



1 Einleitung

Die regelmäßige Untersuchung der Maulhöhle und die befundabhängige Behandlung des Gebisses sind fest integrierte Bestandteile der Pferdemedizin. Die Zahnextraktion ist dabei der am häufigsten durchgeführte chirurgische Eingriff in der Maulhöhle des Pferdes (TREMAINE u. SCHUMACHER 2011).

Die Mundhöhle des Menschen ist dicht mit Bakterien von großer Artenvielfalt besiedelt (PASTER et al. 2006). Sowohl aerobe als auch anaerobe Mikroorganismen sind Teil der oralen Flora (EVALDSON et al. 1982; LOVE et al. 1990; D.R. ELLIOTT et al. 2005), wobei sich die Flora der gesunden Mundhöhle in ihrer Zusammensetzung von der bei dentalen Erkrankungen unterscheidet (AAS et al. 2005).

Ein ähnliches Bild zeigt sich in der Maulhöhle des Pferdes (BAILEY u. LOVE 1991; BIENERT 2002). Unter den aeroben Bakterien liegt eine Dominanz von *Streptococcus spp.*, *Bacillus spp.* und *Actinobacillus spp.* vor. Die anaerobe Mikroflora dominieren *Fusobacterium spp.* und *Prevotella spp.* (BIENERT 2002).

Aus der Humanmedizin ist seit langem bekannt, dass Manipulationen an den Zähnen eine vorübergehende Bakteriämie hervorrufen können (OKELL u. ELLIOTT 1935; COBE 1954), wobei die Zahnextraktion unter allen oralchirurgischen Eingriffen das höchste Risiko für das Auftreten einer Bakteriämie birgt (TAKAI et al. 2005).

Folge dieser transienten Bakteriämie können schwerwiegende systemische Erkrankungen wie beispielsweise Endokarditiden, Hirn- oder Leberabszesse sein (WAGNER et al. 2006; W. WILSON et al. 2007).

Auch für den Hund konnte das Vorkommen bakteriämischer Phasen im Rahmen von Zahnbehandlungen und -extraktionen nachgewiesen (BLACK et al. 1980; HARARI et al. 1993; NIEVES et al. 1997) und ein Zusammenhang zum Auftreten bakterieller Endokarditiden hergestellt werden (SYKES et al. 2006).

Da einzelne Fallberichte infektiöse Komplikationen nach Zahnbehandlungen beim Pferd beschreiben (BARTMANN et al. 2002; VERDEGAAL et al. 2006), ist es Ziel dieser Arbeit, das Auftreten einer Bakteriämie im Rahmen von Zahnextraktionen beim antibiotisch unbehandelten Pferd zu bestätigen oder auszuschließen. Die beteiligten Erreger sollen charakterisiert und mit der Mikroflora der extrahierten Zähne verglichen werden.



2 Literaturübersicht

2.1 Nomenklatur der Zähne

Pferde besitzen vier unterschiedliche Zahntypen. Von rostral nach kaudal gehend werden diese als Inzisivi (Schneidezähne), Canini (Hengstzähne), Prämolaren und Molaren (Backenzähne) bezeichnet.

An jedem Zahn werden sechs Flächen unterschieden. Die Okklusions- oder Kaufläche ist dem Antagonisten des jeweils anderen Kiefers zugewandt. Die nach medial gerichtete Seite des Zahnes wird im Oberkiefer als Palatinal- und im Unterkiefer als Lingualfläche bezeichnet. Bukkal- bzw. Labialfläche wird der Anteil des Zahnes genannt, der der Wangenschleimhaut bzw. der Innenseite der Lippen anliegt (DIXON 2011). Die Begriffe mesial und distal beschreiben die Flächen der Zähne, die den benachbarten Zähnen direkt anliegen. Die Mesialfläche ist dabei nach rostral, die Distalfläche nach kaudal gerichtet. Im Wurzelbereich gelegene Zahnanteile erhalten die Bezeichnung apikal (WISSDORF et al. 2010).

Eine eindeutige Identifizierung jedes einzelnen Zahnes ist durch die Modifizierung des von TRIADAN (1972) beschriebenen numerischen Systems möglich. Jedem Zahn wird hierbei eine dreistellige Nummer zugeordnet. Die erste Ziffer bezeichnet den Quadranten des Kopfes, in dem sich der jeweilige Zahn befindet. Im Dauergebiss beginnt die Bezifferung mit 1 für den rechten oberen Quadranten, geht weiter über 2 für den linken oberen und 3 für den linken unteren Quadranten und endet mit 4 im rechten unteren Quadranten. Analog dazu erfolgt die Bezifferung im Milchgebiss beginnend mit der Ziffer 5 für den rechten oberen Quadranten und endend mit der Ziffer 8 im rechten unteren Quadranten. Die zwei folgenden Ziffern beschreiben die Position des Zahnes in der jeweiligen Zahnreihe. Begonnen wird mit der Nummer 01 für den ersten Inzisivus. Die weiteren Zähne werden nach kaudal gehend fortlaufend nummeriert, sodass der letzte Molar des Pferdes immer die Nummer 11 erhält (FLOYD 1991).



