bestandteile einer umfassenden Diagnostik bei Tumoren der Maulhöhle.
- Plattenepithelkarzinome sind die häufigsten Maulhöhlentumore bei Katzen. Die Behandlung ist eine schwierige Herausforderung, und die Prognose ist schlecht.

■ Einleitung

Tumore der Maulhöhle werden bei felines und caninen Patienten häufig festgestellt. Hunde sind häufiger betroffen als Katzen, wobei Neoplasien der Maulhöhle 6% aller caninen Tumore (1) und 3% aller felines Tumore (2) ausmachen. Die häufigsten Tumore der Maulhöhle beim Hund sind das maligne Melanom, das Plattenepithelkarzinom, das Fibrosarkom und das akanthomatöse Ameloblastom. Bei Katzen sind Plattenepithelkarzinome die bei weitem am häufigsten diagnostizierten Tumore der Maulhöhle, gefolgt von oralen Fibrosarkomen. Dieser Artikel gibt einen allgemeinen Überblick über orale und oropharyngeale Tumore bei Hunden und Katzen, die häufigen klinischen Symptome im Zusammenhang mit diesen Tumoren, die geeignete Diagnostik und die aktuellen therapeutischen Optionen sowie die entsprechenden Prognosen.

■ Diagnostisches Vorgehen und Staging

In der Mehrzahl der Fälle werden diese Patienten mit einer vom Besitzer festgestellten Zubildung im Bereich der Maulhöhle vorgestellt. Oft können orale Läsionen von den Besitzern aber auch unbemerkt bleiben, und zwar insbesondere dann, wenn sie in den kaudalen Bereichen der Maulhöhle lokalisiert sind.

Typische klinische Symptome sind Foetor ex ore (Halitosis), vermehrte Salivation, Dysphagie, gelockerte Zähne, Gewichtsverlust, Schmerzen beim Öffnen der Maulhöhle und (seltener) Exophthalmus oder faziale Asymmetrie. Spezifische paraneoplastische Erkrankungen im Zusammenhang mit Tumoren der Maulhöhle gibt es nicht.

Die Diagnostik bei einem Tier, das mit einer Zubildung der Maulhöhle zur Untersuchung vorgestellt wird, sollte eine sorgfältige Erhebung des Vorberichts und eine gründliche klinische Untersuchung umfassen, gefolgt von der Diagnosestellung und schließlich dem so genannten „Staging“, also der Stadienbestimmung des Tumors. Die Diagnose von Maulhöhlentumoren erfolgt im typischen Fall auf histopathologischem Weg. Voraussetzung hierfür ist eine ausreichend umfangreiche Inzisionsbiopsie der verdächtigen Läsion unter Allgemeinanästhesie. Initial können auch zytologische Proben entnommen werden, orale Läsionen weisen aber häufig sekundäre entzündliche, infektiöse und nekrotische Veränderungen auf, so dass auf zytologischem Weg in vielen Fällen keine endgültige Diagnose zu erreichen ist. Tumore der Maulhöhle besitzen im typischen Fall eine umfangreiche Blutgefäßversorgung. Vor jeder Biopsie sollte deshalb stets eine entsprechende Präparation in Betracht gezogen werden, um eine adäquate Blutungsstillung sicherstellen zu können. Die Anwendung eines Elektrokauters kann die Biopsieprobe schädigen und sollte erst im Anschluss an eine Inzisions- oder Stanzbiopsie zur Blutstillung in Betracht gezogen werden. Um eine Aussaat von Tumorzellen in die gesunde Haut zu vermeiden, sollte die Biopsie stets von der Innenseite der Maulhöhle erfolgen und nicht durch die über dem Tumor liegende Haut von außen. Bei kleineren Läsionen (insbesondere solche der labialen Schleimhaut) kann bereits im Rahmen der initialen Biopsie eine vollständige Resektion mit kurativer Absicht in Betracht gezogen werden, bei ausgedehnteren Tumoren ist eine Exzisionsbiopsie jedoch nicht empfehlenswert (3).

Die Allgemeinanästhesie ermöglicht – neben der praktischen Vereinfachung der Biopsie – an erster Stelle auch eine gründliche Untersuchung der gesamten Maulhöhle. Wichtig ist eine sorgfältige adspektorische Untersuchung des Pharynx, der Tonsillen und des harten Gaumens, aber auch der makroskopischen Ränder der Zubildung selbst. Im zweiten Schritt folgen dann Röntgenaufnahmen oder ein CT des Kopfes, um die mikroskopische Ausdehnung der Veränderungen beurteilen zu können. Ein CT ermöglicht eine detailliertere Untersuchung und dient der genaueren Analyse von Lokalisation und Ausdehnung der Zubildung, sowie einer möglicherweise unter dem Tumor liegenden Knochenlyse. Auf der Grundlage der Befunde dieser hoch entwickelten bildgebenden Diagnoseverfahren können dann die chirurgische Resezierbarkeit, der am besten geeignete chirurgische Zugang und die Wahrscheinlichkeit, breite chirurgische Ränder im gesunden Gewebe zu erhalten, diskutiert werden. Zusätzlich kann auch die Aufnahme eines Kontrastmittels in die drainierenden Lymphknoten beurteilt werden. Die CT-Befunde unterstützen darüber hinaus die Planung einer Strahlentherapie in Fällen, in denen eine chirurgische Resektion nicht in Frage kommt oder von den Besitzern abgelehnt wird.

Routinemäßiger Bestandteil des weiteren Staging sollte die Aspiration des drainierenden Mandibularlymphknotens sein, falls dieser palpierbar ist (selbst wenn er palpatorisch als normal bewertet wird), sowie eine Aspiration der Tonsillen (wenn diese makroskopisch verändert erscheinen). Die relevanten regionalen Lymphknoten sind die Mandibularlymphknoten (Lnn. mandibulares), die Parotislymphknoten (Lnn. parotidae) und die medialen Retropharyngeallymphknoten (Lnn. retropharyngeales mediales), wobei im Allgemeinen aber lediglich die Mandibularlymphknoten tatsächlich palpierbar sind. Die bildgebende Untersuchung des Thorax ist ein unerlässlicher Bestandteil der Untersuchung, um das Vorhandensein eventueller Metastasen abzuklären, entweder mit Hilfe von Thoraxröntgenaufnahmen in drei Ebenen oder durch eine Erweiterung des CTs auf den Thorax.

Tabelle 1. Das klinische Stagingssystem der WHO für orale Tumore.

T: Primärtumor			
<ul style="list-style-type: none"> • Tis Präinvasiv (<i>in situ</i>) • T1 Tumor < 2 cm im Durchmesser <ul style="list-style-type: none"> - T1a ohne Knocheninvasion - T1b mit Knocheninvasion • T2 Tumor 2-4 cm im Durchmesser <ul style="list-style-type: none"> - T2a ohne Knocheninvasion - T2b mit Knocheninvasion • T3 Tumor > 4 cm im Durchmesser <ul style="list-style-type: none"> - T3a ohne Knocheninvasion - T3b mit Knocheninvasion 			
N: Regionale Lymphknoten			
<ul style="list-style-type: none"> • N0 Keine Metastasen in regionalen Lnn. • N1 Verschiebliche ipsilaterale Lnn. <ul style="list-style-type: none"> - N1a Keine Evidenz für Lymphknotenmetastasen - N1b Evidenz für Lymphknotenmetastasen • N2 Verschiebliche kontralaterale oder bilaterale Lymphknoten <ul style="list-style-type: none"> - N2a Keine Evidenz für Lymphknotenmetastasen - N2b Evidenz für Lymphknotenmetastasen • N3 nicht verschiebliche Lymphknoten 			
M: Weiter entfernte Metastasen			
<ul style="list-style-type: none"> • M0 Keine weiter entfernten Metastasen • M1 Weiter entfernte Metastasen 			
Stadium I	T1	N0, N1a, N2a	M0
Stadium II	T2	N0, N1a, N2a	M0
Stadium III	T3	N0, N1a, N2a	M0
Stadium IV	Jeder T	N1b	M0
	Jeder T	N2b, N3	M0
	Jeder T	Jede N	M1

Das System des klinischen Stagings oraler Tumore der WHO (World Health Organization) kann auch für Maulhöhlentumore bei Hunden eingesetzt werden (**Tabelle 1**). Das Staging sollte in jedem Fall berücksichtigt werden, da das klinische Stadium bei Maulhöhlentumoren von prognostischer Relevanz sein kann, insbesondere bei malignen Melanomen.

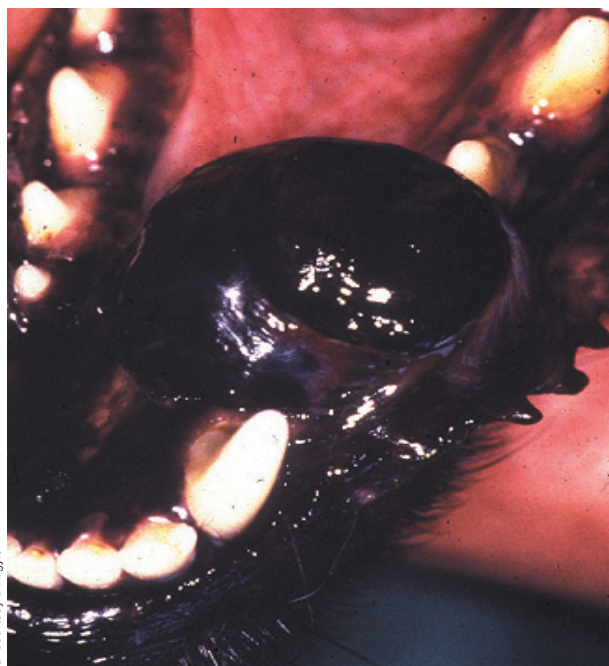
Maligne Tumore der Maulhöhle verhalten sich in der Regel lokal aggressiv und besitzen ein niedriges bis mittleres metastatisches Potenzial (mit Ausnahme des malignen Melanoms). Im typischen Fall sind Tiere im Alter von über acht Jahren betroffen, und in der Regel verursachen sämtliche dieser Tumore eine Knochenlyse. Hunderassen mit erhöhtem Risiko für Tumore der Maulhöhle sind Cocker Spaniel, Deutscher Schäferhund, Deutsch Kurzhaar, Weimaraner, Golden Retriever, Gordon Setter, Zwergpudel, Chow Chow und Boxer (3).

Die Chirurgie und die Strahlenbehandlung sind die Grundpfeiler der Therapie bei sämtlichen Tumoren der Maulhöhle. Die Ausdehnung des chirurgischen Eingriffes wird in erster Linie von der Lokalisation und der Größe des Tumors diktiert. In den meisten Fällen wird zusätzlich eine Resektion von Knochengewebe erforderlich. Diese Perspektiven sollten den Besitzern betroffener Tiere vor allem im Hinblick auf eine bessere lokale Tumorkontrolle im Vorfeld der Behandlung erläutert werden. Das funktionelle und das kosmetische Ergebnis nach Mandibulektomie (segmentale Mandibulektomie oder Hemimandibulektomie) oder Maxillektomie (segmental) oder Orbitektomie sind bei den meisten Patienten in der Regel sehr gut, und die Zufriedenheit auf Seiten der Besitzer gilt als hoch. Bei den meisten Maulhöhlentumoren sind chirurgische Exzisionsränder von mindestens 2 cm im gesunden Gewebe erforderlich, um eine adäquate lokale Tumorkontrolle zu erreichen. Insbesondere bei kaudal lokalisierten Zubildungen oder bei Tumoren, die die Mittellinie des Gaumens überschreiten, kann sich dies als eine sehr schwierige chirurgische Herausforderung erweisen.

Eine Strahlenbehandlung kann als primäre Therapie im kurativen Sinne oder als palliative Therapie eingeleitet werden, aber auch als ergänzende Therapie im Falle einer unvollständigen oder marginalen chirurgischen Exzision eines Maulhöhlentumors. Um das für den individuellen Patienten am besten geeignete Behandlungsprotokoll erstellen zu können, müssen hierbei zunächst die biologische Aktivität des Tumortyps sowie die Einschätzung der makroskopischen bzw. mikroskopischen Strahlenempfindlichkeit des Tumors berücksichtigt werden.

■ Maulhöhlentumore beim Hund Malignes Melanom

Das maligne Melanom ist der häufigste Tumor der Maulhöhle bei Hunden, und macht etwa 30-40% aller oralen malignen Tumore bei dieser Spezies aus. Betroffen sind im typischen Fall Hunde im Alter von über 10 Jahren, überrepräsentiert sind kleinere Rassen (insbesondere der Cocker Spaniel), sowie Hunde mit dunkel pigmentierter Schleimhaut (4). Die Zubildungen können prinzipiell in jeder Lokalisation in der Maulhöhle auftreten, werden meist jedoch in absteigender Häufig-



© Courtesy D. Argyle

Abbildung 1. Pigmentiertes Melanom am Unterkiefer eines Hundes.

keit an der Gingiva, an den Lippen, an der Zunge und am harten Gaumen gefunden (5). Etwa 2/3 der oralen malignen Melanome sind pigmentiert (**Abbildung 1**), und 1/3 sind amelanotisch. Gewöhnlich sind maligne Melanome ulzerös, und häufig besteht eine Knochenbeteiligung. Die Histopathologie eines oralen Melanoms kann verwirrend sein, und nicht selten werden diese Tumore fälschlicherweise als schwach differenzierte Sarkome oder Karzinome diagnostiziert. Melan-A ist ein immunhistochemischer Marker, der als Melanom-spezifischer Marker eingesetzt wird (4), seine Sensitivität sinkt jedoch mit zunehmendem Differenzierungsgrad des Tumors (3).

Maligne Melanome verhalten sich lokal aggressiv und besitzen ein hohes metastatisches Potenzial. Typische Lokalisationen von Metastasen sind die regionalen Lymphknoten (bis zu 74%) und die Lunge (bis zu 67%). Das WHO-Stagingsystem für canine maligne Melanome ist von prognostischer Bedeutung, wobei die Tumorgöße die höchste Relevanz besitzt. Die metastatische Rate ist abhängig von Größe, Lokalisation und Stadium des Tumors. Weitere Faktoren, die für eine schlechte Prognose sprechen, sind unvollständige chirurgische Ränder, bestimmte Lokalisationen des Tumors (kaudaler Unterkiefer und rostraler Oberkiefer), ein mitotischer Index über 3, eine Knochenlyse (5), und (erst kürzlich dokumentiert) hohe ki67-Protein-Werte in Biopaten (6).

Sowohl die Chirurgie als auch die Strahlentherapie ermöglichen im Allgemeinen eine hervorragende lokale Tumorkontrolle. Das Problem der Behandlung dieser Neoplasie liegt in der gegenwärtig nur begrenzten Verfügbarkeit von systemischen Therapeutika und der Tatsache, dass diese Patienten an weiter entfernt liegenden Metastasen sterben.

Als Behandlungsstandard bei Patienten ohne dokumentierte weiter entfernt liegende Metastasen gilt die chirurgische Resektion der Zubildung mit breiten Exzisionsrändern im gesunden Gewebe. Die chirurgische Behandlung erweist sich in den meisten Fällen als ein schnelles und finanziell akzeptables Verfahren und kann oft auch in kurativer Absicht durchgeführt werden. Eine Strahlenbehandlung ist im Falle einer unvollständigen chirurgischen Resektion oder bei nicht ausreichend breiten Exzisionsrändern im gesunden Gewebe angezeigt, oder aber anstelle der chirurgischen Resektion eines als nicht exzidierbar beurteilten Tumors. Zur Anwendung kommen in solchen Fällen hypofraktionierte Bestrahlungsprotokolle von 6-9 Gy wöchentlich bis zu einer Dosis von 24-36 Gy mit hervorragenden lokalen Tumorkontrollraten.

Maligne Melanome gelten als relativ resistent gegenüber der Chemotherapie. Am häufigsten werden Platinverbindungen eingesetzt, sowohl für die systemische Kontrolle als auch für die Radiosensibilisierung. Als potenzielle Substanzen werden sowohl Carboplatin als auch Melphalan genannt, die dokumentierten Gesamtansprechraten liegen jedoch unter 30% (3).

Die Prognose für Hunde mit malignem Melanom ist schlecht. Patienten mit einem Melanom im Stadium I, das mit Standardtherapieoptionen wie Chirurgie, Strahlenbehandlung und Chemotherapie behandelt wird, haben eine mediane Überlebenszeit von 12-24 Monaten, wobei die meisten Hunde eher an metastatischen Erkrankungen sterben als an lokalen Rezidiven des Tumors (5). Erforderlich sind deshalb fortgesetzte Forschungsbemühungen im Bereich systemischer Therapien, die sich gezielt gegen die sekundären metastatischen Erkrankungen richten. Die Immuntherapie gilt in diesem Zusammenhang als eine Option mit entsprechendem Potenzial, und in einigen Ländern ist eine DNA-Vakzine für Hunde mit oralen Melanomen zugelassen. Die Vakzine kodiert für eine humane Version eines als Tyrosinase bezeichneten Proteins, das sowohl in humanen als auch in caninen Melanomzellen vorkommt. Die Impfung stimuliert den Hund, Tyrosinase zu bilden. In der Folge generiert das Immunsystem des Hundes

Abbildung 2. Linksseitiges tonsilläres Plattenepithelkarzinom (PEK) bei einem Hund. Zu beachten ist das umfangreiche Wachstum in laterale Richtung und die anhängende gestielte Zubildung im kaudalen Pharynx.



© Courtesy L. McCartan

eine Antwort in Richtung des Proteins, die schließlich auch die auf den Melanomzellen vorhandene Tyrosinase attackiert (7). Die Vakzine wird viermal im Abstand von jeweils zwei Wochen intradermal verabreicht und dann alle sechs Monate geboostert. Die Impfung ist teuer, sie hat aber nur wenige Nebenwirkungen.

Die Überexprimierung von COX-2 in kutanen, oralen und okulären Melanomen hat zur Hypothese geführt, dass NSAIDs eine Rolle in der Behandlung dieser Tumore spielen könnten (8). Laufende Forschungsarbeiten untersuchen gegenwärtig die Expression von KIT, eines in malignen Melanomen vorkommenden, transmembranen Tyrosinkinase-Rezeptors, und seines Einsatzes als Target für neue Anti-Tumor-Therapeutika. Das Wissen um die potenzielle Rolle von Tyrosinkinasehemmern in der Behandlung dieses Tumors befindet sich aber nach wie vor in den frühen Stadien.

Plattenepithelkarzinom

Plattenepithelkarzinome (PEK) sind die zweithäufigsten Maulhöhlentumore bei Hunden, und machen 17-25% aller Fälle aus (3). Hierbei sollten zwei unterschiedliche Entitäten berücksichtigt werden: tonsilläre PEK und nicht-tonsilläre PEK. Die Gesamtprognose für Tiere mit nicht-tonsillären PEK ist gut, insbesondere, wenn es sich um kleine und rostral gelegene Tumoren handelt. Plattenepithelkarzinome verhalten sich im typischen Fall lokal aggressiv und verursachen häufig eine Knochenlyse. Einschätzungen zufolge besitzen sie aber ein niedriges metastatisches Potenzial. Metastasen in regionalen Lymphknoten werden in bis zu 10% der Fälle beschrieben, und weiter entfernt liegende Metastasen in der Lunge in 3 bis 36% der Fälle (3). Tonsilläre PEK (**Abbildung 2**) weisen dagegen ein sehr viel höheres metastatisches Potenzial auf. Bis zu 77% der betroffenen Patienten weisen Metastasen in regionalen Lymphknoten auf, und 42 bis 63% entwickeln weiter entfernte Metastasen (9). Bei Patienten mit tonsillären PEK kommt es nach chirurgischer Therapie oder Strahlenbehandlung häufig zur Entwicklung lokaler Tumorzidive.

Bei nicht-tonsillären PEK spielen ebenso wie bei allen anderen Tumoren der Maulhöhle die Lokalisation und die Größe des Tumors eine bedeutende Rolle. Die Herausforderung in diesen Fällen besteht in der lokalen Tumorkontrolle. Trotz des geringen metastatischen Potenzials sollte auch bei diesen Patienten vor der Einleitung der endgültigen Therapie stets ein vollständiges Staging durchgeführt werden. Lokale Tumore können mit Hilfe der Chirurgie oder Strahlentherapie kontrolliert werden, und in vielen Fällen erweist sich eine Kombination beider Behandlungsverfahren als ideal. Bei Tumoren im Unterkieferbereich ist das Outcome tendenziell besser als bei Tumoren im Bereich des Oberkiefers. Nach Mandibulektomie wird eine Rezidivrate von 8% beschrieben, wenn ein Exzisionsrand von mindestens 1 cm erreicht wird, einhergehend mit einer Einjahresüberlebensrate von 91% und einer medianen Überlebenszeit zwischen 19 und 26 Monaten. Nach Maxillektomie liegen die Rezidivraten bei 29%, einhergehend mit einer Einjahresüberlebensrate von 57% und einer medianen Überlebenszeit von 10 bis 19 Monaten (10). Bei der chirurgischen Entfernung von PEK wird ein Exzisionsrand von 2 cm im

gesunden Gewebe empfohlen. Kommt eine chirurgische Exzision nicht in Frage (aufgrund der Größe oder Lokalisation des Tumors), oder sind die Exzisionsränder unvollständig bzw. reichen nicht ausreichend weit ins gesunde Gewebe, ist eine Strahlentherapie zur endgültigen Behandlung angezeigt. Verschiedene Studien untersuchen die Überlebenszeit nach Strahlenbehandlung. In einer Studie mit 19 Hunden lag die progressionsfreie Gesamtüberlebenszeit nach einer vollständigen Strahlenbehandlung bei 36 Monaten. In diesen Fällen waren eher lokale Tumorzidive der typische Grund für das Scheitern der Behandlung, und weniger die Entwicklung regionaler Metastasen. Ein weiterer Bericht dokumentiert ein medianes krankheitsfreies Intervall von 12 Monaten und eine Überlebenszeit von 14 Monaten bei Hunden nach vollständiger Strahlenbehandlung (10). Eine verbesserte lokale Tumorkontrollrate wird bei kleineren Tumoren, bei rostral gelegenen Tumoren, bei Tumoren im Bereich des Unterkiefers und bei jüngeren Patienten erreicht.

Eine Chemotherapie ist bei Patienten mit PEK der Maulhöhle im typischen Fall nicht angezeigt, sie kann aber eingesetzt werden bei Hunden mit nachgewiesener metastatischer Erkrankung, bei Hunden mit einer hohen Tumorbürde oder in Fällen, in denen die Besitzer eine chirurgische Behandlung und/oder Strahlentherapie ablehnen. Bei diesen Patienten können Platinverbindungen als Chemotherapeutika in Betracht gezogen werden. NSAIDs sind eine vernünftige Ergänzung zu den Standardbehandlungsoptionen, entweder zusammen mit einer Chemotherapie oder als eigenständige Therapie bei Patienten, bei denen der Einsatz aggressiverer Therapeutika abgelehnt wird.

Fibrosarkom

Das orale Fibrosarkom ist der dritthäufigste Tumor der Maulhöhle bei Hunden. In vielen Fällen weist dieser Tumor eine sehr gutartige Histopathologie auf und kann gelegentlich auch als eine nicht-neoplastische Veränderung fehlinterpretiert werden. In der Regel zeigen orale Fibrosarkome jedoch ein extrem aggressives biologisches Verhalten mit schnellem Wachstum,

hochgradiger Knochenzerstörung und Deformierung des Gesichts. Diese Form wird häufig als biologisch hochgradiges („high-grade“) und histologisch geringgradiges („low-grade“) Fibrosarkom bezeichnet. Fibrosarkome besitzen eine Prädisposition für den harten Gaumen und den Oberkiefer. Während sich Fibrosarkome auf lokaler Ebene im typischen Fall sehr aggressiv verhalten, metastasieren sie nur in weniger als 30% der Fälle in die regionalen Lymphknoten und die Lunge (3). Auch hier sind die Größe und die Lokalisation des Tumors prognostisch relevante Faktoren. Als Standardbehandlung für diese Patienten gilt eine multimodale Therapie, bestehend aus chirurgischer Behandlung und Strahlentherapie. Nach früheren Berichten werden bei ausschließlich chirurgischer Behandlung im typischen Fall Überlebenszeiten von weniger als einem Jahr beobachtet. Eine neuere Veröffentlichung beschreibt jedoch eine bessere lokale Kontrolle und längere Überlebenszeiten (Gesamtüberleben 24,8 Monate) als frühere Berichte (11). Mögliche Ursachen hierfür sind fortschrittlichere chirurgische Techniken sowie der zunehmende Einsatz der Computertomographie im Vorfeld entsprechender chirurgischer Eingriffe. Bei der Planung der Resektion eines oralen Fibrosarkoms sollte das Ziel sein, möglichst weit im gesunden Gewebe gelegene Exzisionsränder zu erreichen, eine chirurgische Exzision dieser Tumore sollte aber auch dann in Betracht gezogen werden, wenn Exzisionsränder von 2 cm nicht zu erwarten sind (11). Bei großvolumigen Zubildungen gilt die Strahlentherapie als weniger ideal, da diese Tumore als relativ strahlenresistent gelten. Durch den kombinierten Einsatz einer chirurgischen Therapie und einer Strahlenbehandlung lassen sich die Behandlungserfolge verbessern.

In Anbetracht der allgemein niedrigen metastatischen Rate ist die Rolle der Chemotherapie noch nicht vollständig geklärt, und der Fokus der Behandlung oraler Fibrosarkome sollte auf die lokale Tumorkontrolle gerichtet bleiben.

Akanthomatöses Ameloblastom

Beim caninen akanthomatösen Ameloblastom (CAA) handelt es sich um einen gutartigen odontogenen Tumor oder Epulis. Der Terminus Epulis ist ein deskriptiver Begriff für expansive, gingivale Läsionen. Odontogene Tumore gelten im Allgemeinen als selten, und es herrscht eine große Verwirrung bezüglich ihrer Nomenklatur, ihres Ursprungs sowie bezüglich ihrer Abgrenzung gegenüber anderen reaktiven Läsionen des Zahnfleisches. Akanthomatöse Epuliden des Hundes weisen mikroskopische Muster auf, die denen des humanen Ameloblastoms entsprechen. Ihr klinisch invasives Verhalten, häufig einhergehend mit einer Zerstörung des darunter liegenden Knochens (im Unterschied zu anderen odontogenen Tumoren) weist Ähnlichkeiten mit dem des humanen intraossären Ameloblastom auf. Heute wird dieser Tumor als canines akanthomatöses Ameloblastom (CAA) bezeichnet, da er inzwischen als eine eigenständige Entität ohne ein exaktes humanes Äquivalent betrachtet wird (12).

Akanthomatöse Ameloblastome befallen am häufigsten den rostralen Unterkieferbereich, und Rassen wie Golden Retriever, Akita, Cocker Spaniel und Shetland Sheepdog sind überrepräsentiert (3,12). Typisch ist ein blumenkohlartiges, vermehrt

Abbildung 3. Akanthomatöses Ameloblastom am Oberkiefer eines Deutschen Schäferhundmischlings.



