

B. Literaturübersicht

B.1 Geschichtlicher Hintergrund über chirurgischen Eingriffen an den Oberkieferhöhlen und -backenzähnen

Chirurgische Eingriffe an den Backenzähnen des Pferdes gibt es seit 150 Jahren. Da sich bis heute der Wert der Tiere stark erhöht hat, ist der Anreiz gestiegen, die eher einfachen Methoden der Zahn- und Oberkieferhöhlenoperationen des 19. Jahrhunderts zu verbessern (*Kertesz, 1993*).

Eine große Erleichterung für Patient und Tierarzt stellte die Einführung der Anästhesie in der Tierchirurgie dar. Über die ersten Zahnoperationen unter Äthernarkose wurde 1847 berichtet (*Kertesz, 1993*).

Außerdem stellte die Erfindung der Röntgenstrahlen von Wilhelm Conrad Röntgen im Jahre 1895 einen wichtigen Grundstein der Diagnostik von Zahnkrankheiten, sowie der intra- und postoperativen Kontrolle der chirurgischen Eingriffe an den Backenzähnen dar (*Kertesz, 1993*).

Easley, (1999) erwähnt, dass die älteste Methode der Backenzahntfernung die orale Extraktion ist. Sie wurde bei hochgradig erkrankten oder lockeren Zähnen mit Hilfe einer Molarextraktionszange durchgeführt. Diese Zange ist vor über hundert Jahren entwickelt und bis heute kaum verändert worden. Durch die Einführung der Inhalationsnarkose verlor diese Technik an Popularität, da die notwendige Intubation des Patienten zu Platzproblemen im engen Pferdemaul führte .

Um Erkrankungen im Bereich der Nase zu behandeln (z. B. Zahnerkrankungen, Infektionserkrankungen), entwickelte Lafosse 1749 eine Methode zur Eröffnung der Stirn- oder Kieferhöhle mittels Trepanation. Dies ist eine Technik, die bis zum heutigen Zeitpunkt Anwendung findet.

Schon 1850 schreibt Hertwig im "Praktischen Handbuch der Chirurgie für Thierärzte" ein Kapitel über die Zahnfistel. Als Therapie gibt er die orale Entfernung des lockeren Zahnes mit Hilfe einer Zange nach Wendenburg an. Bei

feststehenden Zähnen empfiehlt er die von Havemann (1805) und Viborg (1813) empfohlene „Operation der Zahnfistel“ am abgelegten Tier. Einem Eingriff, bei dem durch Trepanation und Ausstempeln der erkrankte Zahn entfernt wird. Des weiteren erwähnt er in diesem Kapitel eine Modifikation dieser Operationsmethode nach Strauss, bei welcher nach dem Eröffnen der Kieferhöhle eine zweite Trepanationsöffnung am Grund der Zahnhöhle gebohrt wird. Im Anschluss wird die Zahnwurzel querdurchbohrt und das lose Stück Zahnwurzel entfernt. Nun wird der komplette Zahn ausgestempelt. Hertwig hält dieses Verfahren für höchst mühsam und sieht in ihm keinen besonderen Nutzen.

In Luis Merillats Buch „Equine Dentistry and Diseases of the mouth“ aus dem Jahre 1914 wird das Ausstempeln von Backenzähnen ohne jegliche Anästhesie beschrieben.

O'Connor, (1931) beschreibt Versuche der oralen Extraktion am stehenden Pferd, zieht aber das Ablegen des Tieres zum Austempeln vor.

Tremaine, (1997) hält fest, dass das Ausstempeln der Zähne in den letzten 30 Jahren die gebräuchlichste Methode zur Extraktion von Backenzähnen war. Unklar ist seiner Meinung nach, wann und warum das Ausstempeln den Vorzug gegenüber der oralen Extraktion bekam.

Aufgrund der großen Anzahl postoperativer Komplikationen beim Ausstempeln von Backenzähnen wurde nach Alternativmethoden gesucht. In diesem Zuge wurde die laterale Bukkotomie durch *Evans, et al., (1982)* bekannt, eine Modifikation der "Williams Operation" von 1900, die damals keine große Popularität errang. Bei der Williams Operation wurde durch einen Hautschnitt die Alveole des erkrankten Zahnes freigelegt und die Wand des Zahnfaches entfernt. Der dadurch freigelegte Zahn wurde gelöst und in toto entfernt. Merillat empfahl 1906 die Williams Operation für die vorderen drei Backenzähne (*Easley, 1999*).