2.2 Anatomie der Zähne

2.2.1 Allgemeiner Aufbau

Nach WISSDORF et al. (2010) wird jeder Zahn in drei makroskopisch zu unterscheidende Einheiten unterteilt: die Zahnkrone (*Corona dentis*), den Zahnhals (*Cervix dentis*) und die Zahnwurzel (*Radix dentis*).

Die Zahnkrone im anatomischen Sinne ist der Zahnanteil, der von Schmelz umgeben ist. Sie lässt sich weiterhin unterteilen in einen intraalveolären, also innerhalb des Zahnfaches gelegenen, und einen extraalveolären Kronenanteil. Der intraalveolär gelegene Anteil wird synonym auch als Reservekrone bezeichnet, da mit fortschreitendem Abrieb des Zahnes durch das Kauen Teile der intraalveolär gelegenen Krone aus der Alveole herausgeschoben werden.

Von der anatomischen Krone abzugrenzen ist die klinische Krone, die den Teil des Zahnes beschreibt, der in die Maulhöhle hineinragt (STASZYK 2011). Die klinische Krone macht an einem gerade durchgebrochenen Backenzahn mit einer Länge von etwa zwei Zentimetern nur ungefähr ein Viertel der Länge der gesamten Krone aus (SCHUMACHER u. HONNAS 1993).

Der Zahnhals, der als Grenze zwischen der schmelzbedeckten Zahnkrone und der schmelzfreien Zahnwurzel definiert wird, ist am komplett von Zement umgebenen Zahn des Pferdes nicht vorhanden. Beim Pferde Zahn wird der von Gingiva umschlossene Anteil des Zahnes als Zahnhals bezeichnet (WISSDORF et al. 2010).

Analog zur Zahnkrone unterscheidet man auch bei der Zahnwurzel zwischen einer anatomischen und einer klinischen Definition.

Die anatomische Wurzel ist der Bereich des Zahnes, der nicht von Schmelz umgeben ist. Die klinische Wurzel hingegen bezeichnet den im Zahnfach gelegenen Anteil des Zahnes (WISSDORF et al. 2010). An der Wurzelspitze erlangen Leitungsbahnen über eine Öffnung (*Foramen apicis dentis*) Zutritt zu der innerhalb des Zahnes gelegenen Pulpa (STASZYK 2011).

Die Wurzeln der 8er bis 11er des Oberkiefers stehen in enger Beziehung zum Sinus maxillaris (SCHUMACHER u. HONNAS 1993).

2.2.2 Zahnschubstanzen

Alle Zähne sind aus den drei Hartsubstanzen Zement, Schmelz und Dentin sowie dem Weichgewebe Pulpa aufgebaut (BAKER 1970). Durch die abweichende Konsistenz dieser Hartsubstanzen, die dadurch bedingte unterschiedlich schnelle



Abnutzung und ihre spezielle Anordnung im Zahn, ermöglichen sie maßgeblich die Aufnahme und Zerkleinerung struktur- und faserreicher Futtermittel.

Nach WISSDORF et al. (2010) ist das Äußere des Zahnes, abgesehen von der Okklusalfäche, vollständig vom gelblichen Zement umgeben. Strukturell weist er Ähnlichkeiten zu Knochen auf (LIEBICH 2010) und ist fest mit den Substanzen im Inneren des Zahnes verbunden. Darüber hinaus bildet er Anteile des Zahnhalteapparates (STASZYK 2011) und enthält sowohl Blutgefäße als auch Nervenbahnen (MITCHELL et al. 2003). An der labialen Seite der Schneidezähne nutzt sich die Zementschicht zumeist ab, sodass der darunter liegende Schmelz zum Vorschein kommt (DIXON 2011).

Der nach zentral auf die Zementschicht folgende Schmelz ist laut LIEBICH (2010) das härteste Gewebe des Körpers und besteht fast vollständig aus Hydroxylapatit. Er ist von bläulich-weißer Farbe (BAKER 1970) und stülpt sich bei den Backenzähnen des Pferdes seitlich ins Innere des Zahnes ein, weswegen dieser Zahntyp auch schmelzfaltig genannt wird (STASZYK 2011). An allen Schneidezähnen sowie an den Backenzähnen des Oberkiefers bilden sich zudem zementgefüllte Schmelzbecher, die als Infundibula bezeichnet werden (BAKER 1970).

Das gelblich-weiße Dentin oder Zahnbein macht nach BAKER (1970) den Großteil der Zahnsubstanz aus. Es füllt die Schmelzfalten aus und umgibt die Pulpahöhle vollständig. Um eine Eröffnung der Pulpahöhle durch die stetige Abnutzung der Kauflächen zu verhindern, bilden die Odontoblasten kontinuierlich Sekundärdentin, welches die Pulpahöhle verengt und zur Okklusalfäche hin verschließt (SCHUMACHER u. HONNAS 1993).

Nach WISSDORF (2010) liegt die weiche, gelatinöse Pulpa in der vollständig von Dentin umschlossenen Pulpahöhle (*Cavum dentis*). Sie stellt ein komplexes Geflecht aus Bindegewebe, Nerven, Blut- und Lymphgefäßen dar, welches über das *Foramen apicis dentis* in das Innere des Zahnes gelangt (MUELLER u. LOWDER 1998). Die Aufgabe der Pulpa ist vor allem die Bereitstellung und Erhaltung der Odontoblasten zur Dentinbildung (SCHUMACHER u. HONNAS 1993). Darüber hinaus dient die Pulpa aber auch der Ernährung des Zahnes, dem Schutz vor Verletzungen und Infektionen und leitet Schmerzimpulse an den *Nervus trigeminus* weiter (MUELLER u. LOWDER 1998).