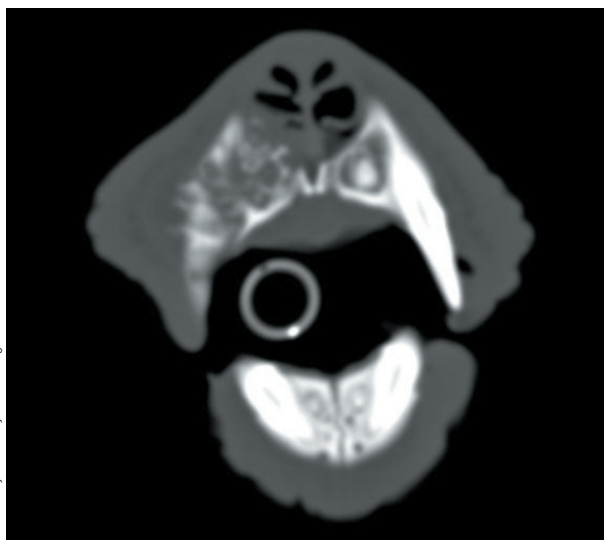
© Courtesy M. Renwick

rotes und ulzeröses Erscheinungsbild (**Abbildung 3**). Der Tumor gilt zwar als lokal aggressiv, eine Metastasenbildung ist aber nicht bekannt, und somit ist die lokale Kontrolle der Eckpfeiler der Therapie. In der Regel wird eine chirurgische Mandibulektomie oder Maxillektomie durchgeführt. Nach Exzision mit breiten Rändern im gesunden Gewebe sind die lokalen Rezidivraten niedrig. Ein CT zur Ermittlung des genauen Ausmaßes der Beteiligung des darunter liegenden Knochengewebes ist von Vorteil (**Abbildung 4**). Als endgültige Behandlung kann auch eine Strahlentherapie in Betracht gezogen werden, wenn das Erreichen ausreichend breiter Exzisionsränder im Einzelfall unwahrscheinlich ist oder wenn es darum geht, eine gute Funktion oder akzeptable kosmetische Verhältnisse zu erhalten. Nach Strahlenbehandlungen wurden hervorragende Ansprechraten festgestellt mit lokalen Rezidivraten von bis zu 18% in den beschriebenen Fällen, wobei größere Tumoren mit einer höheren Rezidivwahrscheinlichkeit einhergehen (13). Eine weitere für die Behandlung des CAA beschriebene Option ist die intraläsionale Applikation von Bleomycin (14). Die Prognose für diesen Tumortyp ist hervorragend, und eventuelle Todesfälle treten bei den meisten Patienten unabhängig vom odontogenen Tumor auf.

Eine neuere Veröffentlichung beschreibt eine weniger aggressive chirurgische Exzision für die Behandlung dieses Tumortyps. Hierbei werden der ventrale kortikale Knochen der Mandibula bzw. der dorsale Abschnitt der Maxilla geschont, während der Tumor, die umgebenden Zähne und die parodontalen Strukturen entfernt werden. Offensichtliche Vorteile dieses schonenderen Verfahrens sind eine weniger stark ausgeprägte Verschiebung des Unterkiefers und eine verbesserte Zahnokklusion. In neun Fällen, die über einen Zeitraum von drei Monaten bis fünf Jahren unter Beobachtung standen, wurden keine Rezidive festgestellt, und es wurde eine hohe Kundenzufriedenheit dokumentiert (15). Die für diese schonende chirurgische Intervention ausgewählten Läsionen waren klein (< 2 cm) und wiesen eine Knochenbeteiligung von < 3 mm auf, was darauf hinweist, dass bei umfangreicheren Zubildungen diesen Typs auch weiterhin eine traditionelle, weiter ausgedehnte Exzision in Betracht zu ziehen ist.

■ Maulhöhlentumore der Katze Plattenepithelkarzinom

Das Plattenepithelkarzinom ist der häufigste Maulhöhlentumor der Katze und macht etwa 65% aller bei dieser Spezies zu beobachtenden oralen Tumore aus. Prinzipiell können Plattenepithelkarzinome von jeder Maultschleimhautoberfläche ausgehen, einschließlich der sublingualen Region, der Tonsillen und des Pharynx. Der Tumor verhält sich lokal sehr aggressiv und ruft häufig eine Lysis des darunter liegenden Knochengewebes hervor. Die Metastasierungsrate in regionale Lymphknoten oder weiter entfernte Strukturen ist niedrig und wird auf etwa 10% geschätzt. Epidemiologischen Studien zufolge könnten verschiedene Risikofaktoren für die Entwicklung eines PEK prädisponieren, bislang liegen aber keine prospektiven, kontrollierten Studien vor, die diese Möglichkeiten weiter untersuchen (16). Das durchschnittliche Alter betroffener Katzen beträgt zehn bis zwölf Jahre. Bei älteren Katzen sollte jede orale Läsion zeitnah biopsiert werden, da eine frühzeitige Dia-



© Courtesy University of Edinburgh HFSA

Abbildung 4. Dieses CT zeigt eine Lysis des darunter liegenden Knochens auf Höhe des oberen rechten Caninus infolge eines CAA. Die CT-Untersuchung zeigte weiterhin eine Lysis eines Teils der Wurzel des ersten Prämolaren und ermöglichte eine genaue Planung der chirurgischen Behandlung.

gnose die Prognose verbessern kann. Viele betroffene Katzen werden zur Untersuchung vorgestellt, weil die Besitzer eine Zubildung in der Maulhöhle festgestellt haben. Die häufigsten klinischen Symptome sind Ptyalismus, Foetor ex ore und in einigen Fällen auch Dysphagie. Das Staging sollte wie bei den Maulhöhlentumoren des Hundes erfolgen und eine zytologische Untersuchung der regionalen Lymphknoten sowie Thoraxröntgenaufnahmen in drei Ebenen umfassen. Orale Röntgenaufnahmen können zwar durchaus hilfreich sein, um eine Lysis des darunter liegenden Knochens zu diagnostizieren, ein CT bietet bei der Beurteilung der Knochenbeteiligung aber eine höhere Genauigkeit und sollte grundsätzlich bei allen Patienten durchgeführt werden, bei denen eine aggressive Therapie in Erwägung gezogen wird.

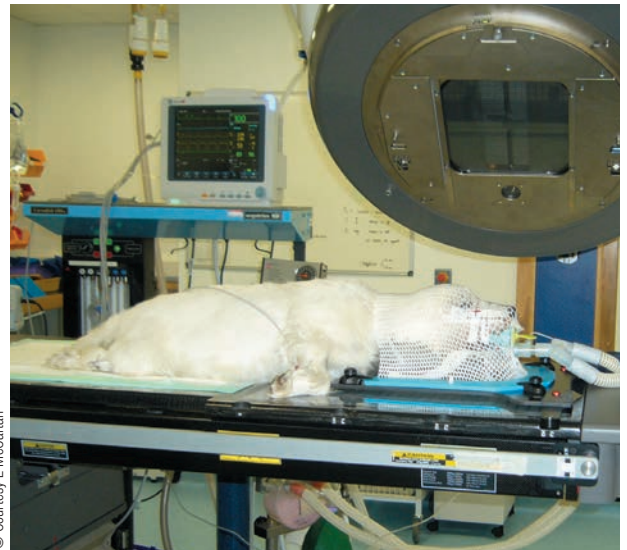
Die Behandlung von Plattenepithelkarzinomen bei der Katze stellt nach wie vor eine große Herausforderung dar, und die Prognose ist schlecht. Eine chirurgische Behandlung und eine Strahlentherapie können zwar durchgeführt werden, die mediane Überlebenszeit ist jedoch kurz, wobei Überlebensraten von mehr als drei Monaten selten sind und die Einjahresüberlebensrate unter 10% liegt. Potenziell bessere Prognosen haben Patienten mit kleinen, rostral lokalisierten Tumoren, die mit weit im gesunden Gewebe liegenden Rändern chirurgisch exzidiert werden können und/oder bei denen eine ergänzende Strahlenbehandlung eingesetzt wird. Die Resektion des Unterkieferknochens, kombiniert mit einer kurativ ausgerichteten Strahlentherapie führt zu einer medianen Überlebenszeit von 14 Monaten. In der Mehrzahl der Fälle erreicht eine chirurgische Behandlung allein keine signifikante Erhöhung der Überlebenszeit, da sich der Tumor lokal sehr invasiv verhält und ausreichend breite Exzisionsränder im gesunden Gewebe in der Regel nicht zu erreichen sind. Auch eine palliative Strah-

lenherapie ist nicht in der Lage, die Überlebenszeit im Vergleich zu unbehandelten Fällen nachweislich signifikant zu verbessern. Bislang hat sich keine Chemotherapie als wirksame Behandlungsoption erwiesen. Historisch konnten die Ergebnisse durch eine Kombination von Strahlentherapie und Radiosensibilisierung verbessert werden, dokumentiert sind aber schnell eintretende Rezidive. Ein neuerer Artikel beschreibt ein akzeleriertes Bestrahlungsprotokoll mit begleitender Chemotherapie: Die Katzen erhielten 14 Fraktionen à 3,5 Gy mit einer Gesamtdosis von 49 Gy über einen Zeitraum von neun Tagen und begleitend das Chemotherapeutikum Carboplatin intravenös. Es handelt sich um ein sehr intensives Protokoll, das aber gut verträglich war und eine mediane Überlebenszeit von 169 Tagen erreichte; Katzen mit Erkrankung der Tonsillen oder der Wangen wiesen höhere Überlebenszeiten auf (17).

Von zentraler Bedeutung bei der Behandlung dieser Patienten sind das Schmerzmanagement, die Erwägung einer Gabe von NSAIDs und Antibiotika, sowie eine regelmäßige und häufige Beurteilung der Lebensqualität.

■ Schlussfolgerung

Die Ätiologie von Tumoren der Maulhöhle ist bei Hunden und Katzen nur wenig dokumentiert. Dagegen weiß man in der Humanmedizin, dass der häufigste Mundhöhlenkrebs beim Menschen, das Plattenepithelkarzinom, mit dem Genuss von Alkohol und Tabak zusammenhängt. Auch hier sind das klinische Stadium, die Lokalisation und der histologische Grad von prognostischer Relevanz, und die therapeutischen Optionen stützen sich im Wesentlichen auf die Chirurgie und die Strahlentherapie. Die initiale Diagnostik oraler Tumore bei Hunden und Katzen ist von entscheidender Bedeutung für die Erstellung der endgültigen Diagnose, das klinische Staging und die Wahl der geeigneten therapeutischen Optionen, aber auch für die Prognose im Einzelfall. Mit Ausnahme des



© Courtesy L. McCartan

Abbildung 5. Ein Hund mit Maulhöhlentumor ist vorbereitet für eine Strahlenbehandlung. Zu beachten ist die aus thermoplastischem Material bestehende Lagerungshilfe für eine exakte Ausrichtung des Patienten und des Behandlungsfeldes.

malignen Melanoms ist das zentrale Ziel der Therapie bei den am häufigsten vorkommenden Tumoren in aller Regel die lokale Tumorkontrolle. Die jüngsten Fortschritte und Verbesserungen im Bereich der Strahlentherapie (**Abbildung 5**) für veterinärmedizinische Patienten sollten zu einer zunehmenden Anwendung dieser therapeutischen Option bei der Behandlung dieser Tumoren führen und dafür sorgen, dass die Strahlentherapie in entsprechend geeigneten Fällen als ein integraler Bestandteil eines multimodalen therapeutischen Ansatzes aus Chirurgie und Chemotherapie zum Einsatz kommt.

Literatur

- Hoyt RF, Withrow SJ, Hoyt RF, *et al.* Oral malignancy in the dog. *J Am Anim Hosp Assoc* 1984;20:83-92.
- Stebbins KE, Morse CC, Goldschmidt MH. Feline oral neoplasia: a ten-year survey. *Vet Pathol* 1989;26:121-8.
- Liptak JM, Withrow SJ. Oral Tumors. In: Withrow, SJ and Vail, DM eds. *Small Animal Clinical Oncology* 4th ed. St Louis, Missouri: Saunders Elsevier; 2007:455-510.
- Ramos-Vara JA, Beissenherz ME, Miller MA, *et al.* Retrospective study of 338 canine oral melanomas with clinical, histologic, and immunohistochemical review of 129 cases. *Vet Pathol* 2000;37(6):597-608.
- Bergman PJ. Canine oral melanoma. *Clin Tech Small Anim Pract* 2007;22(2):55-60.
- Bergin IL, Smedley RC, Esplin DG, *et al.* Prognostic evaluation of Ki67 threshold value in canine oral melanoma. *Vet Pathol* 2011;48(1):41-53.
- USDA licenses DNA vaccine for treatment of melanoma in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2010;236(5):495.
- Pires I, Garcia A, Prada J, *et al.* COX-1 and COX-2 expression in canine cutaneous, oral and ocular melanocytic tumors. *J Comp Pathol* 2010;143(2-3):142-9.
- Clarke BS, Mannion PA, White RAS. Rib metastases from a non-tonsillar squamous cell carcinoma in a dog. *J Small Anim Pract* 2011;52(3):163-7.
- Grier CK, Mayer MN. Radiation therapy of canine nontonsillar squamous cell carcinoma. *Can Vet J - Revue Vétérinaire Canadienne* 2007;48(11):1189-91.
- Frazier SA, Johns SM, Ortega J, *et al.* Outcome in dogs with surgically resected oral fibrosarcoma (1997-2008). *Vet Comp Oncol* 2012;10(1):33-43.
- Fiani N, Verstraete FJM, Kass PH, *et al.* Clinicopathologic characterization of odontogenic tumors and focal fibrous hyperplasia in dogs: 152 cases (1995-2005). *J Am Vet Med Assoc* 2011;238(4):495-500.
- Mayer MN, Anthony JM. Radiation therapy for oral tumors: Canine acanthomatous ameloblastoma. *Can Vet J - Revue Vétérinaire Canadienne* 2007;48(1):99-101.
- Kelly JM, Belding BA, Schaefer AK. Acanthomatous ameloblastoma in dogs treated with intralesional bleomycin. *Vet Comp Oncol* 2010;8(2):81-6.
- Murray RL, Aitken ML, Gottfried SD. The use of rim excision as a treatment for canine acanthomatous ameloblastoma. *J Am Anim Hosp Assoc* 2010;46(2):91-6.
- Moore A. Treatment choices for oral cancer in cats; What is possible? What is reasonable? *J Fel Med Surg* 2009;11(1):23-31.
- Fidel J, Lyons J, Tripp C, *et al.* Treatment of oral squamous cell carcinoma with accelerated radiation therapy and concomitant carboplatin in cats. *J Vet Int Med* 2011;25(3):504-10.

PERSÖNLICHE EMPFEHLUNGEN...

Frakturen des Oberkiefers und des Unterkiefers bei Katzen



■ **Markus Eickhoff** Tierarzt und Zahnarzt
Weissach bei Stuttgart, Deutschland

Dr. Eickhoff schloss sein Zahnmedizinstudium 1993 an der Johann Wolfgang von Goethe Universität Frankfurt ab und sein Tiermedizinstudium 1999 an der Justus Liebig Universität Gießen. Er ist Past-President der „Deutschen Gesellschaft für Tierzahnheilkunde“ (DGT) und betreibt eine Fachpraxis für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Weissach bei Stuttgart. Dr. Eickhoff ist Autor dreier Fachbücher zu dieser Thematik.

■ Einleitung

Bei der Katze machen Kieferfrakturen 5-7% aller Frakturen aus, häufig verursacht durch Autounfälle oder Stürze aus großer Höhe (**Abbildung 1**). Kieferfrakturen unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht von Frakturen anderer Lokalisationen. Unterschiede ergeben sich insbesondere bei der Versorgung von Frakturen in zahntragenden Abschnitten der Kiefer. Zähne sind bei Kieferfrakturen häufig mit betroffen. Deren Schonung und Funktionalität in ungestörter Okklusion stellen wichtige Faktoren der therapeutischen Versorgung dar. Zähne können zudem eine wichtige Rolle bei der Reposition und Stabilisierung einer Fraktur spielen. Eine schnelle funktionelle Wiederherstellung für die zwingend notwendige Futteraufnahme steht im Vordergrund der Versorgung. Häufig ist die Fraktur des Kiefers jedoch eingebunden in eine Polytraumaproblematik, so dass primär nicht die Rekonstruktion des Kiefers im Fokus steht, sondern die Stabilisierung des Tieres

z.B. in Form stationärer Aufnahme mit Schockbehandlung. In der Regel wird die verunfallte Katze vom Besitzer zeitnah beim Tierarzt vorgestellt, da häufig ausgeprägte, multiple Verletzungen vorliegen. Manchmal erscheinen die verletzten Tiere jedoch auch erst Tage nach dem Trauma wieder beim Besitzer, so dass das akute Geschehen oder speziell auch eine mögliche Kieferfraktur nicht mehr so offensichtlich sind.

■ Diagnose

Sichere Frakturzeichen sind die abnorme Beweglichkeit eines Kieferanteils, zeigt sich zusätzlich Krepitation ist definitiv von einer Fraktur auszugehen. Symmetrieabweichungen wie Schwellungen, Enophthalmus, Exophthalmus oder laterale sowie rostrokaudale Abweichungen im Kieferschluss sind allein unsichere Frakturzeichen. Ein inhibierter Kieferschluss mit unnatürlicher Bewegungsamplitude des Unterkiefers kann z.B. auch Folge einer Kiefergelenksluxation sein.

KERNAUSSAGEN

- Im Vordergrund der Versorgung von Kieferfrakturen bei der Katze steht die Wiederherstellung einer funktionellen Okklusion.
- Kieferfrakturen sind oft nur eine Komponente einer Polytraumaproblematik.
- Es muss darauf geachtet werden, dass die Behandlung einer Kieferfraktur nicht zu einer Beeinträchtigung der Vitalität von Zähnen führt.
- Die Beurteilung von Kieferfrakturen verlangt eine gute Röntgentechnik und kann durch den Einsatz von CT und MRT verbessert werden.

Abbildung 1. Katze nach Trauma: Inhibierung des Kieferschlusses aufgrund einer Okklusionsstörung im Bereich der Canini nach Unterkieferfraktur.



© Markus Eickhoff / Thieme

Objektiviert wird das Vorliegen einer Kieferfraktur durch Röntgenaufnahmen in mehreren Ebenen mit dorsoventralem oder ventrodorsalem, sowie laterolateralem Strahlengang, ergänzt durch Schrägprojektionen zur Eliminierung von Superposition einzelner Strukturen. Bei Impressionsfrakturen des Oberkiefers oder bei kaudalen Unterkieferfrakturen ist eine Darstellung im Schnittbildverfahren kombiniert mit einer daraus errechneten dreidimensionalen Darstellung (CT, MRT) häufig aussagekräftiger. In zahntragenden Kieferabschnitten ist mit detailgenauen intraoralen Einzelzahnrontgenaufnahmen eine feinzeichnende und aussagekräftige Darstellung des Frakturbereichs möglich.

Kombiniert mit einer Kieferfraktur finden sich häufig Weichteilverletzungen mit Blutungen in der Mundhöhle, vermehrtes Speicheln, traumatisch bedingte Zahnfehlstellungen oder -luxationen, alles eingebunden in ein schmerzhaftes, entzündliches Geschehen, welches die Untersuchung nicht erleichtert. Abweichungen im Kieferschluss infolge von Störkontakten in der engen Verzahnung der Katze sollten immer auf eine potentielle Kieferfraktur abgeklärt werden.

■ Oberkieferfrakturen

Der Oberkiefer setzt sich zusammen aus dem paarigen Os maxillae, Os incisivum und Os palatinum. Linke und rechte Seite vereinen sich mittig in der Sutura palatina mediana. An großen versorgenden Gefäßen findet sich im Oberkiefer die A. infraorbitalis, und die A. palatina major. Über das Foramen maxillare in der Fossa pterygopalatina tritt die A. infraorbitalis kaudal in den Canalis infraorbitalis ein, am Foramen infraorbitale verlässt sie die Maxilla wieder. Die A. palatina major tritt am Foramen palatinum majus auf die mundhöhlenseitige Fläche des Gaumens und verläuft im Sulcus palatinus mittig auf jeder Seite nach rostral.

Bei Frakturen der Maxilla sind Dislokationen der Frakturenden in der Regel nicht ausgeprägt. Am häufigsten kommt es zur Sprengung im Bereich der Sutura palatina mediana. Dabei kann es zu einem vertikalen wie horizontalen Versatz der Frakturseiten gegeneinander kommen mit Störung der Okklusion. Meist zerreißt zusätzlich Gaumen- wie Nasenschleimhaut, so dass eine traumatisch bedingte Gaumenspalte entsteht, welche die Gefahr der Aspiration von Futter oder Fremdkörpern birgt. Ein Reponieren der Frakturenden ist aufgrund der Masse der beteiligten Strukturen im Bereich des Gesichtsschädels nicht immer möglich. Gelingt sie, ist eine Stabilisierung der reponierten Situation über eine Draht-Kunststoffschiene eine geeignete Vorgehensweise. Dabei werden Cerclagedrähte um die Zähne geführt, verdrillt und in Kunststoff eingebettet, welcher mittels Anätztechnik mit Phosphorsäure an den Zähnen befestigt wird. In vielen Fällen ist auch eine alleinige Stabilisierung über Kunststoff möglich. Cerclagedraht ist immer dann von Nöten, wenn für das Aufbringen des Kunststoffes die reponierte Situation gesichert werden muss.

Ist ein Reponieren im Bereich der Sutura palatina mediana nicht möglich, ist die weichgewebliche Deckung der trauma-

tischen Gaumenspalte angezeigt. Bei weitem Klaffen der Spalte werden zwei Schleimhautplastiken bevorzugt zur Deckung angewandt, die Brückenlappenplastik und die Umschlaglappenplastik.

- **Brückenlappenplastik:** Nach Auffrischung der medialen Wundränder wird ein Paramarginalschnitt wenige Millimeter palatinal der Backenzähne durchgeführt. Der gesamte Gaumenfaltenbereich zwischen Gaumenspalte und Paramarginalschnitt wird samt A. palatina unterminiert und bleibt lediglich rostral und kaudal mit der Gaumenschleimhaut verbunden. Um einen mehrschichtigen, und damit sichereren Verschluss zu erzielen, wird die Schleimhaut des Nasenbodens nach Mobilisierung miteinander vernäht. Zusätzlich kann unter der Gaumenschleimhaut eine resorbierbare Membran eingebracht werden, die die Heilung unterstützen soll. Anschließend werden die „Brückenlappen“ der Gaumenschleimhaut nach medial verschoben und mit Einzelheften vernäht (*siehe Abbildung 15, Seite 9*).
- **Umschlaglappenplastik:** Vorrangiges Ziel der Umschlaglappenplastik ist die Verlagerung des Nahtbereichs in eine knochenunterstützte Zone. Auf einer Seite der Gaumenspalte wird mittels Paramarginalschnitt ein Umschlaglappen präpariert unter Schonung der A. palatina, der Rand der Gaumenspalte bleibt unberührt. Der Lappen wird umgeschlagen und unter die gaumenspaltenseitig unterminierte Schleimhaut gezogen und mittels Nähten fixiert. Problematisch bei dieser Form des Verschlusses bei der Katze ist die Mobilisierung der A. palatina, welche für die vaskuläre Versorgung des Umschlaglappens essentiell ist. Bei Verletzung oder Abriss der Arterie muss mit der Nekrose des Schleimhautlappens gerechnet werden. Weiterhin kann durch die Zerreißung der Schleimhaut im Bereich der traumatischen Gaumenspalte nach Umklappen per se eine Undichtigkeit vorliegen, so dass die Gefahr einer bleibenden Fistelung besteht.

Ausbruchsfrakturen des Oberkiefers finden sich häufig unter Mitbeteiligung des Oberkiefercaninus, welcher aufgrund seiner exponierten Lage und seiner Länge prädisponiert ist. Es kommt zu einer lateralen Luxation des Zahnes aus seiner Alveole mitsamt der bukkalen Knochenbedeckung. Bei zeitiger Behandlung ist zumeist ein Reponieren möglich, welches dann mittels einer Kunststoffschiene stabilisiert werden kann. Nach Ausheilung sollte die Vitalität des betroffenen Zahnes mittels Röntgenaufnahmen kontrolliert werden (Pulpaweite, periapikales Geschehen), um gegebenenfalls eine endodontische Behandlung einleiten zu können.

Bei multiplen Frakturen im Oberkieferbereich mit Dislokation der Frakturfragmente bietet sich der Einsatz von Miniplatten an, um eine Rekonstruktion des Oberkiefers unter maximaler Schonung der Zahnwurzeln zu erzielen.

■ Unterkieferfrakturen

Der Unterkiefer besteht aus rechter und linker Mandibula, die im Bereich der Unterkiefersymphyse syndesmotisch oder

synchondrotisch miteinander verbunden sind. Die Entwicklung einer Synostose ist im Laufe des Katzenlebens zwar möglich, in der Regel bleibt jedoch eine limitiert bewegliche Verbindung der linken und rechten Unterkieferhälfte. Man unterscheidet das Corpus mandibulae (horizontaler Unterkieferast) vom Ramus mandibulae (vertikaler Unterkieferast). Die Zähne befinden sich in der Pars alveolaris des Corpus. Zentrale Gefäße und Nerven erreichen den Unterkiefer mit Eintritt am Foramen mandibulare an der Innenseite des Ramus mandibulae, verlaufen dann im Canalis mandibularis parallel zum Ventralrand des Unterkiefers nach rostral, Anteile treten an den Foramina mentalia im Bereich des dritten Unterkieferprämolaren wieder aus. Der Unterkiefer ist über das Kiefergelenk mit der Schädelbasis im Bereich des Os temporale verbunden. Die Katze besitzt eine sehr tiefe Fossa mit ausgeprägter kaudaler und rostraler Begrenzung, dem Processus retroarticularis und Processus anteglenoidalis. Das Kiefergelenk ist ein inkongruentes Walzengelenk, welches durch einen Diskus vollständig in eine obere und untere Etage getrennt wird. Die Freiheitsgrade des Kiefergelenks der Katze sind aufgrund der engen Einfassung fast ausschließlich auf eine Scharnierbewegung begrenzt, welche in der schneidenden Funktion der rein sekodonten Dentition der Katze ihre Entsprechung findet. Durch die Anisognathie in Form eines im Vergleich zum Oberkiefer schmalere, lingual stehenden Unterkieferzahnboogens ist die sekodonte Funktion komplettiert.

An der lateralen und medialen Fläche des Ramus mandibulae setzen mit dem M. masseter, M. pterygoideus medialis und M. temporalis achsennah die großen Schließer der Kau-muskulatur mit einer rostradorsal ausgerichteten Zugrichtung an. Achsenfern, rostral am Unterkieferkörper, unterstützen vor allem der kaudoventrale Zug des M. digastricus und die Unterzungenmuskulatur die Öffnungsbewegung des Kiefers. Entsprechend der funktionellen Beanspruchung weist der Unterkiefer belastungsbedingte Anpassungen in Form eines Trajektoriensystems mit Ausrichtung von Spongiosabälkchen sowie der Dicke der Kortikalis auf.

Abbildung 2. Versorgung einer Unterkiefersymphysenseparation mittels circummandibulärer Cerclage.