B.2 Anatomische Grundlagen

Das Gebiss des adulten Pferdes besteht aus folgenden Zahnarten: Incisivi, Canini, Prämolaren und Molaren. Pferde gehören zu der Gruppe der diphyodonten Tiere, da die drei erstgenannten Zahnformen als Milchzahnvorläufer angelegt sind. Die Milchdentition ist in einem Alter von 6-9 Monaten komplett. Die Molaren beginnen im Alter von ca. einem Jahr durch die Schleimhaut zu brechen. Der Wechsel der Milchzähne zum permanenten Gebiss beginnt im Alter von ca. 2,5 Jahren. Abgeschlossen ist der Wechsel, wenn das Pferd ca. 5 Jahre alt ist.

Tabelle 1: Durchbruch, bzw. Wechsel zu den permanenten Zähnen nach (Koch und Berg, 1990):

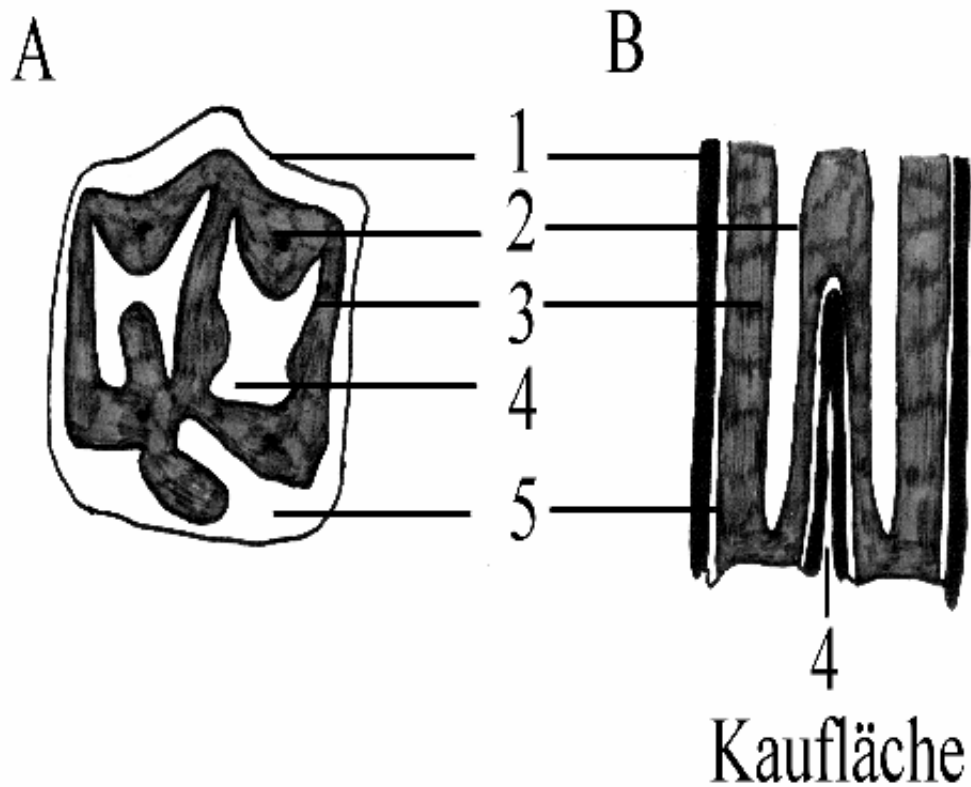
mit 6-14 Monaten	M1
mit 2,5-3 Jahren	I1, P2, P3, M2
mit 3,5-4 Jahren	I2, P4, M3
mit 4,5-5 Jahren	I3, C

Die Backenzähne des Pferdes sind prismatische (hypselodonte), kurzwurzelige Gebilde. Es handelt sich um schmelzfaltige Zähne, die im Oberkiefer Schmelzeinstülpungen aufweisen. Diese sind mit Zement gefüllt und besitzen einen zentralen Kanal, das Infundibulum. Zwischen Schmelzüberzug und Schmelzeinstülpungen befindet sich das Dentin, welches durch seine geringere Härte etwas ausgemuldet erscheint. Umgeben wird der Schmelzmantel vom Zahnzement. Im Inneren des Zahnes liegt von Dentin umgeben die Pulpahöhle, in der Nerven, Blut- und Lymphgefäße enthalten sind. Sie endet ca. 8-10 mm unter der Kaufläche.