2.3 Anatomie des Zahnhalteapparates

Der Zahnhalteapparat besteht nach WISSDORF et al. (2010) aus vier Komponenten: Alveolarknochen, *Ligamentum periodontale*, Gingiva und Zement.

SCHUMACHER und HONNAS (1993) beschreiben den Alveolarknochen als eine dünne, das Zahnfach auskleidende Knochenlamelle, die wegen ihrer hohen Röntgendichte auch als *Lamina dura* bezeichnet wird. Sie ist in der *Substantia spongiosa* des Kieferknochens aufgehängt, welche wiederum von der *Substantia compacta* umgeben wird. Dieses Gefüge bildet zusammen die knöcherne Alveole, auch als Zahnfach bezeichnet (STASZYK 2011).

Der Alveolarknochen besitzt zahlreiche kleine Öffnungen, durch die Nerven sowie Blut- und Lymphgefäße aus der *Substantia spongiosa* Zutritt zu dem als parodontalen Spalt bezeichneten Raum zwischen Alveolarknochen und Zahn erlangen. Aufgrund dieser siebartigen Struktur wird der Alveolarknochen auch *Lamina cribiformis* genannt (WISSDORF et al. 2010). Die durch das Kauen auf den Zahn sowie den umliegenden Knochen wirkenden Kräfte führen zu kontinuierlich ablaufenden Umbauvorgängen im Knochen durch Osteoklasten und Osteoblasten. Dadurch wird permanent eine möglichst optimale Position und feste Verankerung des Zahnes im Zahnfach gewährleistet (ŁYCZEWSKA-MAZURKIEWICZ et al. 2003).

Das *Ligamentum periodontale*, auch als Wurzelhaut oder Periodontium bezeichnet, verbindet als gut vaskularisierte, bindegewebige Struktur den Alveolarknochen mit dem Zement der Zahnwurzel und überbrückt so den maximal 1 mm weiten parodontalen Spalt (SCHUMACHER u. HONNAS 1993). Strukturell besteht das *Lig. periodontale* aus einem Kollagenfaserapparat und einem Blutgefäßsystem (WISSDORF et al. 2010).

Der Kollagenfaserapparat, dessen einzelne Faserbündel als Sharpey-Fasern bezeichnet werden, dient zum einen der Befestigung des Zahnes im Zahnfach und ist zum anderen essentiell für den Ausgleich der Kräfte, die durch das Kauen auf den Zahn einwirken (WISSDORF et al. 2010).

Auch das aus einem Kapillargeflecht und einem Venensystem bestehende Blutgefäßsystem übernimmt neben nutritiven Aufgaben vor allem die Rolle eines "Stoßdämpfers" (STASZYK 2011). Zusammengenommen können durch das *Lig. periodontale* zum einen Bewegungen des Zahnes im Zahnfach durch das Kauen



abgepuffert werden und zum anderen wird verhindert, dass der Zahn in die knöcherne Alveole hineingedrückt wird (SCHUMACHER u. HONNAS 1993).

2.4 Klinische Untersuchung des Zahnpatienten

2.4.1 Vorbericht

Pferde, die an Zahnerkrankungen leiden, können eine Vielzahl unterschiedlicher Symptome zeigen. Daher ist bei dem Verdacht auf eine Erkrankung der Zähne die Erhebung einer detaillierten Anamnese sehr wichtig.

Gewichtsverlust, Wickelkauen oder andersartige Probleme bei der Futteraufnahme, übelriechender, in der Regel einseitiger Nasenausfluss sowie Rittigkeitsprobleme oder Headshaking sind nur einige der möglichen Symptome, die Pferde im Rahmen von Zahnerkrankungen zeigen können (LANE 1994). Auch bei Patienten, die wiederholt mit Koliken oder Schlundverstopfungen auffallen, muss an ein Problem im Bereich der Zähne gedacht werden (VOGT 2011). In vielen Fällen treten Symptome allerdings erst dann auf, wenn die zugrunde liegende Zahnerkrankung bereits weit fortgeschritten ist, sodass sie häufig lange unentdeckt bleibt.

2.4.2 Klinische Allgemeinuntersuchung

Bereits die klinische Allgemeinuntersuchung kann erste Hinweise auf das Vorliegen einer Zahnerkrankung liefern. Ein schlechter Ernährungszustand, einseitiger Augenausfluss, übelriechender, einseitiger Nasenausfluss oder vergrößerte, druckdolente Mandibularlymphknoten können Anzeichen einer dentalen Erkrankung sein (VOGT 2011). Das Pferd sollte bei der Futteraufnahme beobachtet werden. Hierbei ist auf Inappetenz sowie Probleme beim Zerkleinern (Dysmastikation) oder Abschlucken (Dysphagie) des Futters zu achten (DUNCANSON 2010).