© Markus Eickhoff / Thieme

Je nach Verlauf einer Frakturlinie kann somit eine „günstige“ oder „ungünstige“ Voraussetzung zur Versorgung der Fraktur vorliegen. Der Ventralrand des Unterkiefers ist auf Druckbelastung, der Alveolarkammanteil auf Zugbelastung ausgerichtet, so dass für die Reparatur der Fraktur eine Technik zur Neutralisierung der Zugkräfte auf der ventralen Seite oder eine Zuggurtung auf der dorsalen Seite eingesetzt werden kann, oder beide Verfahren kombiniert. Für eine gute Funktionalität ist die Wiederherstellung des Trajektoriensystems notwendig. Das Vorhandensein der Zähne auf Seiten der Zugbelastung im Frakturbereich ist sehr hinderlich für eine konventionelle invasive Frakturversorgung, dadurch ist insbesondere im zahntragenden Abschnitt des Unterkieferkörpers eine Modifikation der Versorgung anzustreben.

Für Ober- wie für Unterkieferfrakturen gilt, dass eine gute Einstellung der Verzahnung nach Reponieren der Fraktur nur dann gewährleistet ist, wenn die Kontrolle des Kieferschlusses möglich ist. Neben der passageren Extubation zur Kontrolle kommt alternativ die Intubation mittels Pharyngostomie in Betracht, welche während der gesamten Zeit der operativen Versorgung eine fortwährende Kontrolle gewährleistet sowie bei der Verblockung von Ober- und Unterkiefer bei kaudalen Frakturen eine Fixierung im Schlussbiss erlaubt.

Frakturen der Unterkiefersymphyse

Da in der Regel die Unterkiefersymphyse keinen knöchernen Durchbau zeigt, stellt sie bei Unfällen genau genommen eine präformierte Bruchstelle dar, häufig kommt es zu einer „Sprengung“ oder „Separation“ dieser Verbindung. Insbesondere bei Stürzen aus großer Höhe (High rise syndrome) kommt es bei der Katze häufig zu Verletzungen der Unterkieferfront, da die Katze durch geschickte Drehung in der Luft es zwar schafft, mit allen vier Gliedmaßen aufzukommen und sich abzufangen, allerdings schlägt infolgedessen der Kopf mit dem Unterkiefer voran auf den Boden, welches in den meisten Fällen zu einer Separation von linkem und rechtem Unterkieferast führt. Klinisch wie röntgenologisch zeigt sich infolge Muskelzugs eine Verschiebung der Unterkieferäste gegeneinander, dieses ist sowohl vertikal wie horizontal möglich. Die Standardversorgung einer Unterkiefersymphysenseparation ist das Anlegen einer circummandibulären Drahtcerclage kaudal der Unterkiefercanini (**Abbildung 2**). Bei intraoraler Lage der Verdrillung wird der Draht rostral des seitlichen Lippenbändchens unter Zuhilfenahme einer Kanüle subkutan um die Unterkieferfront geführt. Bei seitlichem Anlegen der Verdrillung kann es zu Störkontakten mit dem Oberkiefercaninus kommen, daher kann die Verdrillung auch lingual der Incisivi gelegt und dort in der Schleimhaut versenkt werden. Bei extraoralem Anlegen der Verdrillung wird der Draht über eine Kanüle nach einem kleinen Hautschnitt ventral der Unterkieferfront eingestochen und rostral des seitlichen Lippenbändchens herausgeführt, dann kontralateral rostral des Lippenbändchens wiederum über eine Kanüle eingestochen und zum Ende des Drahtes am Hautschnitt geführt, dort verdrillt und subkutan versenkt. Die verwendete Drahtstärke variiert je nach Größe der Katze zwischen 0,3 und 1mm Durchmesser.

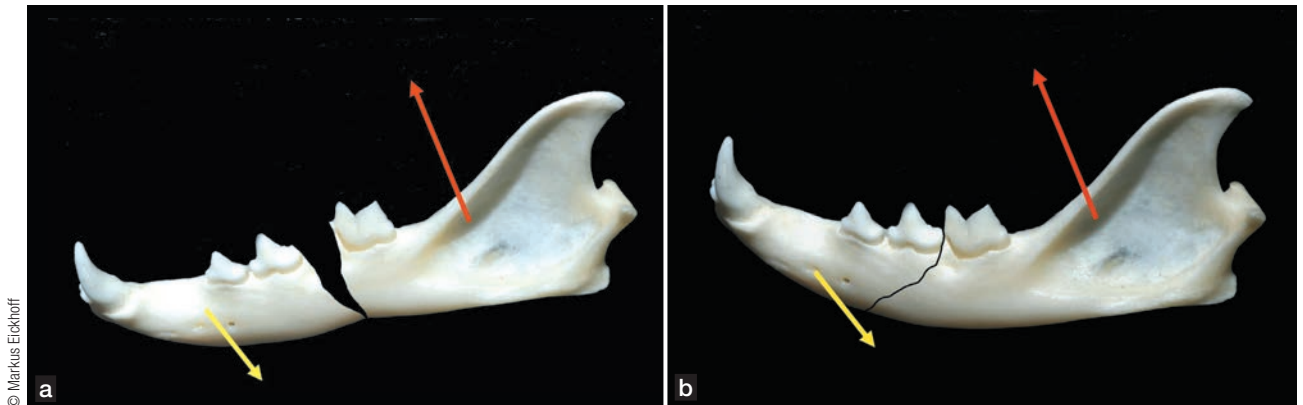


Abbildung 3. Fraktur des Corpus mandibulae. Gelber Pfeil = Zugrichtung der Kieferöffner, roter Pfeil = Zugrichtung der Kieferschließer.

- a.** Ungünstiger Verlauf der Frakturlinie einer Unterkieferkörperfraktur mit Klaffen des Frakturspalt.
- b.** Günstiger Verlauf der Frakturlinie einer Unterkieferkörperfraktur mit Kompression im Bereich des Frakturspalt.

Bei Anziehen der circummandibulären Drahtcerclage muss darauf geachtet werden, dass es nicht zu einer Konvergenz der Unterkiefercaninikronen kommt, welches konsekutiv zu Störkontakten in der Okklusion führt und gegebenenfalls sogar den Kieferschluss inhibieren kann. Zur Vermeidung des Einwärtskippen kann gegebenenfalls eine Kompositbrücke zwischen den Unterkiefercanini mittels Anätztechnik befestigt werden. Die Versorgung einer Unterkiefersymphysenfraktur mittels Knochenschraube oder transversalem Pin ist aufgrund der Schädigung der Caniniwurzeln obsolet.

Fraktur des Corpus mandibulae (horizontaler Unterkieferast)

Je nach Verlauf der Frakturlinie kann sich bei einer Fraktur des Unterkieferkörpers aufgrund des Muskelzugs eine Dislokation ergeben oder dem entgegengesetzt sogar eine Stabilisierung im Frakturbereich, man spricht daher von „ungünstigem“ und „günstigem“ Frakturverlauf. Bei kaudoventralem Frakturverlauf kommt es infolge des achsenfernen Zugs der Mundöffner und des achsennahen Zugs der Mundschließer zu einem Klaffen des Frakturspalts (**Abbildung 3a**). Bei kaudodorsalem Verlauf dagegen kommt es zu einer Kompression im Frakturspalt (**Abbildung 3b**). Im zahnlosen Kieferanteil ist der Einsatz einer Osteosyntheseplatte denkbar (z.B. Miniplatte), im zahntragenden Kieferabschnitt ist der Einsatz von Drahtcerclagen oder nicht invasiven Methoden, wie die Nutzung einer Kunststoffschienung günstiger. Beim Legen von Drahtcerclagen muss beim Platzieren der Bohrungen sehr genau auf den Wurzelverlauf geachtet werden, um Schädigungen zu vermeiden, ebenso sollte der Mandibularkanal ausgespart bleiben. Dieselbe Problematik ergibt sich beim Einsatz von Osteosyntheseplatten, da die Bohrlöcher bereits vorgegeben sind. Am Ventralrand des Unterkiefers (Drucktrajektorium) ist das Einsetzen einer Miniplatte relativ problemlos möglich, genügt allein jedoch nicht den Belastungsanforderungen. Daher sollte am auf Zug belasteten zahntragenden Alveolarkamm (Zugtrajektorium) zusätzlich eine Frakturstabilisierung erfolgen, zur Schonung der Zähne

vorzugsweise nicht mittels Osteosyntheseplatte, sondern durch ein alternatives Verfahren wie z.B. eine Kunststoffschienung, eine Drahtcerclage oder eine Kombination aus beidem.

Bei günstigem Frakturverlauf kann eine dorsale Cerclage ausreichende Stabilität erzielen, bei ungünstigem Verlauf sind zwei Cerclagen gefordert (**Abbildung 4 a-d**). Alternativ ist eine nicht invasive Versorgung mittels Kunststoffschienung über die Zahnreihe möglich, allein oder in Kombination mit einer Drahtcerclage. Eine zusätzliche Stabilisierung der Kunststoffschienung kann über eine interdental geführte Drahtcerclage erreicht werden. Kaltpolymerisierende Kunststoffmaterialien sind exotherm aushärtenden Kunststoffen wie Methacrylaten vorzuziehen, um eine thermische Schädigung der Zähne zu vermeiden. Bei Verwendung von Methacrylaten ist auf eine ausreichende Kühlung während der Aushärtezeit zu achten. Vor Aushärtung ist eine Okklusionskontrolle anzuraten, um Störkontakte weitestgehend zu vermeiden. Die Zähne werden mit Phosphorsäure geätzt, um ein retentives Mikorelief zu erzeugen, da eine Verkrallung des Kunststoffes in den Approximalräumen aufgrund der sekodonten Zahnform der Katze nicht gegeben ist.

Eine Ruhigstellung des Frakturbereichs mittels Maulschlinge ist aufgrund der Kopfform der Katze meist sehr schwierig. Bei der Maulschlinge wie auch beim Mundspaltenverschluss mit Knöpfen handelt es sich per se lediglich um eine relative Ruhigstellung, es verbleiben geringe Bewegungen auf dem Frakturspalt, welche eine knöcherne Ausheilung behindern und zur Entstehung eines Pseudogelenkes beitragen können. Die nutritive Versorgung der Katze muss bei dauerhaftem Verschluss der Mundspalte via Ernährungs- sonde erfolgen.

Bei multiplen Bruchfragmenten oder bei Frakturen mit großem Stückverlust kann der Einsatz eines Fixateurs externe erwogen werden. Wiederum ist auf maximale Schonung der

Zähne zu achten. Zwei Kirschnerdrähte pro Fragment sind ausreichend und werden interradi­kulär mit abweichender Achsenrichtung eingebracht. Die Verblockung mittels Kunststoff erfolgt nach Umbiegen der Drähte kiefernah. Der Einsatz eines intramedullären Pins oder eines Pins im Mandibularkanal ist obsolet.

Frakturen des Ramus mandibularis (vertikaler Unterkieferast)

Bei Frakturen des dünnwandigen vertikalen Unterkieferastes werden die Fraktur­enden durch die medialen und lateralen Muskelmassen der Mundschließer in vielen Fällen ausreichend stabilisiert. Je nach Frakturverlauf ist aufgrund des rostradorsalen Muskelzugs eine Stauchung im Fraktur­bereich mit konsekutivem Höhenverlust möglich, eine Versorgung mittels Drahtcerclage oder Miniplatte kann angestrebt werden.

Frakturen des Gelenkfortsatzes zeigen sich klinisch mit Deviation des Unterkiefers zur kranken Seite, der Kieferschluss ist behindert. Frakturen im Kiefergelenksbereich sind anspruchsvoll in der röntgenologischen Darstellung, eine dorsoventrale sowie laterolaterale Projektion sind häufig nicht ausreichend zur Beurteilung der Fraktur. Durch eine seitliche Schrägprojektion ist eine isolierte Darstellung des Kiefergelenks möglich, besser noch ist die Darstellung mittels Schichtaufnahmen (CT, MRT). Aufgrund der Kleinheit der anatomischen Strukturen ist eine Kiefergelenksfortsatzfraktur chirurgisch sehr schwierig bis unmöglich zugänglich. Aufgrund der permanenten Bewegung des Unterkiefers besteht die Gefahr der Entstehung einer Pseudoarthrose. In manchen Fällen ist die pseudogelenkige Verbindung trotz ausbleibender Ausheilung funktionell ausreichend, so dass keine weitere Versorgung notwendig wird, sofern die Okklusion unbehindert ist. Durch Kallusbildung kann es zur Versteifung mit Ankylose kommen, welche eine Resektion des Kiefergelenksköpfchens nach sich ziehen würde. Da die direkte Versorgung im Fraktur­bereich meist nicht möglich ist, besteht die Alternative in der Ruhigstellung des Unterkiefers über eine temporär fixe Verbindung zum Oberkiefer, einer so genannten intermaxillären (synonym gebraucht: maxillomandibuläre) Verblockung. Genutzt werden hierzu die vier Canini, die miteinander über eine Kompositbrücke mittels Anätztechnik verbunden werden (**Abbildung 5**). Die Fixation im Schlussbiss gewährleistet eine sichere Okklusion, macht jedoch in jedem Falle eine Ernährung über eine Ösophagussonde notwendig. Eine Fixation in halboffener Stellung muss genau eingestellt werden, um spätere Störkontakte zu vermeiden, ermöglicht in vielen Fällen jedoch die selbstständige Aufnahme suppen­en Futters. Maulschlinge und Mundspaltenverschluss mit Knöpfen zur

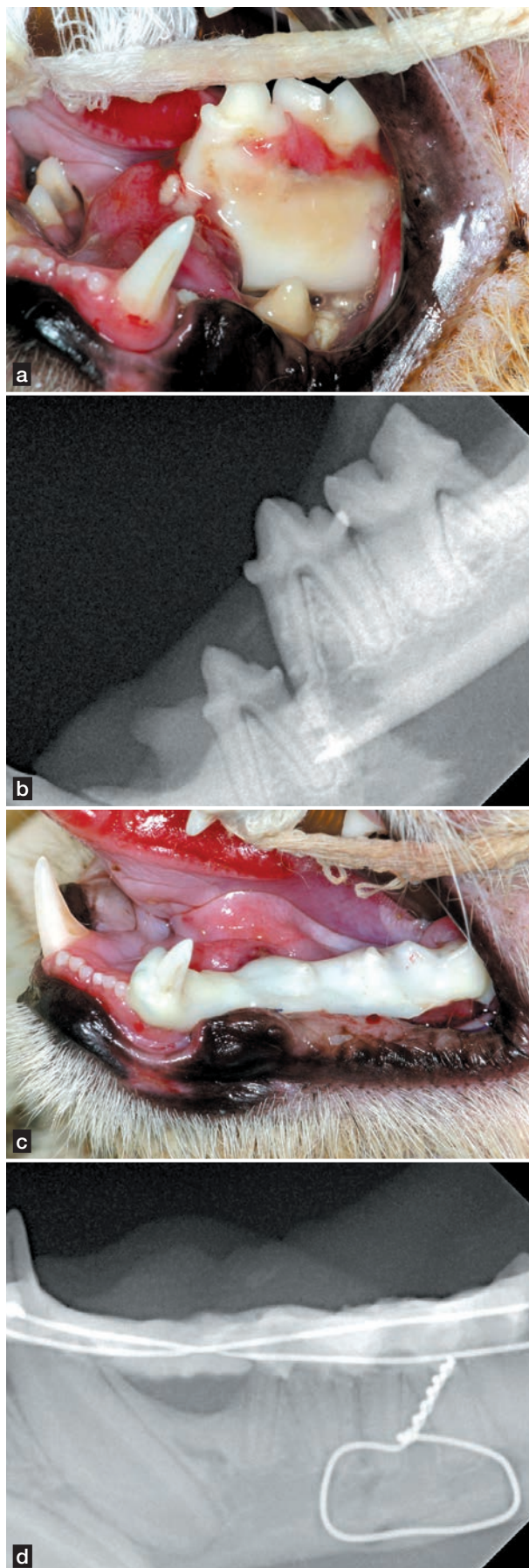


Abbildung 4. Unterkieferfraktur mit Dislozierung.
a. Der kaudale Anteil wird durch die Kieferschließer Richtung Schädelbasis gezogen, die Unterkieferfront in ventrale Richtung.
b. Darstellung der Fraktur im Röntgenbild bei deutlicher Dislozierung.
c. Fixierung der Unterkieferkörperfraktur mittels Kunststoffschiene und Cerclage nach Reponieren.
d. Darstellung der reponierten und fixierten Fraktur in der Röntgenbildkontrolle.

© Markus Eickhoff



© Markus Eickhoff / Thieme

Abbildung 5. Intermaxilläre Verblockung im Caninusbereich mittels Komposit nach kiefergelenksnaher Fraktur.

Ruhigstellung der Kiefergelenksköpfchenfraktur sind aufgrund der deutlich größeren Bewegungsamplitude des Unterkiefers wiederum nur zweite Wahl.

Eine zwei- bis dreiwöchige Dauer der Verblockung ist ausreichend und vermeidet arthrotische Umbauvorgänge im ruhiggestellten Kiefergelenk. Oben beschriebene Drahtcerclagen, Osteosyntheseplatten und Kunststoffschienungen können nach sechs Wochen entfernt werden.

■ Zähne im Frakturspalt

In vielen Fällen müssen Zähne im Frakturbereich belassen werden, um eine Stabilisierung zu gewährleisten oder als Retention für eine Kunststoffschiene zu dienen. Kontraindikationen für das Belassen eines Zahnes im Frakturbereich sind ein exazerbiertes parodontales Geschehen, eine hochgradige Lockerung oder ein deutlich infizierter Bruchspalt. Bei Fraktur eines benötigten Zahnes sollte dieser provisorisch endodontisch versorgt werden, um ein pulpitisches Geschehen samt negativen Auswirkungen auf die Frakturheilung zu vermeiden. Die definitive endodontische Versorgung kann nach Entfernung der Frakturversorgung durchgeführt oder alternativ der Zahn entfernt werden. Durch die häufig vorliegende Kommunikation des Frakturspaltes mit der bakterienbeladenen Mundhöhle sollte eine antibiotische Abdeckung erfolgen, um die Ausheilung der Fraktur günstig zu begleiten, ebenso ist eine antiphlogistische und analgetische Versorgung obligat.

■ Zusammenfassung

Im Vordergrund der Versorgung von Kieferfrakturen bei der Katze steht die Wiederherstellung einer funktionellen Okklusion. Diese ist von der Wertigkeit höher einzustufen als ein röntgenologisch einwandfreies Reponieren der Frakturfragmente. In der Versorgung ist darauf zu achten, dass Zähne so weit wie möglich geschont werden, da sie häufig sogar zur Stabilisierung der Fraktur herangezogen werden müssen. Neben dem Einsatz von Drahtcerclagen und Osteosyntheseplatten kommen auch nicht invasive Techniken unter Verwendung von Kunststoffen zum Einsatz.

Weiterführende Literatur

- Bellows J. *Feline Dentistry: oral assessment, treatment and preventive care*. 1st ed. Wiley: Blackwell 2010.
- Tutt C, Deepprose J, Crossley D. Eds. *Manual of canine and feline dentistry*. 3rd ed. Gloucester: BSAVA 2007.
- Eickhoff M. *Zahn- Mund- und Kieferheilkunde bei Klein- und Heimtieren*. 1st ed. Stuttgart: Enke Verlag 2005.
- Niemic BA. *Small animal dental, oral and maxillofacial disease*. 1st ed. London: Manson 2010.
- Verstraete FJM, Lommer MJ. *Oral and maxillofacial surgery in dogs and cats*. 1st ed. Philadelphia: Saunders 2012.

Epidemiologie der parodontalen Erkrankung bei älteren Katzen



■ **Elizabeth Lund, DVM, MPH, PhD**
Banfield Pet Hospital, Portland, Oregon, USA



Dr. Lund schloss sich 2006 dem Banfield Applied Research & Knowledge Team als Senior Director of Research an. Als Epidemiologin verfügt Dr. Lund über mehr als 22 Jahre Berufserfahrung, unter anderem in der akademischen Forschung, in der Industrie und im öffentlichen Gesundheitswesen. Neben ihrem DVM-Titel hat Dr. Lund einen Master's Degree für Public Health (Öffentliches Gesundheitswesen) und einen PhD-Grad in Epidemiologie/Informatik.

Erkrankungen der Maulhöhle sind die häufigste Diagnose bei Hunden und bei Katzen (1). Viele dieser Erkrankungen wären aber nicht zuletzt auch mit tierärztlicher Unterstützung zu verhindern. Zudem sollten die bei Tieren (2-4) und bei Menschen (5,6) beschriebenen Zusammenhänge zwischen parodontaler Erkrankung und systemischen Erkrankungen den Tierarzt dazu veranlassen, sich mit proaktiven Maßnahmen auseinanderzusetzen, die letztlich die Lebensqualität von Tieren und deren Besitzern positiv beeinflussen werden.

■ Analysemethoden

Für diese Populationsanalyse wurden stationär behandelte feline Patienten aus dem Jahr 2006 ausgewählt, die fünf Jahre alt oder älter waren und bei denen eine oder mehrere Diagnosen aus der Kategorie Zahn-/Maulhöhlenerkrankungen gestellt worden waren. Diese Fälle wurden verglichen mit einer Population von 5.000 stationären feline Patienten mit ähnlicher Altersverteilung, aber ohne Diagnose einer Zahn-/Maulhöhlenerkrankung.

Die Gesamtprävalenzraten für sämtliche Zahn-/Maulhöhlenerkrankungen, einschließlich der Diagnose parodontale Erkrankung, wurden in der stationären Population von Banfield ermittelt. Ebenfalls ermittelt wurde die Prävalenz der in der Population mit parodontaler Erkrankung beschriebenen klinischen Symptome (Zahnstein, Gingivitis, Zahnfleischschwund, Parodontaltaschen und/oder subgingivaler Zahnstein).

Das Verfahren der logistischen Regression wurde eingesetzt, um Risikofaktoren zu bestimmen, die vorhersagen, bei welchen Katzen mit der höchsten Wahrscheinlichkeit eine parodontale Erkrankung diagnostiziert wird. Potenzielle Risikofaktoren in diesem Modell waren das Alter, die Rasse, das Geschlecht, die Region und aktuelle Diagnosen (z.B. Übergewicht, Adipositas, Herzgeräusch, chronische Nierenerkrankung, aggressives Verhalten, Diabetes mellitus,

Dermatitis, Felines Immundefizienz Virus [FIV], akute Nierenschädigung, hypertrophe Kardiomyopathie oder felines Leukämie Virus [FeLV]). Die Quantifizierung des Risikos erfolgte anhand der Schätzung des relativen Risikos (RR) unter Verwendung des Quotenverhältnisses (Odds ratio = OR) (7) für den Zusammenhang zwischen Alter, Rasse, Geschlecht und relevanten begleitenden Erkrankungen. Für die Bestimmung der statistischen Signifikanz wurde ein p-Wert von 0,05 festgelegt.

■ Ergebnisse

In den Aufzeichnungen von Banfield Hospital aus dem Jahr 2006 sind 103.934 stationär behandelte Katzen im Alter von fünf Jahren und darüber registriert, von denen 55.455 (53,4%) die Diagnose einer Zahn-/Maulhöhlenerkrankung

Tabelle 1. Prävalenz spezifischer oraler und/oder parodontaler Diagnosen bei Katzen mit parodontalen Problemen.

Erkrankung	Fallpopulation (n=16.374)
Zahnstein *	39,7%
Gingivitis	28,6%
Parodontale Erkrankung, Grad 2 **	25,1%
Parodontale Erkrankung, Grad 1 **	20,6%
Parodontale Erkrankung, (unspezifiziert) **	16,2%
Parodontale Erkrankung, Grad 3 **	15,9%
Parodontale Erkrankung, Grad 4 **	4,6%
Zahnfleischschwund	1,7%
Parodontaltaschen	0,4%
Subgingivaler Zahnstein	0,04%

aufwiesen. Bei 16.374 (15,8%) der Katzen wurde eine parodontale Erkrankung diagnostiziert. In dieser Gruppe wurden die folgenden klinischen Symptome beschrieben: Zahnstein (94,2%), Schwellung oder Entzündung des Zahnfleisches (69,5%), infizierte Zahnfleischtaschen (18,1%), Zahnfleischschwund (17,7%) und Foetor ex ore (13,0%). Das mittlere Alter der Fallgruppe betrug 9,8 Jahre, während das mittlere Alter der Kontrollpopulation bei 9,7 Jahren lag.

Tabelle 1 zeigt die Prävalenz ausgewählter oraler und parodontaler Erkrankungen in der Fallgruppe der parodontalen Erkrankungen, während **Tabelle 2** Erkrankungen auflistet (Fallgruppe vs. Kontrollpopulation), die Hypothesen zufolge einen Zusammenhang mit der parodontalen Erkrankung haben. Die statistisch signifikanten Ergebnisse der multivariaten Analyse sind in **Tabelle 3** aufgeführt.

Diskussion

Auf der Grundlage der multivariaten Analyse sind ältere Katzen mit parodontaler Erkrankung mit höherer Wahrscheinlichkeit kastriert, als Katzen ohne parodontale Erkrankung. Zudem handelt es sich bei Katzen mit parodontaler Erkrankung mit höherer Wahrscheinlichkeit um Himalaya-, Siam- oder Perserkatzen.

Darüber hinaus besteht bei diesen Katzen eine höhere Wahrscheinlichkeit für Übergewicht oder Adipositas und Hinweise auf Herzgeräusche, Aggression, Diabetes mellitus oder FIV in ihren medizinischen Aufzeichnungen. Die Wahrscheinlichkeit der Diagnose von Übergewicht oder Adipositas oder eines Herzgeräusches lag bei Katzen mit parodontaler Erkrankung um den Faktor 5 höher als bei Katzen ohne parodontale Erkrankung.

Die begleitende Diagnose eines aggressiven Verhaltens ist ein interessanter Befund und könnte eine Verhaltensreaktion auf die vor allem in Fällen mit hochgradiger parodontaler Erkrankung vorkommenden begleitenden Schmerzen widerspiegeln.

Tabelle 2. Prävalenz ausgewählter Diagnosen bei Katzen mit und ohne parodontale Erkrankung.

Erkrankung	Fälle (n=16.374)	Kontrollen (n=5.000)
Übergewicht	15,6%	3,5%
Adipositas	5,0%	1,1%
Herzgeräusch	5,0%	1,2%
Chronische Niereninsuffizienz	3,3%	3,1%
Aggressives Verhalten	2,1%	0,8%
Diabetes mellitus	1,9%	1,1%
Dermatitis	1,8%	1,3%
FIV	0,7%	0,3%
Akute Niereninsuffizienz	0,5%	0,4%
Hypertrophe Kardiomyopathie	0,3%	0,1%
FeLV	0,2%	0,2%

Tabelle 3. Ergebnisse der multivariaten Analyse: Prädiktoren der parodontalen Erkrankung bei Katzen ≥ 5 Jahren.

Variable im Modell	Relatives Risiko***	Konfidenzintervall
Übergewicht	5,0	4,3-5,9
Herzgeräusch	4,5	3,5-5,9
Adipositas	4,5	3,4-5,9
FIV	2,8	1,6-4,9
Aggressives Verhalten	2,2	1,5-3,0
Himalayakatze	1,6	1,3-2,0
Diabetes mellitus	1,5	1,1-2,0
Kastriert	1,5	1,2-1,8
Perserkatze	1,3	1,1-1,6
Siamkatze	1,3	1,1-1,5

* Die statistischen Daten für Zahnstein können variieren, da bei Banfield zwischen „dental calculus“ als DIAGNOSE und „tartar“ als UNTERSUCHUNGSBEFUND unterschieden wird. Wurde also „tartar“ bei der Untersuchung festgestellt, aber als nicht behandlungswürdig eingestuft, wurde die Diagnose „calculus“ nicht gestellt.

**Klassifizierung der parodontalen Erkrankung: Grad 1: Entzündung; Grad 2: Entzündung, geschwollenes Zahnfleisch und beginnender Knochenverlust; Grad 3: Entzündung, Schwellung, Knochenverlust und lockere Zähne; Grad 4: Entzündung, Schwellung, Eiter, Knochenverlust und lockere Zähne.

***Ermittelt unter Verwendung der Odds Ratio. Ein relatives Risiko (RR) > 1 legt eine positive Assoziation zwischen einem Outcome und einem Faktor nahe; während ein RR < 1 ein reziprokes Verhältnis zwischen einem Faktor und einem Outcome nahe legt; RR = 1 bedeutet keine Assoziation.

Literatur

- Lund EM, Armstrong PJ, Kolar LM, et al. Health status and population characteristics of dogs and cats examined at private veterinary practices in the United States. *J Am Med Vet Assoc* 214;1999:1336-1341.
- Logan EI. Dietary influences on periodontal health in dogs and cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2006;36:1385-401.
- Glickman LT, Glickman NW, Moore GE, et al. Evaluation of the risk of endocarditis and other cardiovascular events on the basis of the severity of periodontal disease in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2009;234(4):486-94.
- Glickman LT, Glickman NW, Moore GE, et al. Association between chronic

- azotemic kidney disease and the severity of periodontal disease in dogs. *Prev Vet Med* 2011;99(2-4):193-200.
- Iacopino AM. Periodontitis and diabetes interrelationships: role of inflammation. *Ann Periodontol* 2001;6:125-137.
- Beck JD, Offenbacher S. The association between periodontal diseases and cardiovascular diseases: A state-of-the-science review. *Ann Periodontol* 2001;6:9-15.
- Odds ratio and Relative risk. Wikipedia. Available at: http://en.wikipedia.org/wiki/Relative_risk. Accessed June 8, 2012.

Systemische Auswirkungen der parodontalen Erkrankung



■ **Alessandro De Simoi**, Med Vet, Dipl. EVDC
Clinica Veterinaria Feltrina, Feltre, Italien

Dr. De Simoi schloss sein Studium 1990 an der Universität Bologna in Italien ab und erhielt im Jahr 2008 das Diplom des EVDC (European Veterinary Dentistry College). Sein Hauptinteresse gilt der Zahnheilkunde und der maxillofazialen Chirurgie bei Kleintieren und Pferden. In den Jahren 2001 bis 2003 absolvierte er eine Ausbildung an der European School for Advanced Veterinary Studies in Luxemburg und arbeitete mehrfach in Großbritannien (an der Bell Equine Veterinary Clinic und an der Royal Dick School of Veterinary Studies) und in den USA (an der University of Pennsylvania). Dr. De Simoi ist Teilnehmer an zahlreichen nationalen und internationalen Meetings und Kongressen über veterinärmedizinische Zahnheilkunde und hält Kurse zu diesem Themengebiet in der Schweiz und in Frankreich. Von 2001 bis 2004 war er Schriftführer der Italian Society of Veterinary Dentistry and Oral Surgery und ist gegenwärtig Vizepräsident dieser Vereinigung.

■ Einleitung

Bei der parodontalen Erkrankung handelt es sich um die bei Kleintieren am häufigsten festzustellende infektiöse Erkrankung mit einer Prävalenz von nahezu 80% (1). Die Prävalenz steigt mit zunehmendem Alter und sinkt mit zunehmender Körpergröße, das heißt, bei kleineren Tieren kommt die Erkrankung sehr viel häufiger vor als bei mittelgroßen oder großen Tieren (1). Das auch als Zahnhalteapparat bezeichnete Parodont besteht aus dem Zahnfleisch, dem Wurzelzement, der Zahnwurzelhaut und dem Alveolarknochen. Gemeinsam sorgen diese anatomischen Strukturen für die Befestigung des Zahnes im Kieferknochen. Verursacht wird die parodontale

Erkrankung durch einen auch als Plaque bezeichneten bakteriellen Zahnbelag. Die Erkrankung kann in zwei Teilelemente unterteilt werden: Gingivitis und Parodontitis. Bei der Gingivitis handelt es sich um eine reversible Entzündung des Zahnfleisches, die sich nach Beseitigung der Ursache, also der bakteriellen Plaque, wieder vollständig zurückbilden kann. Dagegen handelt es sich bei der Parodontitis um ein irreversibles entzündliches Geschehen des nicht-gingivalen Gewebes (Zahnwurzelhaut, Wurzelzement und Alveolarknochen). Die klinische Beurteilung einer Parodontitis erfolgt durch die Messung des Verlustes der Befestigung des Zahnes (epitheliales, desmodontales Attachment) im Kiefer. Eine Parodontitis kann entweder inaktiv (ruhende Phase) sein, ohne Hinweise auf eine Zahnfleischentzündung (wenn ein Attachmentverlust vorliegt, so kann dieser einige Zeit vorher eingetreten sein) oder aber es handelt sich um ein aktives Krankheitsgeschehen mit fortgesetzter Zerstörung des Zahnhaltegewebes (**Abbildung 1**). Obwohl unbestritten ist, dass es sich bei der Parodontitis um eine infektiöse Erkrankung handelt, und mehr als 700 Bakterienspezies mit der Fähigkeit zur Besiedlung des Biofilms im Sulcus gingivalis nachgewiesen sind, gelten die Koch'schen Postulate* hier nicht (2).

Eine Gingivitis, selbst wenn sie unbehandelt bleibt, führt nicht in jedem Fall zur Entstehung einer Parodontitis. In der Tat wird die Entwicklung der parodontalen Erkrankung in erster Linie durch ein Ungleichgewicht zwischen der bakteriellen Population und dem Immunsystem des Wirts bestimmt. Fak-

KERNAUSSAGEN

- Bei der parodontalen Erkrankung handelt es sich um die bei Kleintieren am häufigsten auftretende infektiöse Erkrankung.
- Vermutet wird, dass die parodontale Erkrankung ein zentraler Faktor bei verschiedenen systemischen Erkrankungen sein kann, so z.B. bei kardiovaskulären Problemen, bei Reproduktionsstörungen, bei Lebererkrankungen und bei Diabetes mellitus.
- Es gibt verschiedene Hypothesen darüber, auf welche Weise eine Parodontitis systemische Erkrankungen beeinflussen kann, einen definitiven Beweis einer entsprechenden Verbindung gibt es bislang aber noch nicht.
- Die Entstehung der parodontalen Erkrankung kann mit Hilfe einer gründlichen Entfernung bakterieller Zahnbeläge (Plaque) durch Zähneputzen und Zahn-/Maulhöhlenhygiene verhindert werden.

*1. Der Mikroorganismus muss in reichlicher Menge gefunden werden bei einem Tier, das unter einer Erkrankung leidet, sollte aber bei gesunden Tieren nicht zu finden sein. 2. Der Mikroorganismus muss bei einem erkrankten Tier isoliert und in Reinkultur angezüchtet werden. 3. Der kultivierte Mikroorganismus sollte bei Übertragung auf ein gesundes Tier die Erkrankung auslösen. 4. Der Mikroorganismus muss von diesem experimentell infizierten Tier reisoliert und als identisch mit dem ursprünglichen kausalen Erreger identifiziert werden.



© Dr. De Simoni

Abbildung 1. Hochgradige, aktive Parodontitis bei einem Hund.

toren, die das Fortschreiten einer parodontalen Erkrankung unterstützen oder hemmen sind die Immunkapazität des Wirts, Stress, das Alter, der Ernährungs- und Stoffwechselstatus, die Rassezugehörigkeit und endokrine Erkrankungen. Schreitet die Erkrankung weiter fort, rufen die Zerstörung des Knochengewebes und die apikale Migration des stützenden Bindegewebes eine Lockerung des Zahnes hervor, die bis hin zum Verlust eines oder mehrerer Zähne reicht.

Bei der parodontalen Erkrankung handelt es sich um eine fokale Infektion. Diesem bereits vor mehr als einem Jahrhundert eingeführten Konzept zufolge handelt es sich um eine lokal begrenzte, chronische Erkrankung, die eine Quelle für Mikroorganismen, Toxine und Abbauprodukte von Bakterien und Gewebe darstellt, welche über den Blutkreislauf auch in weiter entfernt liegende Organe und Gewebe gelangen können (3). Bei erkrankten Toy-Rassen hat man die von der Parodontitis betroffene Oberfläche gemessen und herausgefunden, dass diese zwischen 3,18 und 29,8 cm² liegt (4). Die Fläche des erkrankten Gewebes kann also einen nicht unbeträchtlichen Anteil der Gesamtkörperoberfläche des Hundes einnehmen.

Im Laufe der Entwicklung einer Parodontitis können die in den Parodontaltaschen siedelnden Bakterien in den Blutkreislauf gelangen und eine Bakteriämie hervorrufen. Bei gesunden Individuen wird diese Bakteriämie in aller Regel zwar mit Hilfe des retikulohistiozytären Systems gestoppt (5), eine fortgesetzte und dauerhafte bakterielle Exposition kann jedoch zur Entstehung systemischer Erkrankungen unter Einbeziehung weiter entfernt liegender Organe und Organsysteme führen (6,7). Die systemischen Auswirkungen einer parodontalen Erkrankung beschränken sich jedoch keineswegs nur auf die Folgen der bakteriellen Belastung. Chemische

Entzündungsmediatoren, bakterielle Endotoxine und Toxine aus dem Gewebeabbau können ebenfalls an den Folgen beteiligt sein, entweder über direkte schädliche Wirkungen oder aber durch das Hervorrufen von Immunreaktionen in weiter entfernt von der Maulhöhle gelegenen Organen.

■ Auswirkungen auf das Herz-/Kreislaufsystem

In der Humanmedizin gibt es mehr als 50 veröffentlichte Studien, die die Zusammenhänge zwischen parodontaler Erkrankung und kardiovaskulären Erkrankungen beleuchten. Die meisten dieser Studien stimmen darin überein, dass es eine direkte Korrelation zwischen diesen beiden Entitäten gibt. So wurden zum Beispiel Bestandteile parodontopathischer Bakterien in atherosklerotischen Plaques gefunden (8), und auch zwei neuere Meta-Analysen kommen zu dem Ergebnis, dass es eine signifikante Korrelation zwischen der parodontalen Erkrankung und kardiovaskulären Erkrankungen gibt (9,10).

Dies trifft auch auf die Veterinärmedizin zu, wo verschiedene Studien ebenfalls eine positive Korrelation zwischen dem Vorhandensein parodontaler Erkrankungen und histopathologischen Veränderungen im Herzen und anderen inneren Organen zeigen (4-7). Dennoch herrscht in der internationalen wissenschaftlichen Meinung keine Übereinstimmung bezüglich der tatsächlichen Bedeutung oraler Infektionen bei der Entstehung systemischer Erkrankungen. Dies dürfte vor allem daran liegen, dass es gegenwärtig immer noch keine schlüssigen Evidenzen einer direkten Verbindung zwischen der parodontalen Erkrankung und anderen Erkrankungen gibt (11).

■ Reproduktionsstörungen

Nachgewiesen ist, dass schwangere Frauen mit Parodontitis ein um bis zu 7,5fach höheres Frühgeburtsrisiko haben, und dass Babys betroffener Mütter ein niedriges Geburtsgewicht aufweisen. Dieser Befund korreliert mit der durch zirkulierende bakterielle Lipoproteine hervorgerufenen Erhöhung proinflammatorischer Zytokine. In einigen Fällen konnten parodontopathische Bakterien auch direkt in der Amnionflüssigkeit nachgewiesen werden (12).

■ Diabetes mellitus

Hohe zirkulatorische Konzentrationen chemischer Entzündungsmediatoren, wie zum Beispiel Interleukin 6 (IL6), Tumornekrosefaktor (TNF) und C-reaktives Protein (CRP) können die Insulinresistenz erhöhen und somit eine wirksame Kontrolle des Blutzuckerspiegels bei diabetischen Patienten verhindern. Ein Bericht stellt fest, dass die Behandlung einer parodontalen Infektion bei einem diabetischen Hund in der Folge die Kontrolle des Blutzuckerspiegels mit einer Insulinbehandlung ermöglichte (13).

■ Lebererkrankungen

Beschrieben wird ein Zusammenhang von Lebererkrankungen wie Leberdegeneration, Steatose und intrahepatischen Abszessen mit Parodontitis bei Menschen und bei Hunden (7). Eine neuere Veröffentlichung stellt fest, dass sich die Ergeb-

nisse von Leberfunktionstests bei Menschen nach parodontaler Behandlung verbesserten, und berichtet, dass eine Infektion mit dem Bakterium *Porphyromonas gingivalis* ein Risikofaktor für die Entwicklung und das Fortschreiten der hepatischen Steatose und der Steatohepatitis sein kann (14).

Ätiopathogenetische Hypothesen

In Anbetracht der Tatsache, dass ein klarer Nachweis von Mechanismen, die orale und systemische Erkrankungen eindeutig miteinander verbinden, sehr schwierig ist, wurden verschiedene Hypothesen zur Erklärung dieses Zusammenhangs entwickelt, namentlich die Hypothese der direkten Infektion, die Hypothese der systemischen Entzündung mit endothelialen Schäden und die Hypothese der molekularen Mimikry zwischen bakteriellen Antigenen und Autoantigenen.

Die Hypothese der direkten Infektion

Bakterien wie *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.* und *P. gingivalis* sowie deren Nebenprodukte können die Gefäßbarriere überschreiten und auf diesem Weg in den systemischen Kreislauf eindringen. Eine transiente Bakteriämie wird nach dem Kauen und nach dem Zähneputzen sowie während der Zahnprophylaxe und dentalen chirurgischen Eingriffen beobachtet. Bei gesunden Individuen ist diese Bakteriämie in der Regel jedoch nur von geringer oder gar keiner klinischen Relevanz. Im Experiment konnte aber gezeigt werden, dass eine Bakteriämie mit *P. gingivalis* bei entsprechend empfänglichen Schweinen und Mäusen eine Atherosklerose induziert. Mehrere parodontopathogene Erreger konnten schließlich entweder direkt oder mittels PCR in weit von der Maulhöhle entfernt gelegenen Organen und Geweben isoliert bzw. nachgewiesen werden. Eine neuere Studie zeigt darüber hinaus, dass *P. gingivalis* bei Menschen in 100% aller untersuchten Fälle von atherosklerotischen Plaques vorhanden waren (15,16).

Abbildung 2. Parodontalsonde mit Farbskalierung für die Messung der Tiefe von Parodontaltaschen.



© Dr. De Simoi

Die Hypothese der systemischen Entzündung

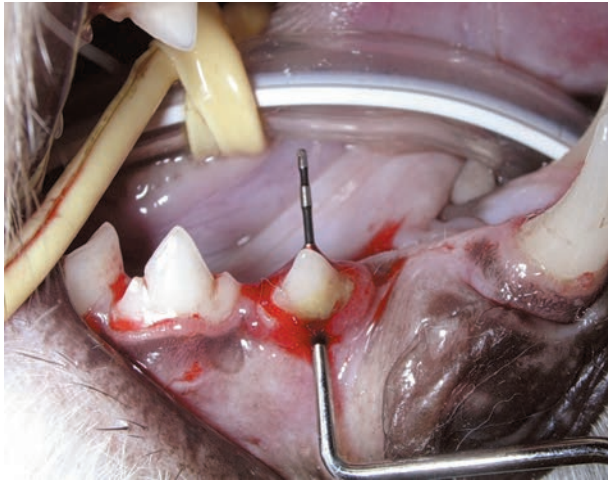
Dieser Hypothese zufolge verursacht eine Parodontitis eine Erhöhung zirkulierender Zytokine, die das Endothel von Blutgefäßen direkt schädigen können und auf diesem Weg zur Entstehung von Läsionen im Herzen und anderen inneren Organen führen. In diesem Zusammenhang konnte gezeigt werden, dass proinflammatorische Zytokine wie TNF und IL6 durch eine Aktivierung intrazellulärer Signale anabole Mutationen in Myozyten hervorrufen können, die schließlich zu myokardialer Hypertrophie führen (17). In mehreren Studien wurden bei Patienten mit chronischer Parodontitis hohe Konzentrationen an C-reaktivem Protein (CRP) beobachtet (18), und eine neuere Studie (19) zeigt, dass Menschen, die einer intensiven parodontalen Behandlung unterzogen wurden (Scaling und Root Planing) im Vergleich zu einer Kontrollgruppe 24 Stunden nach der Therapie eine signifikant herabgesetzte Elastizität der Arteria brachialis aufwiesen. Zurückgeführt wurde dieser Elastizitätsverlust auf den Anstieg von CRP und IL6 im Verlauf der parodontalen Therapie. Sechzig und 180 Tage nach der Zahnbehandlung war die Gefäßelastizität in der Gruppe mit parodontaler Therapie allerdings signifikant höher als in der unbehandelten Kontrollgruppe. Dieser Anstieg der Elastizität wurde auf die vorteilhaften Effekte der parodontalen Behandlung zurückgeführt.

Die Hypothese der molekularen Kreuzreaktivität

Der Hypothese der molekularen Kreuzreaktivität zufolge ist die Entwicklung systemischer Erkrankungen die Folge einer durch bakterielle Hitzeschockproteine (Heat Shock Proteins, HSPs) induzierten Immunantwort. Alle Zellen (einschließlich endothelialer Zellen), die Stress unterschiedlicher Formen ausgesetzt werden, exprimieren HSP. Während einer Infektion stellen bakterielle HSPs nun eine zusätzliche antigene Belastung dar. Das Immunsystem des Wirts ist in diesen Fällen nicht immer in der Lage, zwischen bakteriellen und autologen HSPs zu differenzieren, so dass im Laufe einer parodontalen Infektion kreuzreaktive T-Lymphozyten aktiviert und Antikörper gebildet werden, die eine Autoimmunreaktion gegen Wirtsgewebe mit ähnlicher Antigenität hervorrufen können (20). Im Falle der Atherosklerose konnte gezeigt werden, dass Endothelzellen ein als hHSP60 bezeichnetes humanes HSP exprimieren. Herausgefunden wurde aber auch, dass verschiedene parodontopathische Bakterienspezies ihr eigenes HSP60 bilden, das dem autologen Stressprotein sehr ähnlich ist. Die bakteriellen HSPs induzieren schließlich die Synthese zielgerichteter Antikörper, die dann die Wirtszellen attackieren können. Verschiedene Studien zeigen, dass eine parodontale Infektion auf dem Wege molekularer Mimikry-Mechanismen zur Entstehung von Atherosklerose und kardiovaskulärer Erkrankungen beitragen kann (21,22).

■ Diagnose der parodontalen Erkrankung

Im Allgemeinen beginnt eine parodontale Erkrankung mit nur wenigen oder gar keinen klinischen Symptomen. Der Hauptgrund, aus dem Besitzer beim Tierarzt eine Untersuchung der Maulhöhle ihres Tieres verlangen, ist Foetor ex ore. Eine genaue Diagnose kann sich in diesen Fällen aber nicht allein auf die Adspektion der Maulhöhle stützen. Ganz wesentlich ist eine sorgfältige parodontale Untersuchung einschließlich



© Dr. De Simoi

Abbildung 3. Furkationsbefall: Die Sonde kann problemlos zwischen den Wurzeln des Zahnes durchgeschoben werden.

einer Untersuchung mit einer Parodontalsonde (**Abbildung 2**) und intraoraler Röntgenaufnahmen unter Allgemeinanästhesie. Erhältlich sind verschiedene Arten von Parodontalsonden, alle Sonden dienen letztlich jedoch der Messung der Tiefe der Parodontaltaschen und der Beurteilung von gingivaler Hyperplasie bzw. gingivaler Rezession. Mit der Parodontalsonde können zudem der Grad der Zahnlockerung und das Vorhandensein von Furkationsbefall in zwei- oder dreiwurzeligen Zähnen beurteilt werden (**Abbildung 3**). Für die Messung der Taschentiefe wird die Spitze der Sonde an mehreren Stellen vorsichtig in den Sulcus gingivalis eingeführt (**Abbildung 4 und 5**). Für eine vollständige Beurteilung wird der gesamte Umfang jedes einzelnen Zahnes an vier bis sechs Punkten sondiert, da zum Beispiel auf der bukkalen Seite offenbar gesunde Zähne palatinal oder lingual durchaus tiefe Taschen aufweisen können. Sämtliche Befunde

werden sorgfältig auf einer Zahnbefundkarte dokumentiert, um schließlich den Zahnstatus des Patienten in seiner Gesamtheit beurteilen zu können.

■ Prävention und Behandlung der parodontalen Erkrankung

Die Entstehung einer parodontalen Erkrankung kann mit Hilfe einer sehr gründlichen Entfernung bakterieller Zahnbeläge (Plaque) durch regelmäßiges Zähneputzen und Zahn-/Maulhöhlenhygiene verhindert werden. Einige kommerzielle Futtermittelprodukte können die Reduzierung von Plaque im Bereich der Zahnkronen unterstützen, der entscheidende Faktor einer erfolgreichen Prophylaxe bzw. Behandlung ist allerdings die Entfernung der subgingivalen Plaque. Das Ziel ist dabei nicht die Keimfreiheit der Maulhöhle, sondern vielmehr das Verhindern einer Umwandlung des bakteriellen Biofilms von einer gemischten kommensalischen und von aeroben Bakterien dominierten Population zu einer überwiegend anaeroben Population. Die Behandlung der parodontalen Erkrankung sollte stets am anästhesierten Tier bei intubierter Luftröhre erfolgen. Sobald die Zahnbögen genau untersucht, die Befunde dokumentiert und intraorale Röntgenaufnahmen beurteilt sind (**Abbildung 6 und 7**), wird ein supra- und subgingivales Scaling durchgeführt, das je nach Indikation ergänzt wird um komplexere Maßnahmen wie die Exaktion von Zähnen oder parodontalchirurgische Eingriffe.

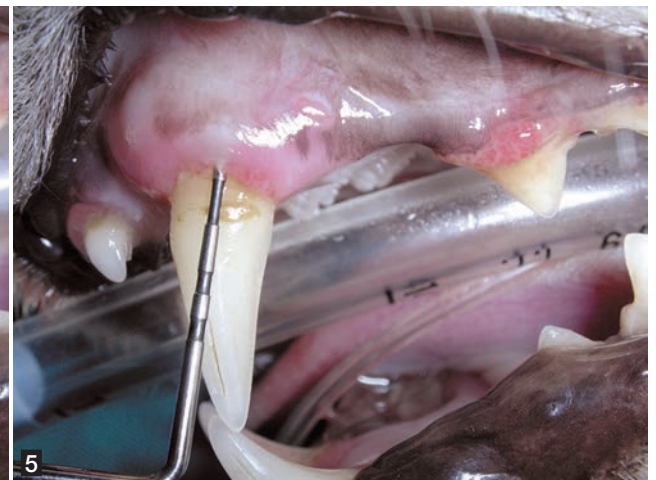
■ Der Einsatz von Antibiotika

Selbst eine hochgradige und ausgedehnte parodontale Erkrankung sollte bei einem ansonsten gesunden Tier nicht über einen längeren Zeitraum mit Antibiotika behandelt werden. Die richtige Behandlung ist vielmehr das Entfernen der Ursache (Plaque, Zahnstein, irreparabel geschädigte Zähne) durch Scaling und je nach Indikation durch Exaktion von Zähnen. Antibiotika sollten aus den beiden im Folgenden näher erläuterten Hauptgründen zum Einsatz kommen: Zur Behandlung lokaler Infektionen und zur Verhinderung einer Bakteriämie.

Abbildung 4 und 5. Die Parodontalsonde wird vorsichtig an vier bis sechs Stellen im gesamten Umfang eines jeden Zahns in den Sulcus gingivalis eingeführt. Zu beachten sind die unterschiedlichen Taschentiefen in verschiedenen Sulcusabschnitten dieses Zahns.



© Dr. De Simoi



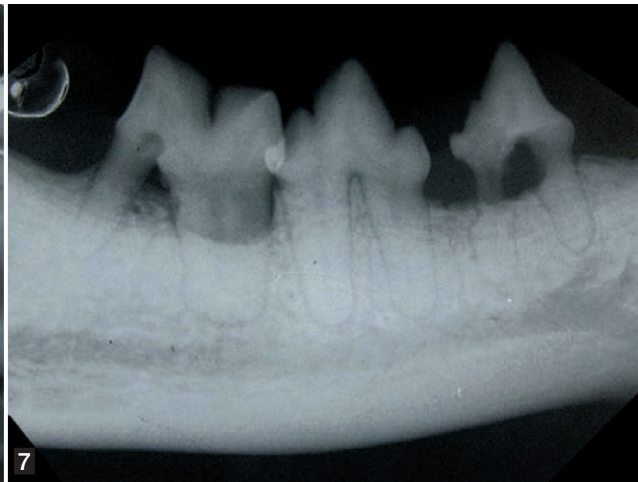
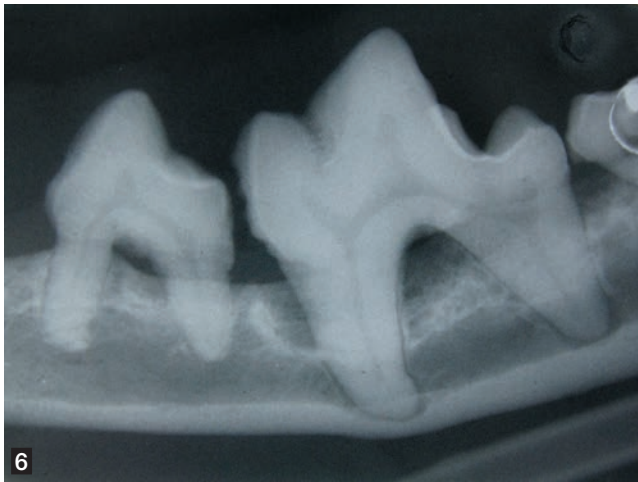


Abbildung 6 und 7. Intraorale Röntgenaufnahmen sind eine wesentliche Voraussetzung für die Beurteilung von Hunden und Katzen mit Verdacht auf Parodontitis. Zu beachten ist der Verlust an Alveolarknochen um die betroffenen Zähne.

Behandlung lokaler Infektionen

Eine antibiotische Therapie ist ratsam, wenn die parodontale Erkrankung eine Osteomyelitis der Maxilla oder der Mandibula hervorgerufen hat. Die antibiotische Behandlung wird einige Tage vor dem geplanten chirurgischen Eingriff eingeleitet und danach über mehrere Wochen fortgesetzt. Ein frühzeitiger Einsatz von Antibiotika bereits einige Tage vor dem chirurgischen Eingriff ist auch dann angezeigt, wenn sich ulzeröse Zahnfleischläsionen entwickelt haben (auch wenn nur geringgradige Zahnbeläge vorhanden sind), sowie bei Hunden mit einer chronisch ulzerösen paradentalen Stomatitis (**Abbildung 8a und b**) und schließlich auch bei Katzen mit Stomatitis.