2.4.3 Adspektion und Palpation des Kopfes

Bei der Adspektion des Kopfes wird zunächst auf Asymmetrien geachtet. Im Verlauf von Zahnerkrankungen kann es zu knöchernen Veränderungen an Ober- oder Unterkiefer kommen. Auch eine einseitige Atrophie der Kaumuskulatur, zu der vornehmlich der *Musculus temporalis* und der *Musculus masseter* gehören, kann auftreten und somit zu einer Asymmetrie im Kopfbereich führen (VOGT 2011). Daher sollte sie betrachtet und palpiert werden. Augenausfluss kann auftreten, wenn der *Ductus nasolacrimalis* im Zuge einer dentogenen Sinusitis oder periapikalen

Entzündung im Bereich der Oberkieferbackenzähne verlegt oder entzündet ist (DIXON et al. 2000b).

Die Nüstern werden auf das Vorliegen von Nasenausfluss untersucht. Übelriechender, meist einseitiger, purulenter Nasenausfluss deutet auf eine dentogene Sinusitis hin (TREMAINE u. DIXON 2001). Darüber hinaus sollte insbesondere im Bereich der Wurzeln der Backenzähne auf Fistelöffnungen geachtet werden (VOGT 2011).

Eine Palpation der Wangen entlang der Außenkanten der Oberkieferbackenzähne kann erste Hinweise auf abnormale Abnutzungen des bukkalen Anteils dieser Zähne liefern.

Der *Sinus frontalis* und der *Sinus maxillaris* können zudem mit den Fingern perkutiert werden. Hierbei ist auf eine Veränderung des Klanges sowie Schmerzreaktionen zu achten. Die Perkussion sollte seitenvergleichend durchgeführt werden (MACDONALD 1993).

2.4.4 Maulhöhlenuntersuchung

Um eine gründliche und vollständige Untersuchung der Maulhöhle vornehmen zu können, werden einige Hilfsmittel benötigt. Das Pferd sollte gut fixiert und der Pferdekopf mit Hilfe eines Kopfständers oder eines Dentalhalters unterstützt werden (VOGT 2011). Eine helle Lichtquelle, die beidhändiges Arbeiten ermöglicht, wie z. B. eine Kopflampe oder eine am Maulgatter angebrachte Lampe, sollte vorhanden sein (EASLEY 2011). Um adäquate Untersuchungsbedingungen, die Sicherheit von Pferd und Untersucher sowie den Tierschutz zu gewährleisten, ist in der Regel eine Sedierung des Pferdes angezeigt. Hierfür werden vor allem α_2 -Rezeptor-Agonisten verwendet, häufig in Kombination mit einem Opioid oder Benzodiazepin (BARTMANN u. BIENERT-ZEIT 2012). Für die Untersuchung der Backenzähne und des hinteren Abschnittes der Maulhöhle ist die Verwendung eines Maulgatters unerlässlich. Es sollte ein Vollgatter genutzt werden (VOGT 2011).

Das Maul sollte vor Beginn der Untersuchung ausgespült werden, um Futterreste zu entfernen (SCRUTCHFIELD u. SCHUMACHER 1993).

Vor dem Einlegen des Maulgatters wird der rostrale Anteil der Maulhöhle untersucht. Dabei wird vor allem auf Anzahl, Form, Stellung und Symmetrie sowie Intaktheit und festen Sitz der Incisivi geachtet. Es wird überprüft, ob ein Über- oder Unterbiss vorliegt und ob die Okklusionsflächen der Schneidezähne von vorne gesehen eine



waagerechte Linie bilden oder diese schräg bzw. bogenförmig verläuft. Auch die Gingiva sollte betrachtet werden (BARTMANN et al. 2010; VOGT 2011).

Nach dem Einlegen des Maulgatters werden die Zungen- und Wangenschleimhaut sowie der Gaumen auf Verletzungen und Ulzerationen untersucht und die Gingiva im Hinblick auf periodontale Erkrankungen betrachtet (LANE 1994).

Die Backenzähne werden dann inspiziert und palpiert. Es ist hierbei auf die physiologische Anzahl der Zähne, Symmetrie und Winkelung der Kauflächen, scharfe Schmelzkanten, Haken, Wellen oder Stufenbildung zu achten. Auch eine Verkipfung oder Rotation einzelner Zähne ist zu vermerken (BARTMANN et al. 2010; VOGT 2011). Jeder einzelne Zahn muss auf seine Vollständigkeit sowie seinen festen Sitz untersucht werden. Hierfür ist die Verwendung eines Oralspiegels oder Endoskopes hilfreich (EASLEY 2011). Ebenso ist auf erweiterte Zahnzwischenräume (Diastasen) oder eingekautes Futter zu achten (VOGT 2011). Auf den Okklusionsflächen sind die Pulpenpositionen sowie im Oberkiefer die Infundibula zu betrachten und ihre Tiefe unter Umständen mit einer Sonde zu prüfen. Auch die Tiefe eventuell vorhandener Zahnfleischtaschen kann mit Hilfe einer Sonde evaluiert werden (EASLEY 2011).

Alle von der Norm abweichenden Befunde sind zu dokumentieren (EASLEY 2011).