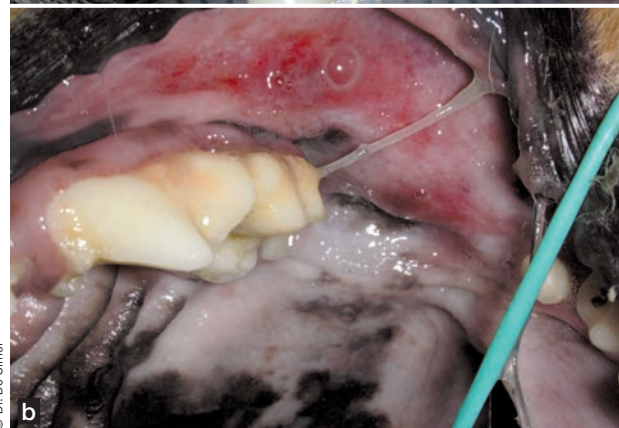
Prophylaxe der Bakteriämie

Eine Bakteriämie kommt bei Patienten mit aktiver Gingivitis und Parodontitis häufig vor und entsteht im Rahmen normaler täglicher Aktivitäten wie Zahnpflege oder dem Kauen von Futter. Bei gesunden Tieren wird dieser Bakteriämie durch das retikulohistiozytäre System sehr schnell entgegengewirkt. Bei Parodontitis-Patienten mit schwerwiegenden systemischen Erkrankungen wie Herzproblemen, bei Individuen mit Gelenk- oder Augenersatz, bei splenektomierten Individuen oder bei Patienten mit Hyperadrenocorticismus sowie bei Individuen mit einem durch eine systemische Erkrankung unterdrückten Zellstoffwechsel, rechtfertigt das Risiko einer Infektion von Geweben außerhalb der Maulhöhle den perioperativen Einsatz von Antibiotika. Das Mittel der Wahl in diesen Fällen ist ein bakterizides Breitspektrumantibiotikum, das bei der Einleitung der Anästhesie intravenös verabreicht werden kann und entsprechend wiederholt wird, wenn die Operationsdauer zwei Stunden übersteigt. Eine Alternative ist die Gabe einer einzelnen oralen Dosis am Morgen des chirurgischen Eingriffes.

■ Schlussfolgerung

Ungeachtet der Tatsache, dass verschiedene Hypothesen existieren, die mögliche Zusammenhänge zwischen parodon-

Abbildung 8a und b. Ulzeröse Zahnfleischläsionen bei einem Hund mit chronisch ulzeröser paradentaler Stomatitis.



taler Erkrankung und systemischen Auswirkungen erklären, gibt es bislang keine eindeutigen Evidenzen einer direkten Verbindung zwischen diesen beiden Krankheitskomplexen. Es gibt jedoch sehr viele Hinweise, die dafür sprechen, dass eine parodontale Erkrankung Entzündungen in entfernt von der Maulhöhle gelegenen Organen fördern und aufrechterhalten kann. Beobachtet wird zudem, dass der Körper selbst in den frühen Stadien einer Parodontitis mit der Synthese von Akutphasenproteinen reagieren kann. Auch dies kann als ein Hinweis auf die Induzierung einer systemischen Erkrankung durch eine Entzündung in der Maulhöhle gewertet werden.

Die Gesundheit des Parodonts ist nicht nur wichtig für den Erhalt der Zähne. Ein parodontale Erkrankung kann auch signifikante Auswirkungen auf die Gesundheit insgesamt haben und für Morbidität und Mortalität verantwortlich sein, insbesondere bei bestimmten besonders empfänglichen Hunde-

rasen. Präventive Maßnahmen wie eine Zahn- und Maulhöhlenpflege, der Einsatz von Kauspielzeug und die Fütterung von Produkten, die speziell für die Reduzierung der Akkumulation von bakterieller Plaque und Zahnstein entwickelt wurden, sollten im Rahmen eines umfassenden Parodontitismanagements in Betracht gezogen werden. Futtermittelprodukte zur Förderung der Zahngesundheit bestehen in der Regel aus Trockenfutterkroketten einer speziellen Textur, die beim Kauen einen mechanischen Abriebeffekt an der Zahnoberfläche erzeugt. Einige dieser Produkte enthalten auch Natriumpolyphosphat, eine Substanz, die das im Speichel vorhandene Calcium in Chelatkomplexen bindet und damit die Mineralisierung von Plaque, also die Zahnsteinbildung, verlangsamt. Diese Futtermittel können deshalb als unterstützende Maßnahme im Rahmen eines umfassenden Plans zur Bekämpfung der parodontalen Erkrankung empfohlen werden.

LITERATUR

- Lund EM, Armstrong PJ, Kirk CA, *et al.* Health status and population characteristics of dogs and cats examined at private veterinary practices in the United States. *J Am Vet Med Assoc* 1999;214:1336-1341.
- Haffajee AD, Socransky SS. Introduction to microbial aspects of periodontal biofilm communities, development and treatment. *Periodontol* 2000;2006;42:7-12.
- Vieira CL, Caramels B. The history of dentistry and medicine relationship: could the mouth finally return to the body? *Oral Dis* 2009;15(8):538-46.
- Pavlica Z, Petelin M, Juntos P, *et al.* Periodontal disease burden and pathological changes in organs of dogs. *J Vet Dent* 2008;25(2):97-105.
- Silver JG, Martin L, McBride BC. Recovery and clearance of oral micro-organism following experimental bacteremia in dogs. *Arch Oral Biol* 1975;20:675-9.
- Glickman LT, Glickman NW, Moore GE, *et al.* Evaluation of the risk of endocarditis and other cardiovascular events on the basis of the severity of periodontal disease in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2009;234:486-494.
- DeBowes LJ, Mosler D, Logan E, *et al.* Association of periodontal disease and histologic lesions in multiple organs from 45 dogs. *J Vet Dent* 1996;13:57-60.
- Paquette DW. The periodontal infection-systemic disease link: a review of the truth or myth. *J Int Acad Periodontol* 2002;4(3):101-9.
- Janket SJ, Baird A, Chuang S, *et al.* Meta-analysis of periodontal disease and risk of coronary heart disease and stroke. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 2003;95:559-596.
- Khader YS, Albashairah ZSM, Alomari MA. Periodontal disease and the risk of coronary heart and cerebrovascular disease: a meta-analysis. *J Periodontol* 2004;75:1046-1153.
- Glickman LT, Glickman NW, Moore GE, *et al.* Association between chronic azotemic kidney disease and the severity of periodontal disease in dogs. *Prev Vet Med.* 2011 May 1;99(2-4):193-200. Epub 2011 Feb 23.
- Peddle GD, Drobatz KJ, Harvey CE, *et al.* Association of periodontal disease, oral procedures, and other clinical findings with bacterial endocarditis in dogs. *J Am Vet Med Assoc.* 2009 Jan 1;234(1):100-7.
- Yu G, Yu Y, Li YN, *et al.* Effect of periodontitis on susceptibility to atrial fibrillation in an animal model. *J Electrocardiol.* 2010 Jul-Aug;43(4):359-66. Epub 2009 Dec 29.
- O'Reilly PG, Claffey NM. A history of oral sepsis as a cause of disease. *Periodontol* 2000. 2000;23:13-18.
- Baskaradoss JK, Geevarghese A, Al Dosari AA. Causes of adverse pregnancy outcomes and the role of maternal periodontal status - a review of the literature. *Open Dent J* 2012;6:79-84. Epub 2012 May 9.
- van Nice E. Management of multiple dental infections in a dog with diabetes mellitus. *J Vet Dent* 2006;23(1):18-25.
- Yoneda M, Naka S, Nakano K, *et al.* Involvement of a periodontal pathogen, Porphyromonas gingivalis on the pathogenesis of non-alcoholic fatty liver disease. *BMC Gastroenterol* 2012;12:16.
- Ford PJ, Gemmel E, Hamlet SM *et al.* Cross-reactivity of GroEL antibodies with human heat shock protein 60 and quantification of pathogens in arteriosclerosis. *Oral Microbiol Immunol* 2005;20:296-302.
- Deshpande RG, Khan MB, Genco CA. Invasion of aortic and heart endothelial cells by Porphyromonas gingivalis. *Infect Immun* 1998;66:5337-5343.
- Franeck E, Blach A, Witula A, *et al.* Association between chronic periodontal disease and left ventricular hypertrophy in kidney transplant recipients. *Transplantation* 2005;80:3-5.
- Amar S, Gokce N, Morgan S, *et al.* Periodontal disease is associated with brachial artery endothelial dysfunction and systemic inflammation. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2003;23:1245-1249.
- Tonetti MS, D'Aiuto F, Nibali L, *et al.* Treatment of periodontitis and endothelial function. *N Engl J Med* 2007;356:911-920.
- Polla BS. A role for heat shock proteins in inflammation? *Immunol Today* 1988;9:134-137.
- Wick G, Perschinka H, Xu Q. Autoimmunity and atherosclerosis. *Am Heart J* 1999;138:444-449.
- Ando T, Kato T, Ishihara K, *et al.* Heat shock proteins in the human periodontal disease process. *Microbiol Immunol* 1995;39:321-327.

Füllungen, Kronen und Implantate



■ **Nicolas Girard, DVM, Dipl. EVDC**
Centre VetDentis, Saint-Laurent-du-Var, Frankreich

Dr. Girard schloss sein Tiermedizinstudium 1987 an der Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse in Frankreich ab. Nach über einem Jahrzehnt in der allgemeinen Kleintierpraxis begann er eine vom European College of Veterinary Dentistry anerkannte Residency im Bereich tierärztliche Zahnheilkunde, und erhielt im Jahr 2006 das EVDC-Diplom. Dr. Girard ist Präsident der Groupe d'Etude et de Recherche en Odontostomatologie (GEROS) und Mitglied der European Veterinary Dental Society (EVDS). Zurzeit arbeitet er in seiner eigenen, ausschließlich auf die tierärztliche Stomatologie und Zahnheilkunde spezialisierten Überweisungspraxis.

■ Einleitung

Zahnschäden treten häufig auf, sie werden aber oft übersehen oder ihre Folgen werden ignoriert, im besten Falle unterschätzt. Die Schäden sind in der Regel traumatischen Ursprungs und werden am häufigsten nach heftigen Tauziehspielen mit abrasiven oder bruchempfindlichen Spielzeugen beobachtet. Die zentrale Bedeutung einer gründlichen klinischen Untersuchung, einschließlich einer Beurteilung der Maulhöhle, kombiniert mit einem guten Verständnis der potenziellen Folgen von Zahntraumata, kann an dieser Stelle nicht eindringlich

genug betont werden. Fortschritte in der Zahnbehandlung haben den Zugang zu modernen chirurgischen Techniken für den Erhalt, die Verstärkung oder den Ersatz geschädigter oder fehlender Zähne vereinfacht. Der Tierarzt sollte diese therapeutischen Optionen kennen, eine exakte Diagnose stellen können und in der Lage sein, einen geeigneten Behandlungsplan zu erstellen.

■ Klinische Indikationen für eine endodontale Behandlung

Das offensichtlichste klinische Symptom, und zugleich das wichtigste für den Tierarzt und für den Patienten ist Schmerz. Schmerzen sind bei Zahntraumata immer vorhanden, sie bleiben vom Besitzer aber nicht selten unbemerkt, und ihre Diagnose verlangt eine gute Beobachtung des Patienten oder eine sorgfältige Erhebung des Vorberichts (**Tabelle 1**). Die Zahnpulpa, bestehend aus Bindegewebe, Blutgefäßen, Lymphgefäßen und Nerven, erstreckt sich kontinuierlich vom Zahn über die Wurzelspitze in den periapikalen Parodontalspalt. Schmerzen entstehen, wenn mechanische oder thermische Stimuli eine Entzündung der Zahnpulpa hervorrufen. Das Schmerzempfinden steigert sich, wenn das periapikale Parodont beim Kauen komprimiert wird, aber auch im Rahmen der Entwicklung der verschiedenen Phasen akuter und chronischer Entzündungen. Besitzer gewöhnen sich nicht selten an den Zustand ihrer Tiere und wissen in der Regel nur wenig darüber, wie Tiere Schmerzen äußern. Die Diagnose von Schmerzzuständen erfolgt deshalb oft verzögert. Frakturierte Zähne sind zudem eine ideale Lokalisation für eine bakterielle Besiedelung. In der eröffneten Pulpahöhle entsteht eine Infektion meist unmittelbar, es dauert aber mehrere Tage, bis die lokalen Symptome (periapikale Parodontitis) klinisch auffallen werden (1). Auch unter Berücksichtigung der eigentlich außerhalb des Zahnes lokalisierten, aber dennoch zum Krankheitsgeschehen gehörenden periapikalen Entzündung handelt es sich bei einem Zahn um ein mehr oder weniger geschlossenes System, so dass die Entwicklung der Erkrankung in erster Linie von verschiedenen

KERNAUSSAGEN

- Zahntraumata sind gleichbedeutend mit Schmerzen im Mund-Kiefer-Gesichtsbereich, Letztere werden aber häufig unterschätzt. Die Behandlung sollte so früh wie möglich eingeleitet werden.
- Die Wurzelkanalbehandlung liefert in der Regel zufrieden stellende Ergebnisse, ein wichtiger prognostischer Faktor ist jedoch der zeitliche Abstand zwischen Verletzung und Behandlung.
- Die intraorale Radiographie ist das bevorzugte diagnostische Instrument. Sie ermöglicht die genaue Beurteilung einer Läsion und eine Überwachung sämtlicher Schritte des therapeutischen Prozesses. Eine radiographische Verlaufskontrolle über einen längeren Zeitraum ist immer ratsam.
- Die Vorteile von Zahnprothesen werden oft unterschätzt. Zahnprothesen müssen aber immer lege artis eingesetzt werden und nur nach effektiver endodontaler und parodontaler Behandlung.
- Bei den Überlegungen zum Einsatz von Implantaten ist eine sorgfältige Beurteilung der im Gebiss auftretenden mechanischen Kräfte von zentraler Bedeutung.

Faktoren auf Seiten des Wirts abhängt (periapikale Umgebung, Alter, allgemeiner Immunstatus). Die Entzündung kann sich als akutes Krankheitsgeschehen (Abszess, Fistel, eitrige Entzündung) oder als chronisches Geschehen (Granulom, Zyste) darstellen (**Abbildung 1**). Eine irreversible periapikale Entzündung kann aber auch nach Traumata entstehen, die anstelle einer Fraktur eher eine Kontusion verursachen. Diese Läsionen treten häufig bei kleinen Rassen auf und können bei ausbleibender Behandlung hochgradige Schäden hervorrufen.

Klinische Indikationen für Zahnprothesen

Funktionelle Defizite, wie zum Beispiel eine Malokklusion infolge einer abgebrochenen Zahnkrone, sind häufig die entscheidenden Gründe für eine Behandlung. Der Besitzer ist davon überzeugt, dass eine Wiederherstellung der natürlichen Zahnhöhe zur Wiederherstellung eines korrekten Bisses führt und unterschätzt dabei in der Regel die durch das periapikale Entzündungsgeschehen hervorgerufenen Schmerzen. In anderen Situationen ist es der Tierarzt, der eine Zahnprothese empfiehlt, mit dem Ziel, den devitalisierten Zahn zu erhalten und zu stärken. Das primäre Ziel einer jeden Zahnprothese ist ein besserer Schutz gegen mechanischen Abrieb, zukünftige Schäden und eine potenzielle bakterielle Kontamination der Pulpahöhle.

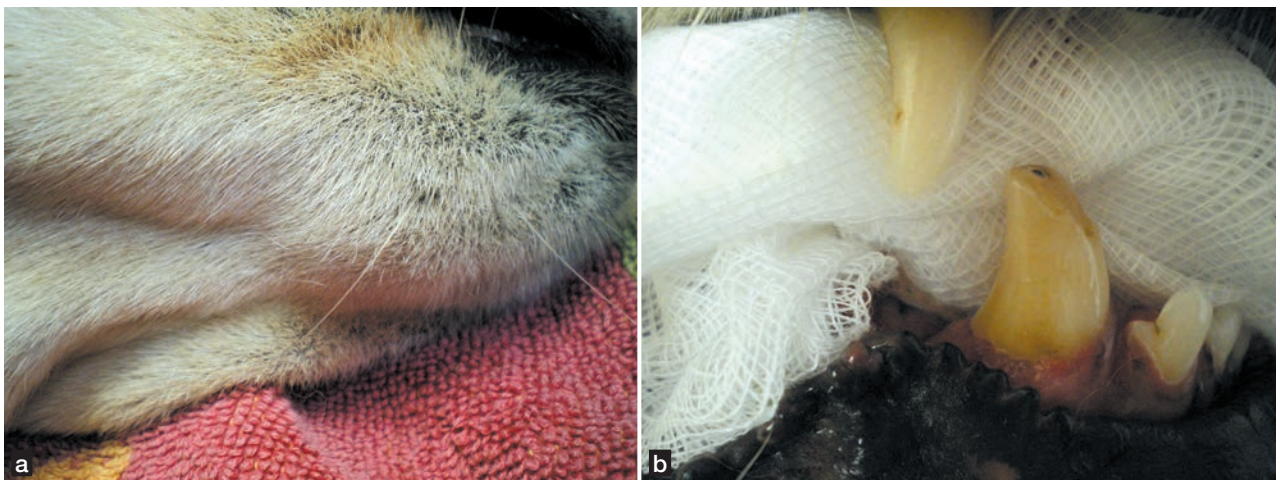
Dank jüngster Fortschritte auf dem Gebiet der Kompositrestaurationen stehen heute verschiedene Optionen für eine bestmögliche Versorgung frakturierter Zähne zur Verfügung. Einige Kliniker sind der Auffassung, dass eine Parodontalbehandlung, eine Wurzelkanalbehandlung und eine geeignete Restauration der Zahnintegrität (Versiegelung) ausreichen, um eine gute Funktion wiederherzustellen, und zwar unabhängig von der Höhe des residualen Zahnstumpfes. Da ein restaurierter Zahn aber niemals so stabil sein kann wie der Originalzahn, muss der Besitzer darüber aufgeklärt werden, dass ein Zahnkronenverlust funktionelle Einschränkungen

Tabelle 1. Zahntraumata und mögliche Ursachen.

Zahnfraktur	Verkehrsunfall, Sturz, Kieferfraktur (einfach, d.h. ohne Freilegung der Pulpa oder kompliziert, d.h. mit Freilegung der Pulpa).
Abrasion	Metallgitterstab, Tennisball, vorzeitige Abnutzung am Gegenzahn (einfach oder kompliziert).
Attrition	Malokklusion, vorzeitige Abnutzung am Gegenzahn (einfach oder kompliziert).
Zahnluxation	Verkehrsunfall, Sturz, Kieferfraktur/ Kieferkontusion (keine Zahnverlagerung); laterale Luxation (moderate Verlagerung ohne Ruptur der Zahngefäße); Avulsion (Verlagerung und Ruptur der Zahngefäße).

mit sich bringt, das heißt, Stöße müssen minimiert und die Einwirkung übermäßiger Beißkräfte mit Hilfe eines angepassten Trainings vermieden werden. Für andere Kliniker weisen Studien aus der Humanmedizin auf die Vorteile von Zahnprothesen auch in der Tiermedizin hin. Für Zahnprothesen sprechen danach insbesondere eine Verbesserung der mechanischen Kraft und der Schutz des devitalisierten Zahnes vor Flüssigkeiten, die über Mikroleckagen eindringen könnten (**Abbildung 2**) (2). Bislang gibt es aber noch keine veterinärmedizinischen Studien, die diesen therapeutischen Ansatz wissenschaftlich fundiert befürworten oder ablehnen würden. Die Entscheidung liegt im Einzelfall also ganz in der Hand des behandelnden Tierarztes, stets unter Berücksichtigung des Wohles des Tieres und der Effizienz der Zahnprothese.

Abbildung 1. Erkrankungen infolge von Zahnschädigungen können verschiedene Formen annehmen. **a.** Diffuse Osteomyelitis, intraorale Fistel und Entzündung der Lefze bei einem Labrador mit Zahntrauma. **b.** Bei Öffnung der Maulhöhle wird eine komplizierte Fraktur des Caninus im Unterkiefer sichtbar.



© Nicolas Girard

Funktionelle Defekte gehen immer mit mehr oder weniger stark ausgeprägten ästhetischen Defekten einher. Letztere werden in der Tiermedizin aber nur selten berücksichtigt. In der Regel erfolgt bei diesen Patienten nämlich eine direkte Restauration (d.h., eine Restauration des defekten Zahns in einem Schritt) ohne den Versuch zu unternehmen, die ursprüngliche, natürliche Höhe des Zahnes wiederherzustellen. Oder es erfolgt eine indirekte Restauration durch eine Metallkrone (anstelle einer Keramikkrone), da das ästhetische Erscheinungsbild nur selten im Vordergrund steht. Gelegentlich (z.B. bei Ausstellungshunden) verlangen Besitzer aber auch eine keramische Überkrönung, um das ursprüngliche, natürliche Aussehen des Zahnes wiederherzustellen. In Anbetracht der relativ hohen Fragilität solcher Keramikprothesen sollte der Tierarzt solche Anfragen seitens der Besitzer aber sehr sorgfältig abwägen (**Abbildung 3**).

Fortschritte in der humanen Implantologie zur Lösung parodontaler Probleme haben natürlich dazu geführt, dass diese Techniken auch bei Tieren getestet werden. Die Vor- und Nachteile von Zahnimplantaten müssen aber sehr sorgfältig mit den Besitzern betroffener Tiere diskutiert werden. Wichtig sind dabei insbesondere Hinweise auf die Grenzen dieser Methoden und die zu erwartenden Prognosen. Natürlich müssen dabei auch ganz grundlegende Unterschiede zwischen veterinärmedizinischen und humanmedizinischen Indikationen (z.B. Agenesie von Zähnen, Zahnavulsion und Zahnextraktion) berücksichtigt werden.

■ Die Beurteilung des Patienten und des Zahnes

Einer Zahnuntersuchung muss stets eine vollständige klinische Untersuchung vorangehen, und je nach Indikation auch eine neurologische Untersuchung. Besondere Aufmerksamkeit gilt dabei den Kiefergelenken, den knöchernen Strukturen des Kiefers und des Gesichtsschädels und nicht zuletzt auch der Maulschleimhaut. Die Untersuchung eines geschädigten Zahnes beginnt zunächst am wachen Tier, sie

Abbildung 3. Keramikkrone auf dem linken Caninus im Oberkiefer eines Boxers nach endodontaler Behandlung.



© Nicolas Girard



© Nicolas Girard

Abbildung 2. Eine Zahnprothese kann in verschiedenen Situationen angezeigt sein.
a. Hochgradige Abrasion bei einem Belgischen Malinois.
b. Gegossene Zahnprothese aus Metall, angepasst nach endodontaler und parodontaler chirurgischer Behandlung zur Verlängerung der Krone (zu beachten ist, dass das umgebende parodontale Gewebe entzündungsfrei ist).

Abbildung 4. Verfärbung und Abrasion des rechten Caninus im Oberkiefer, auf eine Pulpanekrose hinweisend.



© Nicolas Girard

Tabelle 2. Beurteilung und Behandlung von Zahntraumata.

Grad der Pulpitis	Verzögerung der Behandlung	Grad der periapikalen Parodontitis	Behandlung
Reversible Pulpitis	0-2 Tage	Fehlt	Partielle Pulpotomie oder Wurzelkanalbehandlung
Irreversible Pulpitis	2-7 Tage	Fehlt	Wurzelkanalbehandlung in einer Sitzung
Pulpanekrose	> 15 Tage	Moderat	Wurzelkanalbehandlung in einer Sitzung
Pulpanekrose	> 15 Tage	Hochgradig (Osteomyelitis, Schmerz, Entzündung)	Wurzelkanalbehandlung in zwei Sitzungen

muss in aller Regel aber am allgemein anästhesierten Tier vervollständigt werden. Bei der Untersuchung am wachen Tier achtet der Tierarzt zunächst auf folgende Parameter:

- Jegliche Unterschiede in der Färbung der gesamten Krone oder von Teilabschnitten der Krone (4) (**Abbildung 4**).
- Die strukturelle Integrität der Krone.
- Jegliche Reaktion des Tieres bei Perkussion des Zahnes
- Die Zahnokklusion

Die einfachste und zugleich hilfreichste Technik ist die Untersuchung der Zahnoberfläche mit einer Dentalsonde. Dabei fällt eine mögliche Eröffnung der Pulpahöhle unmittelbar auf. Ist eine Öffnung vorhanden, so hat diese erhebliche Auswirkungen auf mögliche Komplikationen und die therapeutischen Optionen.

Beim anästhesierten Patienten sind folgende Punkte entscheidend:

- Beurteilung der parodontalen Integrität (Beurteilung der subgingivalen Ausdehnung der Fraktur mit Hilfe einer Sonde).
- Intraorale Röntgenaufnahmen zur Beurteilung des Zahnkanals (Pulpahöhle und Wurzelkanal) und zur Abklärung einer periapikalen Entzündung.

Das Behandlungsprotokoll und die Prognose müssen dem Besitzer ausführlich erläutert werden. Wichtig ist eine genaue klinische Diagnose, und bei der Wahl der Methode der endodontalen Behandlung und/oder der Restauration mit einer Zahnprothese müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Der klinische Status des Patienten (d.h., Alter, Vorbericht, kardiovaskulärer und metabolischer Status).
- Die Zahnokklusion und die wahrscheinlich auftretenden mechanischen Kräfte.
- Der Zustand des parodontalen Gewebes (Überprüfen, ob eine parodontale Erkrankung vorliegt und beurteilen, ob eine chirurgische Restauration überhaupt möglich ist).
- Zufriedenstellender orodentaler Hygienestatus.
- Geeignete endodontale Behandlung (**Tabelle 2**).
- Dentale Radiographie (Abklärung periapikaler Läsionen,

Ankylose oder Wurzelresorption).

- Verwendung von Zahnmodellen zur präzisen Reproduktion der Unterkiefer- und Oberkieferzahnbögen.

Materialien, Techniken und Nachsorge

Endodontale Behandlungen unterscheiden sich je nach der seit dem Eintritt des Pulpatraumas vergangenen Zeit. Die Behandlung eines vitalen Zahnes muss innerhalb von 48 Stunden nach dem traumatischen Ereignis erfolgen. Jüngste Studien bestätigen mit Hilfe von Bild gebenden Verfahren und der periapikalen Histologie das schnelle Eintreten einer periapikalen Entzündung nach Infektion des Wurzelkanals (1).