2.5 Bildgebende Diagnostik beim Zahnpatienten

Nicht alle Erkrankungen der Zähne sind durch die klinische Maulhöhlenuntersuchung abschließend zu diagnostizieren, da lediglich die klinische Krone adspektorisch beurteilt werden kann. Daher kann die bildgebende Diagnostik wichtig sein, um die Art und das Ausmaß einer Zahnerkrankung festzustellen und eine geeignete Therapie auszuwählen.

Im Rahmen der klinischen Maulhöhlenuntersuchung kann eine Endoskopie der Maulhöhle durchgeführt werden. Hierfür wird ein starres Endoskop mit einer um 50 bis 70° gewinkelten Optik verwendet (TREMAINE 2005). Es wird jede Zahnreihe von rostral nach kaudal untersucht, wobei Bukkal-, Okklusal- und Lingualfläche der Zähne sowie die sie umgebende Gingiva begutachtet werden (TREMAINE 2005). Veränderungen, die hier im Rahmen von Zahnerkrankungen auffallen können, sind unter anderem Fissuren oder Frakturen der Zahnkrone, Retraktion oder Zusammenhangstrennungen der Gingiva mit oder ohne Exsudation, eröffnete Pulpenpositionen oder Infundibularkaries, Diastasen mit oder ohne Futterreste sowie die Ablagerung von Zahnstein (RAMZAN 2009).

Ein weiteres häufig bei Zahnpatienten genutztes bildgebendes Verfahren ist die Röntgendiagnostik. Hierbei werden in der Regel Aufnahmen von 0° und 90° sowie Schrägaufnahmen angefertigt (BARAKZAI 2011). Um die Überlagerung der Zahnreihen auf den Schrägaufnahmen zu verringern, können die Aufnahmen mit eingelegtem und geöffnetem Maulgatter erstellt werden, sodass die Okklusionsflächen der Ober- und Unterkieferbackenzähne auseinanderweichen (EASLEY 2002). Die Schneidezähne können gut durch intraorale Aufnahmen dargestellt werden (ROS 2011). Die Lokalisation von Fistelkanälen kann mithilfe eingeführter Metallsonden genauer evaluiert werden (RAMZAN 2009). Auf den Röntgenaufnahmen lassen sich u. a. frakturierte oder überzählige Zähne, Diastasen, Weitungen des Periodontalspaltes oder Konturveränderungen der *Lamina dura* erkennen. Auch eine Flüssigkeitsfüllung der Nasennebenhöhlen, die im Rahmen einer dentogenen Sinusitis auftreten kann, ist in Form von Verschattungen oder Flüssigkeitsspiegeln röntgenologisch darstellbar (TREMAINE u. DIXON 2001). Aufgrund der komplexen Struktur des Schädels kommt es auf Röntgenbildern zu Überlagerungen, die die Auswertung der Aufnahmen erschweren können (KINNS u. PEASE 2009).

Im Hinblick auf die Überlagerungsfreiheit der Aufnahmen ist die computertomographische Untersuchung des Schädels der röntgenologischen Untersuchung überlegen (BARBEE et al. 1987; BIENERT 2002). Durch die detailgenaue Darstellung der Strukturen in mehreren Ebenen sowie eine in vielen Fällen mögliche dreidimensionale Rekonstruktion werden die Diagnosestellung und die Erstellung eines Therapiekonzeptes deutlich erleichtert (HENNINGER et al. 2003). In der CT-Untersuchung können die verschiedenen Zahnschubstanzen, der umliegende Knochen und das Weichgewebe sowie die Nasennebenhöhlen detailliert dargestellt werden (HENNINGER et al. 2003). Die Tatsache, dass diese Untersuchung wertvolle zusätzliche Informationen liefern kann, rechtfertigt bei entsprechender Indikation daher den höheren Kostenaufwand und das mit einer Allgemeinanästhesie verbundene Risiko (TIETJE et al. 1996). Seit einigen Jahren besteht darüber hinaus die Möglichkeit, den Pferdekopf am stehenden, sedierten Patienten computertomographisch zu untersuchen, wodurch die Allgemeinanästhesie und die mit ihr verbundenen Risiken entfallen (RAMZAN 2011). Die magnetresonanztomographische Untersuchung des Pferdekopfes ist bislang ausschließlich in Allgemeinanästhesie möglich. Auch durch dieses



Untersuchungsverfahren können wertvolle zusätzliche Informationen über die vorliegende Zahnerkrankung gewonnen werden. Sie kommt jedoch im Vergleich zur Computertomographie weniger häufig beim equinen Zahnpatienten zum Einsatz (GERLACH et al. 2011).

Neben den bereits genannten bildgebenden Verfahren spielt die Szintigraphie eine eher untergeordnete Rolle in der Diagnostik von Zahnerkrankungen. Durch eine verstärkte Anreicherung des Radiopharmakons in Bereichen eines veränderten Knochenmetabolismus ist sie jedoch eine sensitive Methode um Zahnerkrankungen bereits in einem Stadium zu diagnostizieren, in dem noch keine röntgenologischen Veränderungen vorliegen (WELLER et al. 2001).