Eine partielle Pulpotomie und eine Pulpaüberkappung werden unter aseptischen chirurgischen Bedingungen durchgeführt, das heißt, unter Verwendung steriler Instrumente, einer Desinfektion der Maulhöhle und der zu behandelnden Zahnoberfläche und unter Verwendung eines sterilen Dental-Abdecktuchs. Der Schlüssel zu einer effektiven Behandlung liegt in der Qualität der Restauration und hierbei insbesondere in der Kontrolle jeglicher undichter Stellen. Die infizierte koronale Pulpa wird mit Hilfe eines Zahnbohrers, der etwas größer ist als der Durchmesser des Zahnkanals, entfernt. Nach Stillung der Blutung wird die Pulpa mit einem heilungsfördernden Material (Calciumhydroxid oder eine Hydroxyapatit-Mischung) überkappt. Bei Kontakt des Calciumhydroxids mit der Pulpa bildet sich eine lokale aseptische Nekrose mit Bildung einer so genannten Dentinbrücke (Reparationsdentin). Die Bildung von Ersatzdentin kann mit Hilfe von Röntgenaufnahmen bestätigt werden, die Dentinbrücke selbst stellt jedoch keine hermetisch geschlossene Barriere gegen Flüssigkeiten dar. Der Schlüssel zu einer effektiven Behandlung liegt also in der Qualität der Restauration, und insbesondere in der Frage, wie flüssigkeitsdicht diese ist.

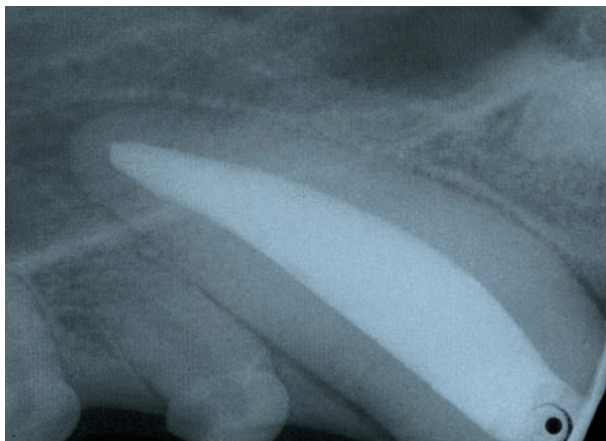
Gute Kenntnisse der Qualitäten und Grenzen der verschiedenen Dentalmaterialien sind wichtig und erleichtern den praktischen Umgang und das Einsetzen dieser Substanzen. Ganz wesentlich für eine erfolgreiche Restauration ist der physikalische und mechanische Schutz der Pulpaüberkappung. Zur Anwendung kommt eine Sandwich-Technik unter Verwendung einer aus einem Glasionomerzement

(ausgewählt auf der Grundlage von guter Widerstandsfähigkeit und Impermeabilität) bestehenden Basis, die die Pulpaüberkappung schützt und die Restauration stützt. Die Restauration der Kronenöffnung erfolgt mit einem Komposit (Kompositrestauration), der anhand seiner mechanischen Widerstandskraft und seiner ästhetischen Eigenschaften ausgewählt wird.

Die Behandlung der kontaminierten Pulpa innerhalb von 48 Stunden nach dem Trauma führt zu einer Erfolgsrate von 88% (5). Wird die Infektion der Pulpa dagegen erst zwischen 48 Stunden und sieben Tagen nach dem Trauma behandelt, sinkt die Erfolgsrate auf 41%, und Infektionen, die älter als eine bis drei Wochen sind, erreichen in nur 23% der Fälle eine zufrieden stellende Prognose. Diese Ergebnisse einer veterinärmedizinischen Studie korrelieren mit Empfehlungen aus der humanen Zahnmedizin, denen zufolge die höchsten Chancen auf einen therapeutischen Erfolg (95%) bestehen, wenn eine reversible Pulpitis innerhalb von 24 Stunden behandelt wird (6).

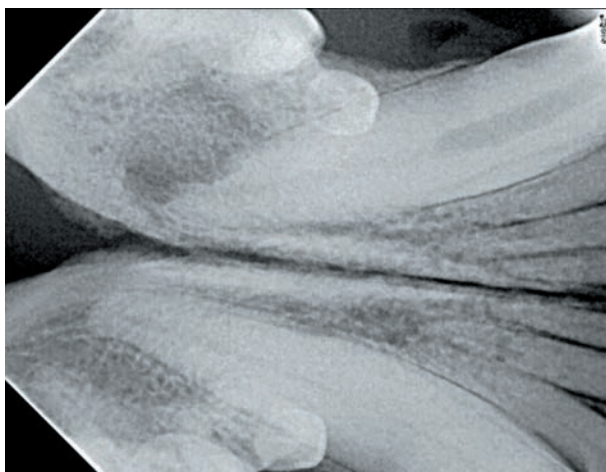
Die Wurzelkanalbehandlung ist die Behandlung der Wahl für Pulpatraumata, die älter als 48 Stunden sind. Die Behandlung umfasst das vollständige Entfernen der Pulpa mit mechanischem Debridement der Wände des Zahnkanals, der anschließend desinfiziert (chemisches Debridement) und vollständig verfüllt wird, bevor schließlich die Krone restauriert wird. Die chirurgischen Techniken variieren und unterscheiden sich vor allem in der Methode der Füllung des Kanals. Die Methoden zur Desinfektion und Formgebung des Wurzelkanals variieren dagegen nur geringfügig, diese Schritte sind aber entscheidend für eine effektive Behandlung. Die Formgebung im Rahmen der Wurzelkanalaufarbeitung erlaubt einen effektiveren Einsatz der Instrumente und eine bessere Zirkulation der Spüllösungen. Ist der Kanal ausreichend geöffnet, kann die Spüllösung auch die feinsten Verästelungen des Pulpasystems erreichen und dadurch den Wirkungsgrad der Desinfektion verbessern. Das Entfernen des Pulpagewebes ist sicherlich sehr wichtig, der entscheidende Schritt zur effektiven Desinfektion des Wurzelkanals ist aber das vollständige mechanische Debridement, gefolgt von einem chemischen Debridement der Dentinwände. Der Kanal sollte im Rahmen der Aufbereitung konisch ausgeformt werden, im Idealfall in einer Konizität von etwa 10% (d.h. 0,1 mm pro 1 mm) (7,8). Besonders wichtig ist dies im apikalen Drittel der Wurzel. Es folgt eine dreidimensionale Füllung des Wurzelkanals, um eine bakterielle Wiederbesiedelung zu verhindern. Der so genannte Dichtzement (Sealer) ist von wesentlicher Bedeutung, wenn der Wurzelkanal mit Guttapercha gefüllt wird. Als ultradünne Schicht aufgetragen, stellt der Dichtzement sicher, dass das Guttapercha den Wurzelkanal optimal ausfüllt und eine wasserdichte Barriere gegen Bakterien bildet (**Abbildung 5**).

Die Erfolgsraten endodontaler Behandlungen sind in der veterinärmedizinischen Zahnheilkunde kaum untersucht. An dieser Stelle müssen aber zwei zentrale Unterschiede zur humanen Zahnheilkunde betont werden.



© Nicolas Girard

Abbildung 5. Diese Röntgenaufnahme zeigt die endgültige (finale) Füllung.



© Nicolas Girard

Abbildung 6. Diffuse periapikale Osteomyelitis des Caninus im Unterkiefer, die eine Wurzelkanalbehandlung in zwei Sitzungen verlangt.

Abbildung 7. Gescheiterte Zahnprothetik aufgrund von mangelndem Verständnis und der Nichtbeherrschung der grundlegenden Regeln der endodontalen/parodontalen Behandlung und der Zahnrestauration.



© Nicolas Girard



Abbildung 8. Parodontales Implantat und Zahnprothese bei einem Hund.

a. Die Röntgenaufnahme zeigt eine gute knöcherne Integration von zwei Implantaten im Alveolarknochen auf Höhe des rechten Caninus im Oberkiefer bei einem Hund einer großen Rasse nach Avulsion eines Zahnes.

b. Zwei auf die Implantate geschraubte Suprastrukturen dienen als Halt für die Zahnprothese.

c. Die finale Zahnkrone aus Keramik, auf den beiden Implantaten sitzend.

- Die Behandlung bei Tieren wird oft erst längere Zeit nach dem initialen Trauma eingeleitet, und die periapikale Parodontitis ist zu diesem Zeitpunkt oftmals bereits weit fortgeschritten.
- Die Anatomie des Wurzelkanals ist bei Tieren sehr komplex. Ein Zahnkanal kann bis zu 40-42 mm lang sein, so dass sich ein effektives mechanisches und chemisches Debridement sehr schwierig gestaltet.

Eine retrospektive Studie stellt fest, dass die Behandlung einer irreversiblen Pulpitis mit klinischen und radiographischen Erfolgsraten von etwa 85% einhergeht, wenn sich jedoch eine Pulpanekrose entwickelt hat, fällt die Erfolgsrate auf etwa 45% ab (9). Betrachtet man aber nur Tiere ohne klinische Symptome (Schmerzen, Entzündung) und ohne radiographische Symptome einer Verschlechterung, so liegen die Gesamterfolgsraten der Wurzelkanalbehandlung etwa im Bereich der in der humanen Zahnheilkunde beschriebenen Raten von um die 96% (9). Diese Ergebnisse sind eine mögliche Erklärung dafür, warum die Meinungen unter Praktikern auseinander gehen, sie sollten Kliniker aber in jedem Fall für eine mögliche Unterschätzung chronischer Schmerzen bei behandelten Tieren sensibilisieren. Wird eine periapikale Parodontitis eindeutig diagnostiziert, sollte aus besagten Gründen ein zusätzliches Debridement bzw. eine zusätzliche Desinfektion empfohlen werden, auch wenn dies für den Patienten eine zweite Allgemeinanästhesie bedeutet (**Abbildung 6**). In diesen Fällen wird nach Abschluss der initialen Wurzelkanalaufräumung Calciumhydroxid in den Kanal appliziert. Anschließend wird der Kanal über einen Zeitraum von 15 Tagen durch eine temporäre Füllung mit hartem Füllmaterial verschlossen und so vor einer externen Kontamination geschützt. Die endgültige Füllung des Wurzelkanals erfolgt anschließend im Rahmen einer zweiten Sitzung. Mit diesem zweistufigen Vorgehen hat eine periapikale Parodontitis bessere Heilungschancen. Die Vorteile dieser Behandlung in zwei Sitzungen werden in einer prospektiven Studie mit Hilfe der zwei- und dreidimensionalen dentalen Bildgebung und der Histologie dargelegt (10). Die Nachteile einer zweiten Allgemeinanästhesie

müssen dabei stets im Lichte von Parametern wie Schmerzen, dem Status der Pulpaentzündung (einfache Pulpitis gegenüber Pulpanekrose) und dem Grad des periapikalen Entzündungsgeschehens abgewogen werden (11).

■ Indirekte Zahnrestauration

Indirekte Zahnrestaurationen umfassen verschiedene chirurgische Prozeduren. Bei der Wahl zwischen der im Einzelfall geeigneten Option sollten das Ausmaß der Zahnschädigung, die vom restaurierten Zahn zu tragenden mechanischen Belastungen und die Notwendigkeit der Plaquekontrolle berücksichtigt werden, nicht zuletzt aber auch finanzielle und ästhetische Aspekte.

Im Idealfall wird die Überkronung sowohl eine exzellente Retention, als auch eine optimale mechanische Widerstandskraft aufweisen. Die Qualität der Retention der Restauration steht in direktem Bezug zum prozentualen Anteil der Zahnoberfläche, die von der Prothese bedeckt ist. Eine vollständige Überkronung, also eine Krone, die einen geschädigten Zahn vollständig überzieht, wird deshalb in der Veterinärmedizin weitgehend bevorzugt. Eine gegossene Metallprothese stärkt den geschädigten Zahn, indem sie die okklusalen Kräfte über eine große Oberfläche verteilt und indem sie eine direkte Krafteinwirkung auf die tatsächliche Frakturstelle vermeidet. Wichtig ist, dass die Überkronung selbst den Zahn nicht schwächt (12). Um dies zu erreichen, müssen die folgenden fünf Hauptprinzipien der dentalen Aufbereitung im Vorfeld des Einsetzens einer Krone berücksichtigt werden:

- Erhalt der Zahnstruktur
- Retention und Widerstandsform der Krone
- Dauerhaftigkeit der Krone
- Integrität der Kronenränder
- Respektieren der darunter liegenden parodontalen Gewebe

Der Zahn wird im Rahmen einer ersten Allgemeinanästhesie präpariert. Die axialen Oberflächen müssen mit Hilfe eines koni-

schen Diamantbohrers zurückgeschliffen werden, um den Halt der gegossenen Krone zu gewährleisten. Die Menge des entfernten Zahnschmelzes sollte so gering wie möglich sein (0,5 mm tief), und wünschenswert ist ein optimaler Präparationswinkel von 6° (12). Das ist aber nicht einfach: Eine Studie über Präparationswinkel, die von Zahnmedizinstudenten angefertigt wurden, zeigt, dass die Fähigkeit, diesen theoretisch idealen Winkel zu erreichen, erheblich variiert (13). Die Retention der Zahnprothese ist das Ergebnis einer mikromechanischen und chemischen Bindung. Allgemein anerkannt ist, dass ein signifikanter Anteil der Kronenretention zwar mit der Qualität der Adhäsion des Komposits zusammenhängt, ein minimaler Präparationswinkel für eine effektive Retention aber ebenfalls von fundamentaler Bedeutung ist (13). Die primäre Ursache von Kronendehiszenzen ist eine schlechte Präparation. Essentielle Parameter, die der zahnheilkundlich tätige Tierarzt beherrschen sollte, sind die Qualität der Form des Randes an der Basis der Krone, die optionale Anwendung eines endodontalen Retentionsstiftes und die finale supragingivale prothetische Abdeckung (die über dem Zahnfleischrand liegen sollte).

Ein während des Eingriffes angefertigter Silikonabdruck wird zu einem spezialisierten zahntechnischen Labor geschickt, das die Zahnkrone unter Verwendung einer Metalllegierung (Nickel-Kobalt oder Kobalt-Chrom) herstellt. Diese gewährleistet eine hohe Widerstandskraft gegenüber den im Gebiss auftretenden mechanischen Kräften. Im Rahmen einer zweiten Sitzung unter Allgemeinanästhesie wird nun die Krone eingesetzt, nach Bedarf angepasst und schließlich mit einem geeigneten, flüssigen Komposit versiegelt. Die Behandlung gilt als gescheitert,

wenn der Zahn unter der Krone frakturiert oder sich die Krone ablöst. Der mittelfristige therapeutische Erfolg (drei Jahre nach Einsatz der Krone) liegt bei etwa 80% (13) und es scheint, dass die Rate des Scheiterns direkt in Verbindung steht mit der Höhe des residualen Zahnstumpfes, das heißt, je niedriger der residuale Zahnstumpf, desto schlechter die Retention (**Abbildung 7**).

■ Schlussfolgerung

Der Einsatz von Zahnprothesen in der Veterinärmedizin muss sorgfältig überlegt sein. Das ästhetische Erscheinungsbild steht dabei nur selten im Vordergrund. Entscheidend sind vielmehr der Schutz der Pulpa und die Gewährleistung eines schmerzfreien Zahnes. Zahnprothesen müssen stets lege artis eingesetzt werden und erst nach einer effektiven endodontalen und parodontalen Behandlung. Schließlich muss an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass Fragen der Ästhetik und der Praktikabilität des Ersetzens fehlender Zähne stets sehr ausführlich mit den Besitzern betroffener Tiere diskutiert werden sollten. Alle vier zur Verfügung stehenden Restaurationstechniken (herausnehmbare Prothese, herausnehmbare oder feste Teilprothese oder Brücke oder eine von einem parodontalen Implantat gestützte Prothese (**Abbildung 8**)) tragen gewisse Risiken. Die im Gebiss eines Hundes wirkenden mechanischen Kräfte, aber auch die Schwierigkeiten bei der Sicherstellung einer zufrieden stellenden Verhaltenskontrolle, machen solche Behandlungen problematisch. Diese verschiedenen Aspekte der Zahnprothetik bei Kleintieren müssen Besitzern betroffener Tiere im Vorfeld etwaiger Maßnahmen ausführlich erläutert werden.

Literatur

1. Tanumaru-Filho M, Jorge EG, Duarte MA, et al. Comparative radiographic and histological analyses of periapical lesion development. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endo* 2009;107(3):442-447.
2. Coffman CR, Visser L. Crown restoration of the endotically treated tooth: literature review. *J Vet Dent* 2007;24(1):9-12.
3. Ruhanau J, Olsen T, Greven V, et al. Dental implant of the mandibular first molar tooth in a dog. *J Vet Dent* 2003;20(2):84-90.
4. Hale FA. Localized intrinsic staining of teeth due to pulpitis and pulp necrosis in dogs. *J Vet Dent* 2001;18(1):14-20.
5. Clarke DE. Vital pulp therapy for complicated crown fracture of permanent canine teeth in dogs: a three-year retrospective study. *J Vet Dent* 2001;18: 117-21.
6. Trope M, Chivian N, Sigursson A, et al. Traumatic injuries. In: Cohen S, Burns RC eds. *Pathways of the pulp*. St Louis: CV Mosby; 2002:603-49.
7. Machtou P. Irrigation investigation in endodontics. Master's thesis, Paris, 1980 Paris 7.
8. Ruddle CJ. Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S, Burns RC eds. *Pathways of the pulp*. St Louis: CV Mosby; 2002:231-91.
9. Kuntsi-Vaattovaara HK, Verstraete FJM, Kass P. Results of root canal treatment in dogs: 127 cases (1995-2000). *J Am Vet Med Assoc* 2002;220(6):775-9.
10. Garcia de Paula-Silva FW, Santamaria M Jr, Leonardo MR. Cone beam computerized tomography, radiographic, and histological evaluation of periapical repair in dogs post endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2009;108:796-805.
11. Gesi A, Hakeberg M, Warfvinge J, et al. Incidence of periapical lesion and clinical symptoms after pulpectomy: a clinical and radiologic evaluation of 1-versus 2-session treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Radiol Endod* 2006;101:379-388.
12. Schilburg HT, Hobo S, Whitsett LD, et al. Principles of tooth preparation. In: Shilburg HT, Hobo S, Whitsett LD, et al. eds. *Fundamentals of fixed prosthodontics*. 3rd ed. Chicago: Quintessence; 1997:119-137.
13. Soukup JW, Snyder CJ, Karls TN, et al. Achievable convergence angles and the effect of preparation design on the clinical outcome of full veneer crowns in dogs. *J Vet Dent* 2011;28(2):78-82.

Dentalradiologie in der Veterinärmedizin - Ein Überblick



■ Michael Bailey, DVM, Dipl. ACVR

Banfield Pet Hospital, Portland, Oregon, USA

Dr. Bailey schloss sein Studium 1982 an der Tuskegee University School of Veterinary Medicine in Alabama (USA) ab. Nach Abschluss einer Residency im Bereich Radiologie an der Michigan State University blieb er dort als Assistant Professor of Veterinary Radiology, bevor er an die Ohio State University wechselte und dort Pionierarbeit auf dem Gebiet der veterinärmedizinischen radiologischen Telemedizin leistete. Anschließend kehrte er dem akademischen Bereich den Rücken und eröffnete das erste veterinärmedizinische Zentrum für Computertomographie in Ohio, das Dienstleistungen in den Bereichen Sonographie, Röntgendiagnostik und Endoskopie für praktische Tierärzte anbietet. Gegenwärtig ist Dr. Bailey leitender Radiologe bei Banfield Pet Hospital. Dr. Bailey hält Vorträge zu den Themen Radiographie, Sonographie und medizinische Informatik auf zahlreichen human- und veterinärmedizinischen Meetings und hat mehr als 30 Artikel zu diesen Themen veröffentlicht.

■ Einleitung

Die Zahnpflege und die zahnärztliche Versorgung sind notwendige Maßnahmen zur Förderung einer optimalen Gesundheit und Lebensqualität (1,2). Der sichtbare Teil des Zahnes, also die Zahnkrone, ist aber nur ein kleiner Teil der gesamten Zahnanatomie. Der größte Teil der Zahnmorphologie und damit auch der Sitz potenzieller Erkrankungen, liegt subgingival – und damit gut versteckt.

Die frühzeitige Diagnose einer Erkrankung vereinfacht nachweislich deren Behandlung, verbessert bei vielen häufig auftretenden Erkrankungen das Outcome für den Patienten (3,4) und verhindert die Notwendigkeit kostspieligerer, invasiverer Behandlungen infolge von übersehenen Diagnosen oder erst im Spätstadium entdeckter Zahngesundheitsprobleme und assoziierter systemischer Erkrankungen (5,6). Die Dentalradio-

graphie ist in diesem Zusammenhang ein ganz wesentliches Instrument für die Diagnose und für die Behandlung von Zahnerkrankungen, aber auch für den Erhalt der Gesundheit des Körpers insgesamt. Mit Unterstützung der Radiologie kann der Tierarzt dem Tierbesitzer zudem verschiedene Erkrankungen eindrücklich erläutern und dadurch dessen Einsicht in die Notwendigkeit eines geeigneten Behandlungsplans verbessern.

Um letztlich aber ein wertvolles diagnostisches Instrument sein zu können, muss die Dentalradiographie eine optimale Bildqualität liefern. Voraussetzung hierfür ist eine gute Technik, also unter anderem eine korrekte Belichtung und die richtige Positionierung. Das Verständnis der geometrischen Einflüsse des Röntgenstrahls garantiert die bestmöglichen Ergebnisse, und durch das Befolgen der grundlegenden Prinzipien der Radiographie lassen sich Gesundheitsrisiken so weit wie möglich reduzieren.

KERNAUSSAGEN

- Die Dentalradiographie ist ein wesentliches Instrument für die Diagnose und Behandlung von Zahnerkrankungen, aber auch für den Erhalt der Gesundheit des gesamten Körpers.
- Die Strahlendosen in der Dentalradiographie sind eher niedrig, generell darf aber keine Exposition als risikolos betrachtet werden. Durch das Befolgen grundlegender Richtlinien lässt sich das Expositionsrisiko minimieren.
- Die digitale Dentalradiographie ist heute weithin verfügbar und bietet dem klinischen Tierarzt zahlreiche Vorteile.
- Technische Fehler können in jedem Schritt der Dentalradiographie auftreten und auf verschiedene Faktoren zurückzuführen sein. Eine gute Technik sollte Fehler minimieren.

■ Strahlenschutz

Auch wenn die Strahlendosen, denen Patienten und Personal im Rahmen der Dentalradiographie ausgesetzt sind, eher gering sind (7,8), darf grundsätzlich keine Exposition als risikolos betrachtet werden. Das ALARA-Prinzip („As Low As Reasonably Achievable“ = „So niedrig wie vernünftigerweise erreichbar“) sollte dabei stets berücksichtigt werden, um unnötige Strahlenbelastungen des Personals, der Patienten und der allgemeinen Öffentlichkeit zu vermeiden (9). Die drei Grundbausteine des ALARA-Prinzips - Distanz, Abdeckung und Zeit - sind leicht zu merken. Der Faktor Distanz sollte immer dann eingesetzt werden, wenn dies durch eine Maximierung der Entfernung von der Röntgenstrahlungsquelle praktisch umsetzbar ist. Der Bediener muss mindestens in zwei Meter Entfernung von einem vom Personal weg gewinkelten Röntgenstrahl stehen. In diesem Zusammenhang gilt das Abstandsquadratgesetz: Eine zwei Meter von einer primären Strahlung entfernte Person erhält ca. 75% weniger Strahlung als eine Person, die nur einen Meter von der Strahlung entfernt steht (10). Die direkte, primäre Röntgenstrahlung sollte nie in Richtung eines Eingangs oder anderer ungeschützter Bereiche gerichtet sein, und niemals

sollte eine Person im Verlauf der Strahlung stehen. Sind die Vorteile des Faktors Distanz nicht erreichbar, sollte der Faktor Abdeckung zur praktischen Anwendung kommen, zum Beispiel durch den Einsatz verbesserter Barrieren oder optimierter Schutzkleidung für das Personal (z.B. Schürzen). Aber auch der Faktor Zeit sollte in jedem Fall berücksichtigt werden. So sollte das Personal stets anstreben, so wenig Zeit wie möglich in der Nähe einer Röntgenstrahlungsquelle zu verbringen, z.B. durch Verwendung der kürzestmöglichen Belichtung, durch Anfertigen der Mindestzahl der für die Diagnose erforderlichen Aufnahmen, durch die Entwicklung des Films unter Verwendung optimierter Zeit-Temperatur-Methoden, durch Verwendung von High-Speed-Röntgenfilmen oder den Einsatz der digitalen Radiologie sowie durch Optimierung der Röntgentechnik (9,10). Allgemein anerkannt ist, dass Röntgenspannungen über 60 kVp optimale Voraussetzungen für die intraorale Bildgebung bieten, da sie den Kontrast beibehalten und gleichzeitig die Strahlenabsorption durch Weichteilgewebe und Knochen reduzieren (9,10).

Die Art des verwendeten Bildempfängers hat einen direkten Einfluss auf die erforderliche Strahlenexposition. In der Veterinärmedizin überwiegt immer noch die auf konventionellen Filmen basierende Röntgentechnik. Für die Dentalradiologie gibt es gegenwärtig intraorale Filme in drei Empfindlichkeitsklassen: D, E und F. Viele Kliniker verwenden langsamere D-Speed-Filme aufgrund deren höherer Kontrastauflösung. Die ursprünglichen E-Speed-Filme reduzierten zwar die erforderliche Strahlungsmenge um etwa 50%, sie produzierten aber Bilder mit niedrigerem Kontrast, waren empfindlich gegenüber Alterung, verbrauchten Entwicklerlösungen und verloren ihren Hochgeschwindigkeitsvorteil bei höheren Dichten (11). In der Folge wurden die E-Speed-Emulsionen verbessert (11,12), und die neueren Filme der F-Gruppe erlauben Dosisreduzierungen um etwa 20-25%, sogar im Vergleich zu den E-Speed-Filmen (12, 13). Jüngste Studien zeigen, dass es mit Filmen höherer Geschwindigkeiten, die eine Reduzierung der Expositions-faktoren um bis zu 80% erlauben, nicht zu einem Verlust an diagnostischer Bildqualität kommt (12,13).

Die in jüngster Zeit in zunehmendem Maße stattfindende Umstellung auf die digitale Dentalradiologie hatte den signifikanten Vorteil einer Reduzierung der Strahlungsexposition um 50 bis 80%, und erreicht gleichzeitig ein mit herkömmlichen Dentalfilmsystemen vergleichbares Bild (14).

■ Konventionelle Röntgeneratoren

Konventionelle Röntgeneratoren können auch im Bereich der Dentalradiologie eingesetzt werden, sie sind für diesen Bereich allerdings nicht besonders zweckmäßig (**Abbildung 1**). Bei Verwendung intraoraler D-Speed-Filme und eines Standard-Röntgenerators sollte der Bediener den Abstand zwischen Film und Kollimator auf 30 bis 40 cm reduzieren, das Strahlungsfeld auf die tatsächliche Größe des Films kollimieren, den kleinsten Brennfleck verwenden (wenn verfügbar) und Einstellungen von 60-85 kVp bei 100 mA und einer Belichtungszeit von 1/10 sec (= 10 mAs) wählen, abhängig von der Größe des Patienten. Der Film sollte mit einer anerkannten Methode belichtet und entwickelt werden. Wie bei Standardröntgenauf-

nahmen sollte eine technische Tabelle mit empfohlenen Belichtungseinstellungen erstellt werden, um eine gute Wiederholbarkeit von Erstaufnahmen zu gewährleisten. Ist ein Dentalröntgenbild unterbelichtet, zeigt aber eine adäquate Eindringtiefe, werden die mAs durch Verdopplung der Zeit verdoppelt. Ist die Aufnahme dagegen überbelichtet, werden die mAs durch eine Halbierung der Zeit halbiert. Bei unzureichender Eindringtiefe werden die kVp um 15% erhöht, wodurch der Schwärzungsgrad (radiographic density) verdoppelt wird, umgekehrt führt eine Senkung der kVp um 15% zu einer entsprechenden Reduzierung des Schwärzungsgrades. Zu beachten ist, dass der Kontrast umgekehrt proportional ist zu den kVp, eine Reduzierung der kVp ergibt also mehr Kontrast. Eine Reduzierung des Kontrasts wird folglich durch eine Erhöhung der kVp erreicht. Aufgrund der resultierenden Veränderung des Schwärzungsgrades ist begleitend eine inverse Verdopplung bzw. Halbierung der mAs-Einstellung erforderlich, um den adäquaten Schwärzungsgrad aufrechtzuerhalten.

■ Dentalröntgeneratoren

Spezielle Dentalröntgeneinheiten sind relativ kostengünstig, verlangen einen nur geringen Unterhaltsaufwand und ermöglichen eine akkurate Bildausrichtung bei minimaler Manipulation des Patienten. Diese Geräte sind kompakt, mobil, besitzen eine anwenderfreundliche Bedienungseinheit und begrenzen die Menge an Streustrahlung. Die Belichtungsparameter wie kVp und mA sind oft voreingestellt oder aber auf die für die Zahn-anatomie geeigneten Werte beschränkt.

Bis vor relativ kurzer Zeit waren die meisten Dentalröntgeneratoren Halbwellengleichrichter-Einheiten und applizierten bei der Generierung von Röntgenstrahlen eine Wechselspannung (AC) auf die Röhre. Bei einem Wechselspannungsgenerator produziert die Spannung entlang der Röhre einen sinusoidalen

Abbildung 1. Ein konventioneller Röntgenerators kann auch in der Zahnheilkunde eingesetzt werden, das Einstellen zufriedener steller Bildwinkel kann aufgrund der Größe des Gerätes aber schwierig sein.



© Michael Bailey



© Michael Bailey

Abbildung 2. Dentale Röntgeneräte mit unterschiedlichen Konuslängen: Die Dentaleinheit mit einem längeren Konus liefert Bilder besserer Qualität, erfordert aber mehr Energie, um die Röntgenphotonen zu generieren.

Stromoutput, der Röntgenphotonen eines breiten Energiebereiches generiert. Niedrigenergetische (nicht nützliche) Photonen werden mittels Filter entfernt; die durchschnittliche, nützliche Photonenenergie, die von einer Wechselspannungsröhre bei einem gegebenen kVp freigesetzt wird, liegt bei nur 33% der gewählten Peak-Photonenenergie. Eine Folge bzw. ein Vorteil ist, dass Bilder mit hohem Kontrast erreicht werden.

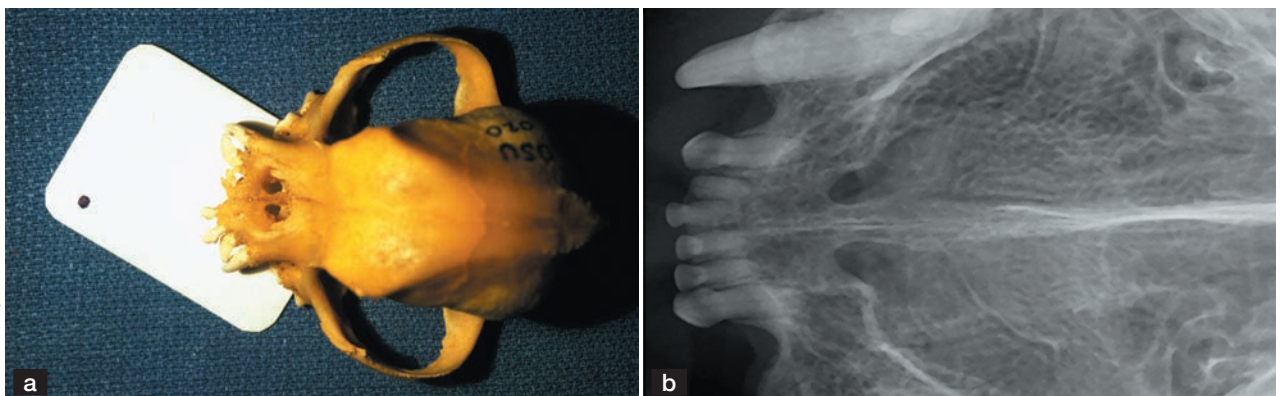
Neue Dentalröntgeneratoren applizieren ein nahezu konstantes elektrisches Potenzial auf die Röhre und werden oft auch als Gleichspannungsgeneratoren (DC-Generatoren), Constant Potential Generatoren oder digitale Generatoren bezeichnet. Sie produzieren einen relativ konstanten Strom nützlicher hochenergetischer Photonen. Dieser höhere Energie-Output bedeutet, dass ein gleichspannungsgeneriertes Bild einen inhärent niedrigeren Kontrast aufweist als ein wechselspannungsgeneriertes Bild, aber die tatsächliche Exposition (Photonen, die am Bildempfänger ankommen) höher ist und die Gewebeabsorption geringer ist (15,16).

Auch wenn beide Systeme, also sowohl Wechselspannungs- als auch Gleichspannungsgeneratoren, zufrieden stellende

Belichtungen liefern, besitzen Letztere eine höhere Konstanz. Sämtliche Dentalröntgeneinheiten verfügen unabhängig vom Generatortyp über einen auch als Position Indicating Device (PID) bezeichneten Konus (Tubus) (**Abbildung 2**), der am vorderen Ende des Kollimators angebracht ist. Typisch sind Konuslängen von 4, 6, 8, 12 oder 16 inches. Die kurzen 4-inch langen Koni erfordern die geringste vom Generator zu produzierende Strahlenmenge und werden daher oft bei Low-power-Einheiten eingesetzt. Sie produzieren aber mehr Streustrahlung und damit weniger Bildkontrast, führen zu einer höheren Strahlenexposition des Patienten und bringen einen Verlust an Bilddetails mit sich. Ein längerer Konus (8 inch) bietet eine verbesserte Bildqualität mit besserer Detailerkennbarkeit, besserem Kontrast (aufgrund von reduzierter Streustrahlung) und geringerer Patientexposition. Ein Zielkonflikt besteht zwischen der Wahl des Konus und den erforderlichen Expositionsfaktoren. Das Abstandsquadratgesetz bedeutet, dass bei einer Verdopplung der Länge des Konus (z.B. von 4 inches auf 8 inches) nur 25% der generierten Photonen am Bildempfänger ankommen. Um nun sicherzustellen, dass der Schwärzungsgrad bei beiden Konuslängen gleich bleibt, muss die generierte Strahlung um den Faktor 4 erhöht werden, wenn die Länge des Konus verdoppelt wird. Wird die Konuslänge verdreifacht (z.B. von 4 auf 12 inches), muss die generierte Strahlung um den Faktor 9 erhöht werden, um denselben Schwärzungsgrad aufrechtzuerhalten. Eine längere Konuslänge hat einen signifikanten diagnostischen Vorteil, da sie durch eine Minderung der Randverzerrung zu einer verbesserten Bildqualität führt (15,16).

Dentalfilme gibt es in fünf Größen (0, 1, 2, 3 und 4), wobei die Größen 2 und 4 am gebräuchlichsten sind. Bei Filmen der Größe 4 handelt es sich um so genannte Okklusalfilme, die aufgrund ihrer Größe nur bei Hunden großer Rassen eingesetzt werden können oder aber für Totalaufnahmen der Maulhöhle oder der Nase bei Katzen oder kleinen Hunden (**Abbildung 3a und b**). Bei kleineren Hunden und bei Katzen werden Röntgenaufnahmen einzelner Zahnwurzeln am häufigsten mit Filmen der Größe 2 angefertigt. Dentalfilme haben in der oberen linken Ecke eine Prägung, deren konvexe Fläche stets in Richtung der Röntgenstrahlungsquelle deuten muss. Zu beachten ist, dass der eigentliche Dentalfilm von mehreren Schichten umhüllt ist, einschließlich einer weißen, äußeren Plastikschtzthülle, Papierschichten vorne und hinten, dem Film und einer silberfarbenen

Abbildung 3. Dentalfilme der Größe 4 können eingesetzt werden, um detaillierte Röntgenaufnahmen der Nase anzufertigen.



© Michael Bailey

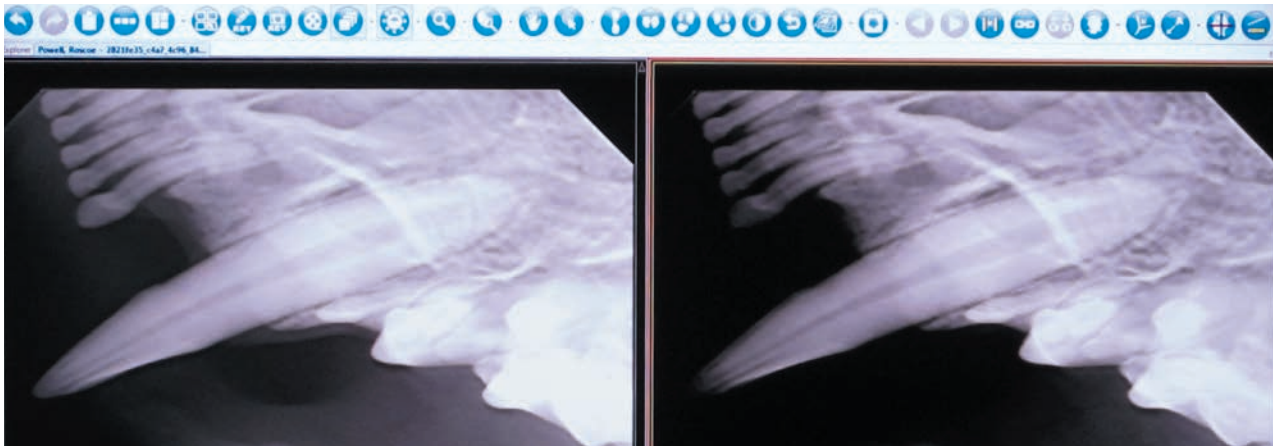


Abbildung 4. Computerprogramme bieten die Möglichkeit, digitale Röntgenbilder zu bearbeiten. Hier ein Beispiel für die Auswirkungen einer Änderung des Kontrastes bei ein und derselben Aufnahme.

Bleifolienschicht. Diese Folie kann die Umwelt kontaminieren, und aus Gründen des Gesundheitsschutzes ist beim Umgang mit diesen Materialien generell besondere Vorsicht geboten (17).

■ Entwicklung

Die Filmentwicklung kann die Qualität der Röntgenaufnahmen beeinflussen. Eine mangelhafte Entwicklung kann die diagnostische Qualität hochgradig beeinträchtigen und zu erhöhter Strahlenexposition für Patienten und Personal führen. Die so genannte Chairside-Entwicklung, also die Entwicklung des Films am Behandlungsplatz, ist eine einfache und kostengünstige Tauchtankmethode, die hervorragende und schnelle Ergebnisse liefert, so lange frische Chemikalien und eine Entwicklungszeit/Entwicklungstemperatur-Tabelle (anstelle der unzuverlässigen Sichtmethode) verwendet werden. Die Entwicklungszeit/Entwicklungstemperatur-Tabelle ist eine schnelle und einfache Richtlinie für den Bediener, um die temperaturabhängigen Entwicklungszeiten anzupassen und somit eine korrekte und gleichmäßige Entwicklung und Fixierung der Bilder sicherzustellen. Sämtliche Lösungen, einschließlich des Wassers zum Abspülen, sollten dieselbe Temperatur haben (maximal 5°C Abweichung), um eine korrekte Verarbeitung zu gewährleisten. Um Fingerabdrücke zu vermeiden und den Kontakt von Chemikalien mit der Haut zu reduzieren, muss die Handhabung der Filme im Rahmen der Entwicklung mit Hilfe von mit Clips ausgestatteten Haltern erfolgen.

Entwicklermaschinen gewährleisten eine bessere Konstanz der Filmqualität und eine zeiteffiziente Entwicklung. Dentalfilme sind zu klein, um sie durch eine Entwicklermaschine für Standardröntgenfilme zu schicken, es sei denn, man setzt ein spezielles Träger-/Transportsystem für Dentalfilme ein, wobei der Transporter auch die Zusatzfunktion eines permanenten Filmträgers hat.

Kleinformatige, speziell für Dentalröntgenfilme vorgesehene Entwicklermaschinen sind erhältlich, sie können aber sehr teuer sein und erfordern einen hohen Durchsatz an Filmen, um kosteneffizient zu arbeiten.

Zu beachten ist, dass bei der Konvertierung von Filmen der Empfindlichkeitsklasse D („D-Speed“ Filme) auf Filme der

Empfindlichkeitsklasse F („F-Speed“-Filme) ein geeigneter Safelight-Filter erforderlich ist. F-Speed-Filme ermöglichen eine Reduzierung der mAs (60% bei Anwendung eines automatischen Prozessors, 50% bei manueller Tankentwicklung).

Technische Fehler können grundsätzlich in jedem Schritt der Dentalradiologie auftreten. Mögliche Fehlerquellen sind die Filmpositionierung, die Lagerung des Patienten, die Winkelung des Röntgenstrahls, die Belichtung, die Entwicklung, die Lagerung der Filme oder jede Kombination der genannten Faktoren. **Tabelle 1** zeigt die am häufigsten auftretenden Probleme und deren Lösung.

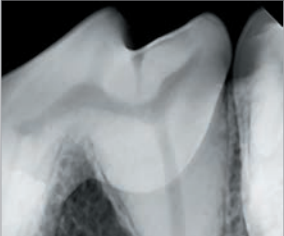
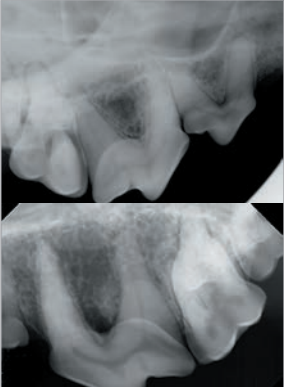
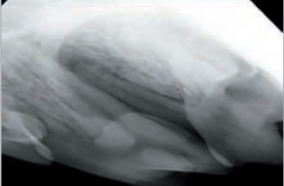

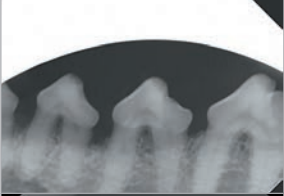

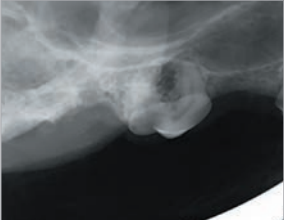
■ Digitale Dentalradiologie

Die digitale Dentalradiologie ist heute weithin verfügbar. Es werden zwei grundlegende Formen unterschieden: Das direkt digitale Röntgen und das indirekt digitale Röntgen.

- Die Systeme der direkt digitalen Radiographie (DR) verwenden Festkörpersensoren (14), die die auftreffende Strahlung detektieren und ein Röntgenbild nahezu unmittelbar an den angeschlossenen Computer senden. DR-Sensoren sind gegenwärtig aber auf die Größe 1,2 begrenzt.
- Die indirekten Systeme, auch als CR-Systeme (Computed Radiography) bezeichnet, verwenden Phosphorplatten (PSP, photo-stimulable phosphor plates), die der Strahlung ausgesetzt werden, anschließend von einem Laserprozessor digital gescannt und schließlich im Computer zu einem Bild konvertiert werden. Das Bild wird dann unmittelbar nach der Verarbeitung von der Platte gelöscht, so dass diese sofort wieder eingesetzt werden kann. Der Vorteil dieser Technologie liegt darin, dass die Größe und die Dicke der Phosphorplatten nahezu identisch sind mit der Größe und der Dicke traditioneller Filme. Durch Verkratzen können die intraoralen Sensoren jedoch an Leistungsfähigkeit einbüßen, und der für das Scannen (und Löschen) einer belichteten Platte erforderliche Zeitaufwand ist höher als bei den DR-Systemen.

Beide Verfahren liefern diagnostische Ergebnisse (14). Das DR-System bietet aber nur eine begrenzte Auswahl an Größen,

Tabelle 1. Häufige Fehler in der Dentalradiographie.

Fehler	Bild	Beschreibung	Korrektur
Unzureichende Abdeckung des zu untersuchenden Areals		Falsche oder unvollständige Berücksichtigung der Zahnanatomie.	Röntgenstrahl neu ausrichten, um alle relevanten anatomischen Strukturen zu erfassen. Neupositionierung von Film und Konus.
Verkürzung		Bild verkürzt/kleiner als die tatsächliche Länge des Objektes. Zu viel Alveolarknochen sichtbar.	Vertikale Winkelung des Röntgenstrahls anpassen; <ul style="list-style-type: none"> • Film parallel zum Objekt. • Röntgenstrahl im 90°-Winkel zum Objekt zentrieren.
Verlängerung (Elongation)		Bild gestreckt/länger als die tatsächliche Länge des Objektes; Wurzelspitzen verlängert.	Positionierung des Films korrigieren; Vertikale Winkelung des Konus anpassen; <ul style="list-style-type: none"> • Film parallel zum Objekt. • Röntgenstrahl im 90°-Winkel zum Objekt zentrieren.
Überlappung		<ul style="list-style-type: none"> • Oberflächen der Zähne liegen eng zusammen. • Zähne überlagern sich. • Knochenkamm um die Zähne schwierig zu erkennen. 	Horizontale Winkelung des Konus korrigieren; Röntgenstrahl so anpassen, dass er einen Winkel von 90° zu dem zu untersuchenden Areal hat.
Konusschatten		Unbelichteter Bereich, in dem die Röntgenstrahlen den Film/Bildempfänger nicht treffen.	Röntgenstrahl über den gesamten Film/Bildempfänger zentrieren.
Unterbelichtung		Helles Bild oder geringer Schwärzungsgrad, Quantenrauschen.	Belichtung erhöhen durch Erhöhung der mAs. Eine technische Tabelle reduziert Belichtungsfehler.
Größenverzerrung		Größenverzerrung, ungleichmäßige Vergrößerung	Beseitigung der Ursachen für geometrische Verzerrung; <ul style="list-style-type: none"> • Längeren Konus verwenden. • Film und Objekt müssen parallel sein. • Röntgenstrahl im 90°-Winkel zum Objekt zentrieren.

während CR-Systeme mit ihren variablen Plattengrößen eine größere Flexibilität aufweisen. Digitale Röntengeräte reduzieren die erforderliche Strahlenexposition im Vergleich zu herkömmlichen Filmsystemen in ganz erheblichem Maße (um 50 bis 80%). Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit der elektronischen Speicherung der Bilder und die je nach Notwendigkeit für die radiographische Beurteilung von Zahnerkrankungen mögliche digitale Bildbearbeitung (**Abbildung 4**).

Konventionelle Filme können lediglich 16 Graustufen darstellen, was für die bildgebende Diagnostik letztlich ein sehr enger Bereich ist. Digitale Zahnrontgenaufnahmen bieten dagegen theoretisch bis zu 65.536 Graustufen. Eine digitale Röntgenaufnahme lässt sich durch eine spätere Bearbeitung am Computer verstärken, indem verschiedene Parameter korrigiert werden. Der Untersucher erhält auf diese Weise ein diagnostisch aussagekräftigeres Bild und erreicht eine verbesserte visuelle Darstellung der Erkrankung und ihrer Details. Studien zeigen, dass die Veränderung von Kontrast und Helligkeit im Rahmen der Bildbearbeitung die größten Auswirkungen auf die diagnostische Genauigkeit haben (18). Eine einzige Aufnahme kann durch gezielte Bildbearbeitung so verbessert werden, dass der Untersucher auch ohne eine weitere Strahlenexposition durch erneute Aufnahmen wichtige Muster oder Details von diagnostischer Bedeutung erkennen kann. Die Pros und Contras der digitalen Dentalradiographie werden in **Tabelle 2** zusammengefasst.

■ DICOM und Telemedizin

Auf konventionellen Filmen basierende Aufnahmen können überall betrachtet werden – eine adäquate Lichtquelle vorausgesetzt – und sind daher von universellem Nutzen. Die digitale Radiologie ist inzwischen zwar ihren Kinderschuhen entwachsen, es gibt aber weiterhin Probleme im Bereich der Kompatibilität von Hardware und Software zwischen verschiedenen Herstellern. Gerade diese Kompatibilität der Bildbetrachtungs- und Bildverarbeitungssysteme sämtlicher Hersteller ist aber ein ganz wesentlicher Punkt. Um diese Kompatibilität zu fördern, wurde Digital Image Communication in Medicine (DICOM), ein offener internationaler Standard für medizinische Bilder, ins Leben gerufen (19). Während dieser Standard in der medizinischen Radiographie heute allgemein verbreitet ist, sind noch nicht alle dentalen Systeme kompatibel.

Die Telemedizin – also die Übermittlung von Leistungen im Gesundheitswesen auf elektronischem Wege (20) – erleichtert eine zuvor nicht in diesem Maße erreichbare, frühzeitigere und präzisere medizinische Versorgung. Grundlage ist der einfache Zugang zu gut ausgebildeten Spezialisten in räumlicher Distanz, und die Nutzung derer hoch spezialisierter diagnostischer Fähigkeiten. Unter der Voraussetzung, dass es keine Probleme im Bereich der Kompatibilität gibt, lässt die digitale Bildgebung die unzähligen Vorteile der Telemedizin auch in der Tiermedizin zur Wirklichkeit werden. Sie bietet darüber hinaus verbesserte Möglichkeiten der beruflichen Fortbildung und reduziert die Kosten durch eine effizientere und zeitnähere medizinische Versorgung der Patienten (21).

■ Die Positionierung des Dentalröntgenbildes

Wir unterscheiden zwei in der veterinärmedizinischen Zahnheil-

kunde eingesetzte intraorale Radiographietechniken. Das einfachere Verfahren ist die Rechtwinkeltechnik (Paralleltechnik). Aufgrund der Anatomie der Maulhöhle beschränkt sich die Anwendung dieser Technik allerdings auf den Bereich des kaudalen Unterkiefers, sie visualisiert aber die Molaren und die kaudalen Prämolaren. Der Röntgenstrahl wird in einem Winkel von 90° zu dem an der lingualen Oberfläche der Zähne positionierten Film ausgerichtet (22).

Die Alternative ist die so genannte Halbwinkeltechnik, die Distorsionen der Zähne minimiert und für Aufnahmen der rostralen Zähne in Ober- und Unterkiefer, sowie der kaudalen Oberkieferzähne eingesetzt wird. Bei dieser Technik wird in der Mitte zwischen Filmachse und Zahn längsachse eine gedachte Linie gezogen, und der Röntgenstrahl wird dann senkrecht auf diese Linie gerichtet (22).

Tabelle 2. Digitale Dentalradiographie.

VORTEILE
<ul style="list-style-type: none"> • Unmittelbare Verfügbarkeit des Bildes bei Verwendung von Geräten mit Festkörpersensoren. • Verbesserte Kontrastauflösung. • Möglichkeit der computergestützten Bildbearbeitung. • Bilder können vielfältig und verschickt werden (z.B. Patientenunterlagen, überweisender Tierarzt oder Telemedizin-Spezialist). • Sicherheitsmechanismen ermöglichen die Identifizierung der ursprünglichen Bilder und die Unterscheidung von veränderten Bildern. • Einfache Speicherung und Suche von Bildern, einschließlich Integration in das Praxismanagementsoftwaresystem. • 50-80%ige Minderung der zur Belichtung eines Bildes erforderlichen Strahlung. • Wegfall gefährlicher Entwicklungschemikalien. • Verringerte Narkosedauer. • Dünne, flexible Platten ermöglichen eine einfache Positionierung unter den beengten räumlichen Verhältnissen der Maulhöhle (CR-System). • DICOM-Kompatibilität ermöglicht es Tierärzten mit unterschiedlicher apparativer Ausstattung und Software, Bilder zu teilen, zu zeigen und zu bearbeiten.
NACHTEILE
<ul style="list-style-type: none"> • Die Sensoren sind anfangs teuer (mit der Zeit sind die Kosten allerdings geringer als bei der mit herkömmlichen Filmen arbeitenden Radiographie). • DR-Sensoren sind gegenwärtig nur in limitierten Größen erhältlich. • Das System verlangt einen Computer im Zahnbehandlungsbereich. • Zusätzlicher Zeitaufwand für Dateneingabe in den Computer. • Fehlende DICOM-Kompatibilität kann ein Problem darstellen.

Eine vollständige radiographische Übersicht besteht aus acht Röntgenaufnahmen:

- Okklusale Projektion der Schneidezähne des Oberkiefers.
- Laterale Projektion der Canini des Oberkiefers.
- Rostraler Oberkiefer-P1-P3-M2.
- Kaudaler Oberkiefer-P4-M2.
- Okklusale Projektion der Schneidezähne und der Canini des Unterkiefers.
- Laterale Projektion der Canini des Unterkiefers.
- Rostraler Unterkiefer-P1-P4.
- Kaudaler Unterkiefer-P4-M3.

Die ersten sieben Projektionen verwenden eine Halbwinkeltechnik, die letztgenannte bedient sich der Paralleltechnik. Der obere vierte Prämolare verlangt zusätzliche Röntgenaufnahmen unter Verwendung der SLOB-Regel (Same Lingual Opposite Buccal), um eine adäquate Visualisierung aller drei Wurzeln zu gewährleisten. Detailliertere Beschreibungen der Methodologie der oben genannten Untersuchungen finden sich in verschiedenen Veröffentlichungen (z.B. 22-24), an die der weiter interessierte Leser an dieser Stelle verwiesen sei.

■ Anforderungen an die Dentalradiographie

Verschiedene Organisationen wie das American Veterinary Dental College und die Academy of Veterinary Dentistry haben Richtlinien erstellt, deren Einhaltung zur Entstehung diagnostisch aussagekräftiger Röntgenaufnahmen führt:

- Richtige Belichtungs- und Entwicklungstechniken.
- Korrekter Kontrast und Schwärzungsgrad der Röntgenaufnahme.

- Der Film ist frei von Artefakten.
- Die Röntgenbilder sind gut positioniert.
- Eine korrekte Winkelung wird eingehalten: Eine Verkürzung oder Verlängerung (Elongation) sollte vermieden werden.
- Alle zu beurteilenden Zähne sind klar und vollständig sichtbar. Adäquate Visualisierung aller Zahnwurzeln und Zahnwurzelspitzen mit mindestens 3 mm sichtbarem periapikalem Knochen.
- Die Backenzähne und Schneidezähne des Oberkiefers sollten mit den Wurzeln nach oben und den Kronen nach unten zeigen.
- Die Backenzähne und Schneidezähne des Unterkiefers sollten mit den Kronen nach oben und den Wurzeln nach unten zeigen.
- Bei Aufnahmen der rechten Seite der Maulhöhle, sind die rostralen Zähne auf der rechten Seite.
- Bei Aufnahmen der linken Seite der Maulhöhle sind die rostralen Zähne auf der linken Seite.