2.6 Zahnerkrankungen, die Extraktionen erforderlich machen können

Die Möglichkeiten, einen pathologisch veränderten Pferde Zahn mittels konservativer oder endodontischer Therapie zu erhalten, sind bislang noch begrenzt. Zudem werden Zahnerkrankungen beim Pferd häufig erst in einem fortgeschrittenen Stadium diagnostiziert. Aus diesen Gründen bleibt bei vielen Erkrankungen von Schneide- oder Backenzähnen und ihres Aufhängeapparates lediglich die Extraktion der betroffenen Zähne als erfolgversprechende Therapieoption, um dem Pferd eine ausreichende und schmerzfreie Futteraufnahme zu ermöglichen und Sekundärerkrankungen zu verhindern bzw. zu therapieren. Die Zahnextraktion ist der am häufigsten durchgeführte chirurgische Eingriff in der Maulhöhle des Pferdes (TREMAINE u. SCHUMACHER 2011).

2.6.1 Periodontale Erkrankungen

Als periodontale Erkrankungen werden alle krankhaften Veränderungen des Zahnhalteapparates bezeichnet (KLUGH 2005).

Beim Pferd treten sie in der Regel nicht primär auf, sondern entstehen sekundär in Folge anderer Zahnerkrankungen (DIXON et al. 2000a) bzw. Gebissanomalien (KLUGH 2005). Meist liegen Veränderungen wie etwa Zahnhaken zugrunde, die zu abnormen Druckverhältnissen beim Kauvorgang und damit auf Dauer zu Zahnverlagerungen führen (KLUGH 2005). Auch eine Polyodontie, eine abnorme Stellung der Zähne während der Zahnentwicklung oder ein zu enger Kiefer können zur Verlagerung von Zähnen führen, die in diesen Fällen häufig bilateral auftritt (DIXON et al. 1999b). Aus der falschen Stellung der Zähne resultiert in vielen Fällen eine Weitung des Interdentalspaltes und die Bildung periodontaler Taschen, in denen



sich Futter ansammelt, gärt und fault (KLUGH 2005). Die Weitung des Interdentalspaltes zwischen zwei benachbarten Zähnen desselben Quadranten wird als Diastase bezeichnet (CARMALT 2003). Liegt eine okklusal geschlossene Ventildistase vor, kann Futter zwar eindringen, aber nicht wieder austreten (CARMALT 2003). Die in diesen Bereichen durch Reizung und bakterielle Aktivität entzündete Gingiva verliert zunehmend den Kontakt zum Zahn (KLUGH 2005). Findet keine Behandlung der zugrunde liegenden Ursache statt, erhält sich dieser Prozess so lange aufrecht, bis sich der Zahn durch die Entzündung und anschließende Nekrose tiefer gelegener Schichten des Zahnhalteapparates lockert und im schlimmsten Fall verloren geht (CRABILL u. SCHUMACHER 1998; KLUGH 2005).

2.6.2 Zahnfrakturen

Zahnfrakturen können unterschiedliche Ursachen zugrunde liegen. Frakturen der Schneidezähne sind in der Regel traumatisch bedingt, wobei vor allem Tritte oder Stürze als Ursache in Frage kommen (DIXON et al. 1999a). Auch Backenzähne können durch ein externes Trauma frakturieren. Davon sind meist nur die rostral gelegenen Backenzähne betroffen (DACRE et al. 2007), da die weiter kaudal gelegenen Backenzähne durch die darüber liegende Muskulatur gut geschützt sind. Im Rahmen von Zahnbehandlungen kann es zur iatrogenen Frakturierung von Zähnen kommen. Ursächlich hierfür kann u. a. die Verwendung nicht mehr zeitgemäßer Maulkeile oder auch die instrumentelle Beschädigung benachbarter bzw. gegenüberliegender Zähne bei der Extraktion bzw. Expulsion von Backenzähnen sein (DIXON et al. 2000a; BIENERT u. BARTMANN 2008).

Etwa der Hälfte aller Backenzahnfrakturen kann keine sichere Ursache zugeordnet werden. In diesen Fällen wird von idiopathischen Frakturen gesprochen (DIXON et al. 2000a). Sie treten häufiger im Oberkiefer als im Unterkiefer auf, wobei der 09 am häufigsten betroffen ist (DACRE et al. 2007; VAN DEN ENDEN u. DIXON 2008). Als mögliche Ursache idiopathischer Frakturen wird das Vorliegen von Infundibularkaries diskutiert (DACRE et al. 2007). Durch die kariösen Veränderungen kann es zum Verschmelzen der beiden Infundibula kommen, wodurch die Zahnmitte geschwächt wird und somit den Zahn für Längsfrakturen prädisponiert (JOHNSON u. PORTER 2006).

Durch Futter, das in den Frakturspalt eingekaut wird, können die Fragmente zunehmend auseinander weichen und dadurch sekundär zu Läsionen in der



Maulschleimhaut und periodontalen Erkrankungen führen (DIXON et al. 2000a; BIENERT u. BARTMANN 2008).

Werden durch eine Fraktur Pulpenpositionen eröffnet, kann dies zur Entstehung einer Pulpitis und in Folge dessen zu einer apikalen Infektion des Zahnes führen (DACRE et al. 2007).

2.6.3 Apikale Infektionen

Apikale Infektionen sind in der Regel Folge einer bakteriellen Infektion der Pulpa, die sich durch Fortleitung über das *Foramen apicis dentis* auf die Zahnwurzeln und die umliegenden Gewebe ausbreitet (VAN DEN ENDEN u. DIXON 2008).