■ Schlussfolgerung

Es herrscht kein Zweifel darüber, dass die Dentalradiographie frustrierend sein kann und in der Veterinärmedizin immer noch zu wenig eingesetzt wird. Eine gute Bildgebung ist jedoch ein ganz entscheidender Faktor bei der Untersuchung von Zahnerkrankungen. Jüngste Fortschritte bei den Dentalfilmen, eine verbesserte Technologie der Röntgeneratoren und neue digitale Dentalröntgensysteme stellen entscheidende Weiterentwicklungen dar. Mit der richtigen apparativen Ausstattung und der Fähigkeit, die häufigen Fehler beim Röntgen zu erkennen und zu eliminieren, sollte heute jeder Tierarzt in der Lage sein, hervorragende Aufnahmen anzufertigen, die letztlich eine genauere Diagnose und eine bessere Behandlung für den Patienten gewährleisten.

Literatur

1. Harvey CE. Periodontal disease in dogs. Etiopathogenesis, prevalence, and significance. *Vet Clin North Am Small Animal Pract* 1998;28(5):1111-1128.
2. Lund EM, Armstrong PJ, Kirk CA, et al. Health status and population characteristics of dogs and cats examined at private veterinary practices in the United States. *J Am Vet Med Assoc* 1999;214(9):1336-1341.
3. Lommer MJ, Vertraete FJ. Prevalence of odontoclastic resorption lesions and periapical radiographic lucencies in cats: 265 cases (1995-1998). *J Am Vet Med Assoc* 2000;217(12):1866-1869.
4. DuPont GA. Radiographic evaluation and treatment of feline dental resorptive lesions. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2005;943-962.
5. DeBowes LJ, Mosier D, Logan E, et al. Association of periodontal disease and histologic lesions in multiple organs from 45 dogs. *J Vet Dent* 1996;13(2):57-60.
6. Glickman LT, Glickman NW, Moore GE, et al. Evaluation of the risk of endocarditis and other cardiovascular events on the basis of the severity of periodontal disease in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2009;234(4):486-494.
7. Freeman JP, Brand JW. Radiation doses of commonly used dental radiographic surveys. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endo* 1994;77(3):285-9.
8. Gibbs SJ, Pujol A Jr, Chen TS, et al. Patient risk from intra-oral dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1988;17(1):15-23.
9. National Council for Radiation Protection & Measurements. Radiation protection in dentistry. Bethesda, Md.: National Council for Radiation Protection & Measurements; 2003.
10. European Commission, Radiation Protection 136, European guidelines on radiation protection in dental radiology. The safe use of radiographs in dental practice. Directorate General for Energy and Transport, Directorate H- Unit H.4-radiation Protection 2004.
11. Horton PS, Francis H, Sippy FJ, et al. A clinical comparison of speed group D and E dental X-ray films. Original Research Article. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endo* 1984;58(1):104-108.
12. White SC, Yoon DC. Comparison of sensitometric and diagnostic performance of two films. *Comp Cont Ed Dentistry* 2000;21:530-2,534,536 passim.
13. FDA, The Nationwide Evaluation of X-ray Trends (NEXT), Dental radiography: doses and film speed, 2009.
14. Mupparapu M. Digital dental radiography - a review of the solid-state and semi-direct digital detector. *Orofac J Sci* 2011;3(1):40.
15. USAF. Dental evaluation & consultation services. Synopsis of Intra-Oral X-ray Units (Project 05-02) (4/05).
16. Bellows J. Dental radiography. In: Bellows J, ed. *Small animal dental equipment, materials and techniques, a primer*. Oxford: Blackwell Publishing, 2004;63-103.
17. Suji LJS, Wainman BC, Ruwan K, et al. Foil backing used in intraoral radiographic dental film: a source of environmental lead. *J Can Dent Assoc* 2005;71(1):35-8.
18. Gormez O, Yilmaz HH. Image post-processing in dental practice. *Eur J Dent* 2009;3(4):343-347.
19. Dean Bidgood W, Horii SC, Prior FW, et al. Understanding and using DICOM, the data interchange standard for biomedical imaging. *J Am Med Inform Assoc* 1997;4(3):199-212.
20. American Dental Association Standards Committee on Dental Informatics. Technical report no. 1023-2005: Implementation requirements for DICOM in dentistry. Chicago: American Dental Association; 2005.
21. Hjelm NM. Benefits and drawbacks of telemedicine. *J Telemed Telecare* 2005;11(2):60-70.
22. Mulligan TW, Williams CA, Aller MS. *Atlas of Canine & Feline Dental Radiography*. Trenton: Veterinary Learning Systems, 1998;27-44.
23. Brook NA. How to obtain the best dental radiographs. *Vet Med Supp Oct* 1, 2007.
24. Holmstrom SE, Frost-Fitch P, Eisner ER. *Veterinary Dental Techniques for the Small Animal Practitioner*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders, 2004;131-174.

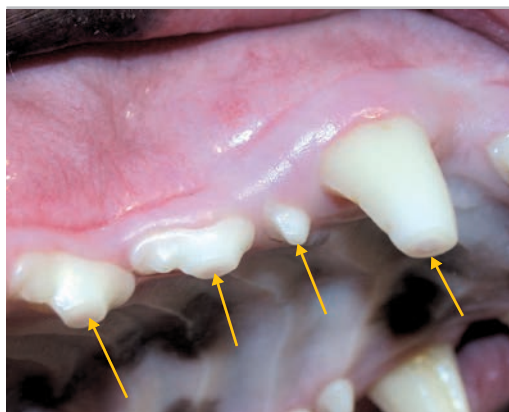
Zahnerkrankungen bei Hunden und Katzen

■ **Javier Collados, DVM**

DVM Dentistry and Oral Surgery, Sinergia Veterinaria, Madrid, Spanien

KERNAUSSAGEN

- Die Diagnose von Zahnerkrankungen verlangt eine initiale Untersuchung der Maulhöhle, gefolgt von einer endgültigen Untersuchung der Maulhöhle unter Allgemeinanästhesie.
- Geeignete Zahninstrumente (z.B. Dentalsonde, Parodontalsonde) zusammen mit ergänzenden diagnostischen Tests je nach Indikation (z.B. Zahnrontgenaufnahmen) sind wesentliche Voraussetzungen für eine genaue Diagnose.
- Für eine korrekte Diagnose sind Dentalrontgenaufnahmen eher geeignet als konventionelle Rontgenaufnahmen.



Abrasion

Verlust von Zahngewebe durch abnorme mechanische Reibung, verursacht durch Fremdkörper in der Maulhöhle (z.B. Tennisbälle, Steine, Gitterstäbe des Zwingers).

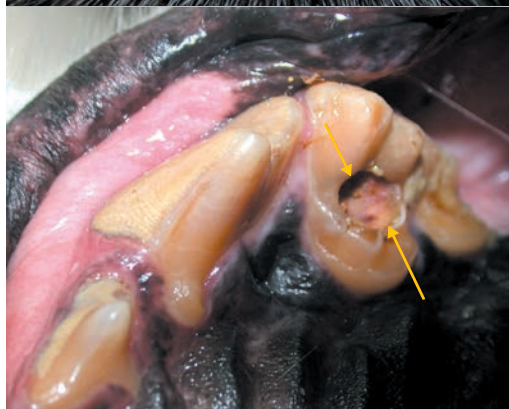
- **Prävalenz:** Bei Hunden häufig, bei Katzen selten.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung und Dentalsonde.
- **Kernpunkt:** Beurteilung, ob die Pulpahöhle eröffnet ist mit Hilfe der Dentalsonde. Abklären, ob eine Farbveränderung auf der okklusalen Fläche (Kaufläche) eines betroffenen Zahnes auf tertiäres Dentin (braune Verfärbung) oder auf eine Freilegung der Pulpahöhle (schwarze Verfärbung) zurückzuführen ist.



Abnorme Attrition

Physiologischer Verlust von Zahnschubstanz infolge des Kontaktes zwischen den okklusalen Oberflächen der Zähne beim Kauen. In der Regel geringgradig, in einigen Fällen (z.B. bei Malokklusionen) auch abnorm und hochgradig.

- **Prävalenz:** Relativ häufig beim Hund, gelegentlich bei der Katze.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung und Dentalsonde.
- **Kernpunkt:** Wie bei den Abrasionen muss mit Hilfe einer Dentalsonde abgeklärt werden, ob die Pulpahöhle eröffnet ist. Zur Abklärung der Ausdehnung der Erkrankung können Zahnrontgenaufnahmen erforderlich sein.



Karies

Demineralisierung und Zerstörung des Zahnhartgewebes, verursacht durch Bakterien.

- **Prävalenz:** Selten bei Hunden, extrem selten bei Katzen.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung, Dentalsonde und Zahnrontgenaufnahmen (um die Ausdehnung der Läsion zu ermitteln).
- **Kernpunkt:** Der am häufigsten betroffene Zahn bei Hunden ist der erste Molar im Oberkiefer. Immer die ersten, zweiten und dritten Molaren im Unterkiefer untersuchen, wenn der erste Molar im Oberkiefer betroffen ist, da Erstere mit Letzterem okkludieren und ebenfalls von Karies befallen sein können.

© Javier Collados

© Javier Collados

© Javier Collados





© Javier Collados

Zahnverfärbung

Farbveränderung (z.T. sehr stark ausgeprägte Farbdifferenz) eines Teils oder der gesamten Zahnkrone. Kann andere Zahnerkrankungen begleiten, und mit diesen zusammenhängen (z.B. Zahnfrakturen).

- **Prävalenz:** Relativ häufig bei Hunden, gelegentlich bei Katzen (relativ häufig in Verbindung mit komplizierten Frakturen) .
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung.
- **Kernpunkt:** Vielfältige Ätiologie (z.B. Trauma, physikalisch, chemisch), Pulpa kann nekrotisch sein, Zahnrontgenaufnahmen sind also immer angezeigt.



© Javier Collados

Zahnverschmelzung (Synodontie)

Das Dentin zweier individueller Zähne ist verschmolzen, mit der Folge einer geringeren Anzahl von Zähnen.

- **Prävalenz:** Selten bei Hunden, sehr selten bei Katzen.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung und Dentalsonde.
- **Kernpunkt:** Bei hochgradigen morphologischen Veränderungen kann es zu Erkrankungen der Pulpa kommen. Zahnrontgenaufnahmen sind angezeigt.

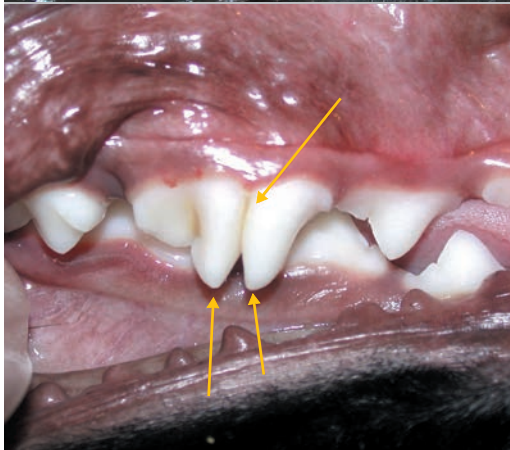


© Javier Collados

Mikrodontie

Ausbildung abnorm kleiner Zähne. Wenn mehrwurzelige Zähne betroffen sind, ist die Anzahl der Wurzeln oft verändert.

- **Prävalenz:** Selten bei Hunden, sehr selten bei Katzen.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung.
- **Kernpunkt:** Indikation für Zahnrontgenaufnahmen zur Abklärung von Veränderungen der Morphologie und Anzahl von Zahnwurzeln.

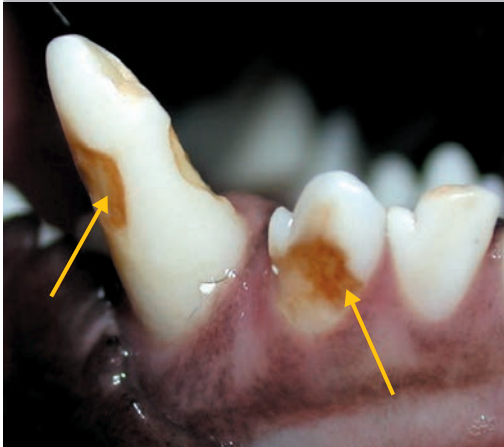


© Javier Collados

Gemination

Angeborene Zahn deformität mit unvollständiger Teilung des Zahnkeims. In der Regel besitzt der Zahn zwei durch eine Kerbe in der Mitte getrennte Kronen. Die Anzahl der Zähne ist nicht reduziert.

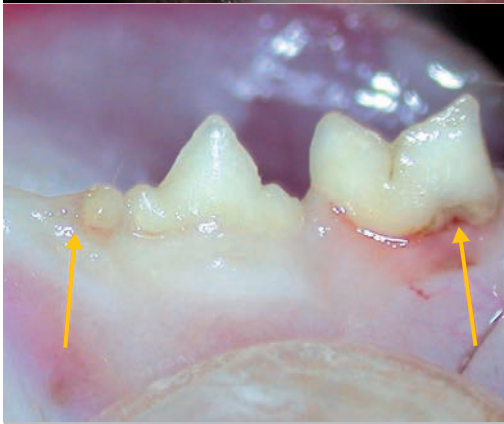
- **Prävalenz:** Selten bei Hunden, sehr selten bei Katzen.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung und Dentalsonde.
- **Kernpunkt:** Die morphologischen Veränderungen können zu Erkrankungen der Pulpa führen. Eine Überwachung mit Hilfe von Zahnrontgenaufnahmen ist immer angezeigt.



Schmelzhypoplasie

Ein Defekt der Amelogenese (Schmelzentwicklung), wobei zu wenig Schmelz abgelagert wird.

- **Prävalenz:** Relativ häufig beim Hund, sehr selten bei Katzen.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung und Dentalsonde.
- **Kernpunkt:** Sollte nicht verwechselt werden mit einer Mineralisierungsstörung des Schmelzes (Amelogenese mit unzureichender Mineralisierung des Schmelzes). Unterschiedliche Ätiologien, am häufigsten liegen virale Infektionen und lokale Traumata zugrunde.



Resorption

Fortschreitende Zerstörung der Zahnhartsubstanz infolge der Wirkung klastischer Zellen. Die Ätiologie ist komplex und konnte bislang noch nicht vollständig geklärt werden.

- **Prävalenz:** Selten bei Hunden, aber häufig bei Katzen (Feline Oral Resorption Lesion - FORL).
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung, Dentalsonde und Röntgenaufnahmen.
- **Kernpunkt:** Zahnrontgenaufnahmen sind eine wesentliche Voraussetzung, um die Ausdehnung der Läsion zu beurteilen, eine Klassifikation vorzunehmen und einen Behandlungsplan zu erstellen.

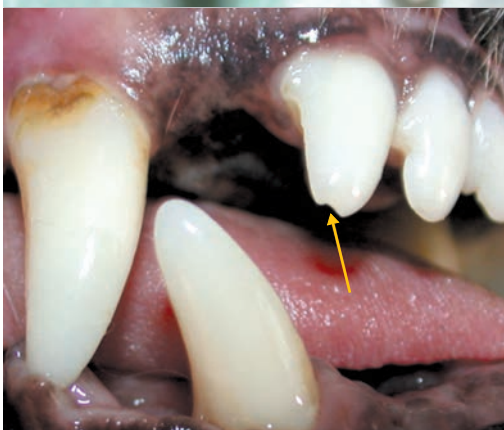
ZAHNFRAKTUREN



Infraktion des Schmelzes

Fraktur oder Riss im Schmelz ohne Substanzverlust.

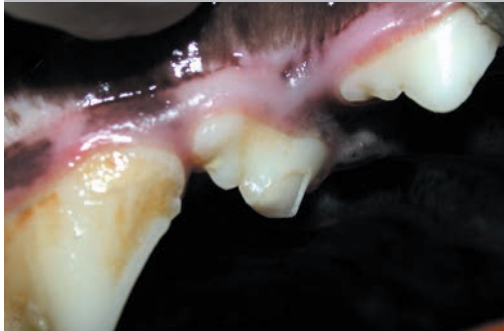
- **Prävalenz:** Selten bei Hunden, sehr selten bei Katzen (ist mit bloßem Auge nicht erkennbar).
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung.
- **Kernpunkt:** Erkrankung der Pulpa ist unwahrscheinlich, Zahnrontgenaufnahmen sind jedoch angezeigt.



Schmelzfraktur

Fraktur, die ausschließlich den Schmelz erfasst, mit Substanzverlust.

- **Prävalenz:** Relativ häufig bei Hunden, relativ selten bei Katzen.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung und Dentalsonde.
- **Kernpunkt:** Die Untersuchung mit einer Dentalsonde kann erforderlich sein, um eine Schmelzfraktur von anderen Frakturtypen zu unterscheiden (z.B. unkomplizierte Kronenfraktur), Zahnrontgenaufnahmen sind angezeigt.

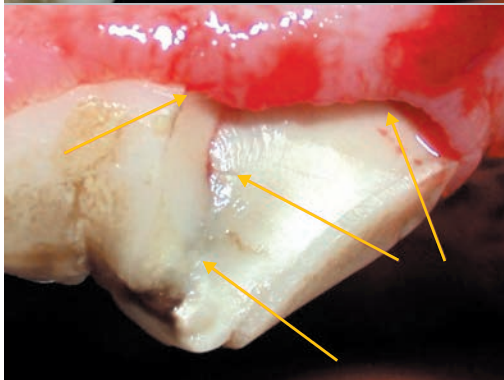


© Javier Collados

Unkomplizierte Kronenfraktur

Fraktur der Krone ohne Freilegung der Pulpa.

- **Prävalenz:** Relativ häufig bei Hunden und bei Katzen.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung und Dentalsonde.
- **Kernpunkt:** Zahnrontgenaufnahmen sind angezeigt, eine geeignete Behandlung (z.B. indirekte Pulpaüberkappung) kann erforderlich sein.

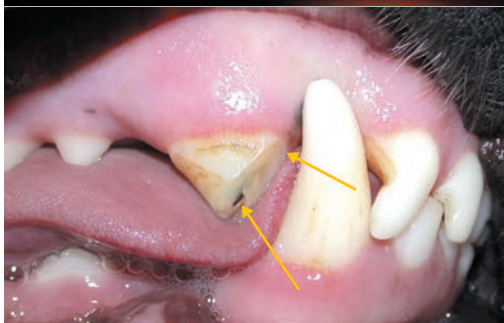


© Javier Collados

Unkomplizierte Kronen-Wurzel-Fraktur

Fraktur der Krone und der Wurzel ohne Freilegung der Pulpa.

- **Prävalenz:** Relativ selten bei Hunden, selten bei Katzen.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung, Dentalsonde und Zahnrontgenaufnahmen (zur Klärung der Ausdehnung der Schädigung)
- **Kernpunkt:** Zahnrontgenaufnahme, wenn der parodontale Bereich mit betroffen ist; evtl. geeignete Behandlung, je nach Indikation (Wurzelkanalbehandlung und/oder Parodontalbehandlung).

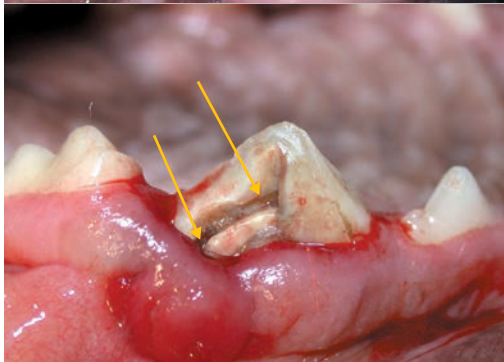


© Javier Collados

Komplizierte Kronenfraktur

Fraktur der Krone mit Freilegung der Pulpa.

- **Prävalenz:** Häufig bei Hunden und bei Katzen.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung und Dentalsonde.
- **Kernpunkt:** Im Anschluss an die dentale Radiographie ist die geeignete Behandlung wesentlich (Wurzelkanalbehandlung oder Exaktion).

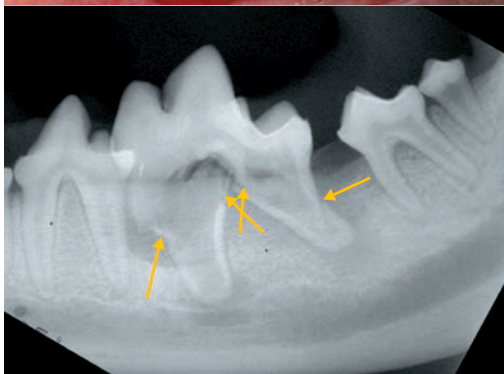


© Javier Collados

Komplizierte Kronen-Wurzel-Fraktur

Fraktur der Krone und der Wurzel mit Freilegung der Pulpa.

- **Prävalenz:** Häufig bei Hunden und bei Katzen.
- **Diagnose:** Adspektorische Untersuchung, Dentalsonde und Zahnrontgenaufnahmen (zur Klärung der Ausdehnung der Schädigung).
- **Kernpunkt:** Im Anschluss an die dentale Radiographie ist die geeignete Behandlung wesentlich (Wurzelkanalbehandlung und Parodontalbehandlung, wenn möglich, oder Exaktion).



© Javier Collados

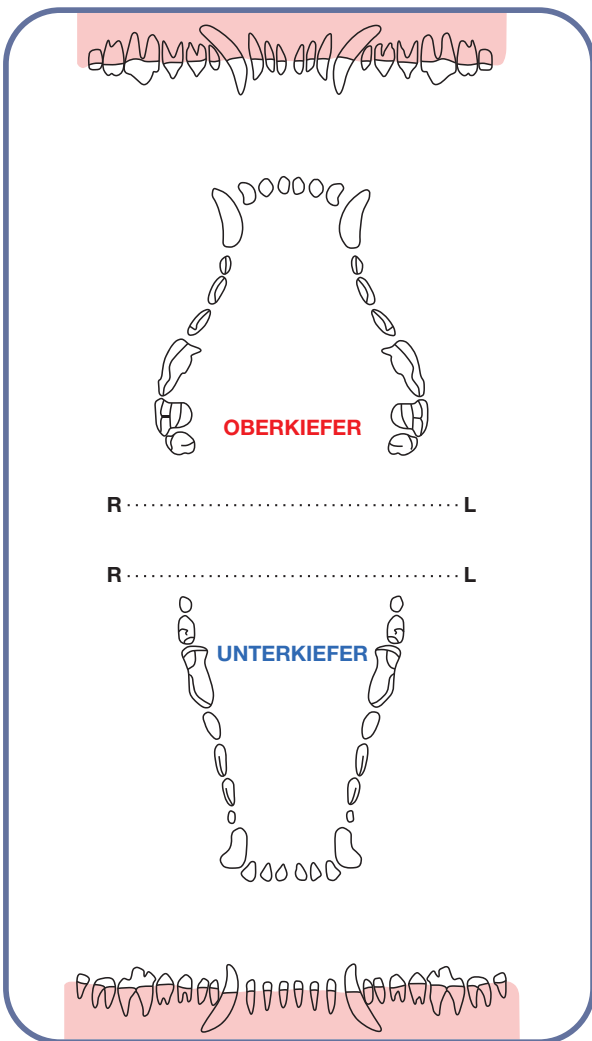
Wurzelfraktur

Fraktur der Zahnwurzel (ausschließlich).

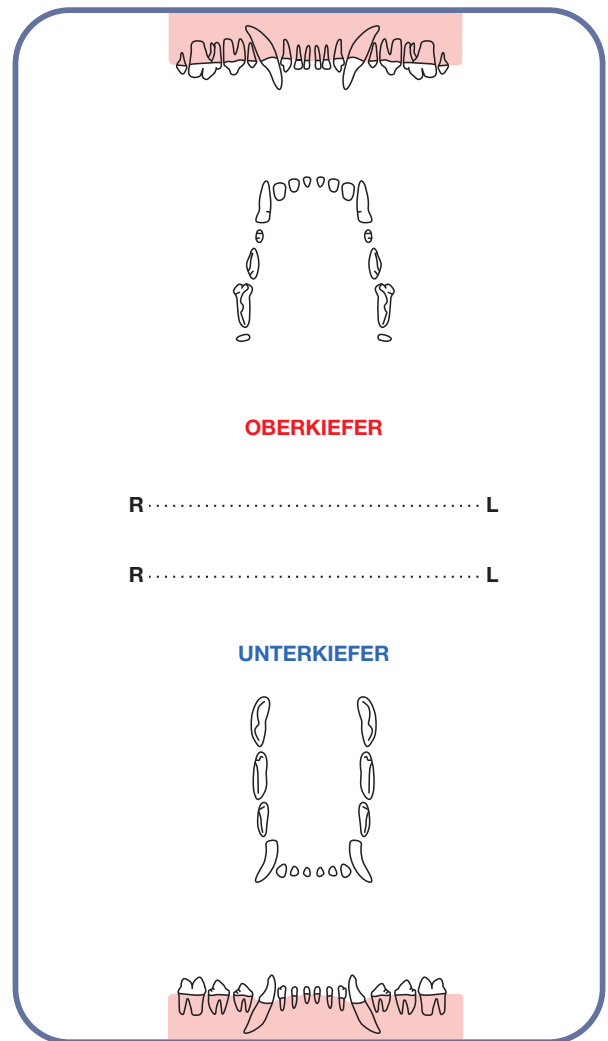
- **Prävalenz:** Relativ selten bei Hunden, selten bei Katzen.
- **Diagnose:** Dentalsonde (zur Beurteilung des Grades der Beweglichkeit der Krone) und Zahnrontgenaufnahmen.
- **Kernpunkt:** Zahnrontgenaufnahmen sind eine wesentliche Voraussetzung für die Diagnose. Die Behandlung besteht aus der Exaktion betroffener Zähne.

Zahnschemata von Hund und Katze

Bleibendes Gebiss des Hundes



Bleibendes Gebiss der Katze



Beiträge, Ideen für Artikel und Vorschläge für bestimmte Themen und Autoren sind willkommen und können an den Herausgeber geschickt werden. Der Veterinary Focus, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt und darf ohne schriftliche Zustimmung des Verlages weder vollständig noch auszugsweise vervielfältigt, reproduziert, kopiert, übertragen oder anderweitig verwertet werden, weder grafisch, noch elektronisch oder mechanisch. © Royal Canin 2012. Geschützte Warennamen (Warenzeichen) werden nicht besonders kenntlich gemacht. Aus dem Fehlen eines solchen Hinweises kann also nicht geschlossen werden, dass es sich um freie Warennamen handelt, die als solche von jedermann benutzt werden können. Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsmethoden kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom Anwender im Einzelfall in der geeigneten Literatur auf ihre Richtigkeit überprüft werden. Obwohl sich die Übersetzer mit allen Mitteln um die Genauigkeit ihrer Übersetzungen bemühen, können sie keine Gewähr für die Richtigkeit der Originalartikel übernehmen. In diesem Zusammenhang eventuell entstehende Nachlässigkeitsansprüche können folglich nicht akzeptiert werden. Die von den Autoren bzw. den Beitragsleistenden zum Ausdruck gebrachten Ansichten geben nicht unbedingt die Meinung des Verlages, der Redaktion oder des redaktionellen Beirats wieder.

Continuing Education *with Bite!*

22nd and **12th**

European
Congress
of Veterinary
Dentistry

World
Veterinary
Dental
Congress

23-25 May 2013

www.evds.info



CZECH VETERINARY
DENTAL SOCIETY



PRAGUE – CZECH REPUBLIC