Als Ursache apikaler Infektionen wird in mehr als der Hälfte aller Fälle eine anachoretische, d. h. von der Blut- oder Lymphbahn ausgehende, Infektion der Pulpa angesehen (DACRE et al. 2008b, a; VAN DEN ENDEN u. DIXON 2008). Weitere Ursachen können hochgradige periodontale Erkrankungen, Zahnfrakturen und -fissuren sowie dysplastische Veränderungen des Zahnes sein (DACRE et al. 2008a). Ebenso kann eine direkte Öffnung von Pulpenpositionen auf der Okklusionsfläche des Zahnes oder eine Öffnung der Pulpahöhle infolge von Infundibularkaries zu Pulpitis und im Verlauf zu einer apikalen Infektion führen (DIXON 2006).

Da der umliegende Knochen im Rahmen apikaler Infektionen häufig in Mitleidenschaft gezogen wird, zeigen sich klinisch oftmals knöcherne Umfangsvermehrungen sowie Fistelkanäle mit eitriger Exsudation. Handelt es sich bei den betroffenen Zähnen um Oberkieferbackenzähne, ist in vielen Fällen eine dentogene Sinusitis mit der apikalen Infektion vergesellschaftet (DIXON et al. 2000b).

2.6.4 Polyodontie

Die Polyodontie zeichnet sich durch das Vorhandensein einer im Vergleich zur physiologischen Zahnformel vermehrten Anzahl an Zähnen aus. Die Ätiologie der Polyodontie ist bislang nicht eindeutig geklärt (DIXON et al. 2005b).

Die überzähligen Zähne sind häufiger im Ober- als im Unterkiefer zu finden und liegen in vielen Fällen als überzähliger Backenzahn hinter dem 11er. Sie weichen oftmals in Größe und Form von der Norm ab. Darüber hinaus können sie einen Zahnengstand begünstigen, welcher die Verkipfung oder Verschiebung eines einzelnen oder mehrerer Zähne der betroffenen Zahnreihe zur Folge haben kann. Dies führt zur Entstehung von Diastasen und periodontalen Taschen, die wiederum



für das Auftreten sekundärer periodontaler Erkrankungen prädisponieren (DIXON et al. 1999b; DIXON et al. 2005b).

2.6.5 Equine Odontoclastic Tooth Resorption and Hypercementosis

Als „Equine Odontoclastic Tooth Resorption and Hypercementosis“, EOTRH, wird eine Erkrankung bezeichnet, die vorwiegend die Schneide- und Hengstzähne älterer Pferde betrifft (SYKORA et al. 2013).

Klinisch zeichnet sich EOTRH durch entzündlich veränderte, u. U. auch retrahierte Gingiva um die betroffenen Zähne aus. Teilweise bilden sich Fistelkanäle mit eitriger Exsudation im Bereich der Zahnwurzeln. Die Zähne können sich bei Palpation beweglich und schmerzhaft zeigen (BARATT 2007; CALDWELL 2007).

Die Zahnwurzeln betroffener Zähne weisen gleichzeitig resorptive Läsionen auf, die alle Komponenten des Zahnes betreffen und zu einem Verlust der normalen Zahnstruktur führen können. Im Rahmen einer reparativen Reaktion bildet sich vom *Lig. periodontale* ausgehend eine sekundäre Hyperzementose (STASZYK et al. 2008).

Die Ätiologie der EOTRH ist bislang nicht geklärt. Mechanischer Stress, der durch die kürzere Reservekrone älterer Pferde auf das *Lig. periodontale* ausgeübt wird, gilt als mögliche Ursache dieser Erkrankung (STASZYK et al. 2008).

2.7 Extraktion von Backen- und Schneidezähnen

Seit etwa zwei Jahrzehnten ist die orale Extraktion am stehenden, sedierten Pferd in der Mehrzahl der Fälle die Methode der Wahl für die Extraktion erkrankter Zähne (TREMAINE 2004). Sie ist der am häufigsten durchgeführte chirurgische Eingriff in der Maulhöhle des Pferdes (TREMAINE u. SCHUMACHER 2011).

2.7.1 Vorbereitung des Patienten

Das Pferd sollte für den Eingriff in einen Untersuchungsstand verbracht und der Kopf mittels eines Kopfständers oder eines Dentalhalters unterstützt werden. Für die Sedierung werden überwiegend α_2 -Rezeptor-Agonisten in Kombination mit Butorphanol verwendet (DIXON 2006). Da übermäßige Kau- und Zungenbewegungen die Arbeit deutlich erschweren, können darüber hinaus Benzodiazepine angewandt werden (BARTMANN u. BIENERT-ZEIT 2012). Zusätzlich sollte das Pferd mit einem nicht-steriodalen Antiphlogistikum analgetisch und antiinflammatorisch versorgt werden (TREMAINE 2004).



Um mindestens für die Dauer des Eingriffes eine Schmerzfreiheit zu erreichen, sind Lokal- und Leitungsanästhesien angezeigt. Die Gingiva kann im Bereich des zu extrahierenden Zahnes durch eine subgingivale Infiltrationsanästhesie desensibilisiert werden (TREMAINE 2007). Für die Extraktion von Schneidezähnen wird im Oberkiefer eine Anästhesie des *Nervus infraorbitalis* und im Unterkiefer des *Nervus mentalis* durchgeführt (TREMAINE 2007). Für die Anästhesie der Oberkieferbackenzähne ist die Desensibilisierung des *Nervus maxillaris* beschrieben. Für Eingriffe im Bereich der Unterkieferbackenzähne wird der *Nervus alveolaris inferior* anästhesiert (DIXON 2006; TREMAINE 2007).

Als Lokalanästhetikum wird häufig Lidocainhydrochlorid oder, für länger dauernde Eingriffe, Mepivacainhydrochlorid verwendet (TREMAINE 2007; BARTMANN u. BIENERT-ZEIT 2012).

Für die Extraktion von Backenzähnen wird nach dem Setzen aller notwendigen Anästhesien ein Vollgatter eingesetzt und das Maul ausgespült, um verbliebene Futterreste zu entfernen (DIXON et al. 2005a; DIXON 2006).

2.7.2 Ablauf der Extraktion von Schneidezähnen

Für die Extraktion eines Schneidezahnes wird die labial über dem Zahnfach gelegene Gingiva eingeschnitten. Mit Hilfe eines Wurzelhebers werden dann die periodontalen Verbindungen des Zahnes zu seinem Zahnfach gelöst, bis er locker genug ist, um mit einer Zange unter geringem Kraftaufwand extrahiert zu werden (TREMAINE u. SCHUMACHER 2011).

2.7.3 Ablauf der Extraktion von Backenzähnen

Nachdem der zu extrahierende Zahn eindeutig identifiziert worden ist, wird die ihn umgebende Gingiva an der bukkalen und palatinalen bzw. lingualen Seite mit Hilfe eines Separators vom Zahn gelöst. Danach werden rostral und kaudal des betroffenen Zahnes Interdentalspreizer angesetzt und für einige Minuten belassen, um die periodontale Verbindung des Zahnes zu lockern (TREMAINE 2004). Dabei wird zunächst mit einem schmalen Interdentalspreizer begonnen und dann allmählich mit breiteren Modellen fortgefahren, um eine stufenweise Dehnung des *Lig. periodontale* zu erreichen (DIXON 2006). Interdentalspreizer sollten nicht zwischen den Backenzähnen 06 und 07 sowie 10 und 11 genutzt werden, da hier das Risiko einer versehentlichen Lockerung eines nicht erkrankten 06 bzw. 11 besteht (TREMAINE 2004).



Im Folgenden wird eine gut passende Extraktionszange fest auf die Krone des betroffenen Zahnes gesetzt. Die Griffe der Zange können mit Hilfe eines eingebauten Mechanismus, Klebeband, Gummibändern oder einer Einhandzwinge in dieser Position fixiert werden (DIXON et al. 2000b). Nachdem der korrekte Sitz der Zange kontrolliert wurde, um sicherzustellen, dass die benachbarten Zähne nicht mit gefasst wurden, werden zunächst langsame, behutsame horizontale Bewegungen mit der Zange durchgeführt. Es sollte regelmäßig kontrolliert werden, dass die Zange dabei in Position bleibt und weiterhin fest auf der Zahnkrone sitzt (TREMAINE 2004; DIXON et al. 2005a). Im Verlauf lösen sich die periodontalen Verbindungen zunehmend, sodass die Seitwärtsbewegungen stärker und über eine weitere Strecke ausgeführt werden können. Schließlich wird ein "quatschendes" Geräusch hörbar und vermehrt schaumiges Blut am Rand der Gingiva sichtbar, was die weitestgehende Zerreißung des *Lig. periodontale* anzeigt (DIXON et al. 2000b). Die Lockerung des Zahnes bis zu einem Punkt, an dem die Extraktion möglich ist, kann je nach Alter des Pferdes und Zustand der periodontalen Verankerung wenige Minuten bis mehrere Stunden dauern (TREMAINE 2004; DIXON et al. 2005a; DIXON 2006).

Anschließend wird auf die Okklusionsfläche des rostral vom betroffenen Zahn gelegenen Zahnes ein Hypomochlion als Widerlager aufgelegt. Durch vertikal auf die Extraktionszange wirkenden Zug wird der Zahn dann mechanisch aus seiner Alveole gezogen (DIXON 2006).

Der extrahierte Zahn sollte, besonders im Bereich der Zahnwurzeln, auf seine Vollständigkeit überprüft werden. Das Zahnfach ist manuell auf verbliebene Zahn- oder Knochenfragmente zu untersuchen. Nach der Extraktion angefertigte Röntgenbilder können zusätzlich Aufschluss darüber geben, ob der Zahn im ganzen entfernt wurde oder Fragmente in der Alveole verblieben sind (TREMAINE 2004).

2.8 Mikrobiologie von Mund- bzw. Maulhöhle

2.8.1 Mikrobiologie der Mundhöhle des Menschen

Die Mundhöhle des Menschen wird von einer Vielzahl unterschiedlicher Bakterienarten kolonisiert. Mehr als 700 verschiedene Arten konnten bereits isoliert werden (PASTER et al. 2006). Einige Bakterienarten sind aufgrund von Gewebetropismen nicht diffus in der gesamten Mundhöhle vorzufinden, sondern für eine oder mehrere Lokalisationen innerhalb des Mund-Rachen-Raumes spezifisch