Abbildung 1: Schematische Darstellung eines Oberkieferbackenzahnes (modifiziert nach Haack, et al. (1987))

A. Darstellung der Kaufläche

B. Querschnitt eines Backenzahnes



1 Zahnschmelz

2 Pulpahöhle

3 Dentin

4 Infundibulum

5 Zahnzement

Die Prämolaren und Molaren des Oberkiefers sind dreiwurzelig, sie werden in zwei bukkale und eine linguale Wurzel unterteilt. Der Zahn steckt mit seiner Wurzel im knöchernen Zahnfach, der Alveole. Die Befestigung des Zahnes mit der Alveole geschieht mittels Peridontium (Wurzelhaut).

Der frisch durchgebrochene permanente Backenzahn besitzt eine Gesamtlänge von ca. 8 cm, von denen sich ca. 2 cm sichtbar in der Maulhöhle befinden (*Schumacher und Honnas, 1993*).

Die Zähne unterliegen bis zum siebtem Lebensjahr einem echten Längenwachstum. Danach erfolgt ein Pseudowachstum, bei welchem die Alveole flacher und der Zahn in Richtung Maulhöhle geschoben wird. Dies geschieht aufgrund von Anlagerung von Zahnzement und Knochenzubildung am Grund des Zahnfaches. Der Abrieb der Zähne beträgt im Jahr ca. 2,2 mm (*Schumacher und Honnas, 1993*).

Die Backenzähne stehen dicht nebeneinander, so dass sich eine zusammenhängende, leicht unebene, rauhe Fläche ergibt, welche eine kreisförmige Mahlbewegung erlaubt.

Eine Besonderheit der Nasennebenhöhlen des Pferdes, das sind die Stirnmuschelhöhle und die Kieferhöhlen, ist, dass sie direkt oder indirekt miteinander kommunizieren. Dadurch kann es bei einer Erkrankung eines Sinus zur Ausbreitung über alle Sinusse einer Seite führen (*Ford, 1991*).

Die Wurzeln der Backenzähne ragen teilweise in die Kieferhöhle hinein. Die Oberkieferhöhle wird durch folgende Punkte begrenzt:

Tabelle 2: Begrenzungspunkte der Oberkieferhöhle nach (*Wissdorf, et al., 1998*):

dorsal: durch die Verbindung zwischen Incisura nasoincisiva und dem nasalen Augenwinkel
ventral: durch die Crista facialis, bei alten Pferden durch den Margo alveolaris
kaudal: durch eine Senkrechte auf der Crista facialis am Übergang in den Arcus zygomaticus, welche durch die Mitte des Margo supraorbitalis verläuft
rostral: durch die Senkrechte auf der Verlängerung der Crista facialis, etwa 20-25 mm rostral ihres Endes

Am dorsalen Rand liegt der knöcherne Anteil des Tränennasenganges. In der nasenseitigen Wand der Kieferhöhle befindet sich der Canalis infraorbitalis mit den innenliegenden Strukturen. Die Kieferhöhle wird durch ein Septum in eine kleine rostrale und eine große kaudale Höhle unterteilt. Die Wurzeln des P4 und M1 ragen in die rostrale, die Wurzeln des M2 und M3 in die kaudale Höhle. Dies kann zur Folge haben, dass es bei Infektionen an den Zahnwurzeln es zur Einschmelzung der sie bedeckenden Knochenlamelle kommt und eine Sinusitis maxillaris entsteht. Bei sehr jungen Pferden wird die Kieferhöhle fast vollständig durch die Backenzahnwurzeln ausgefüllt und ist deswegen relativ klein. Auf Grund des einsetzenden Pseudowachstums der Backenzähne erhält die Kieferhöhle im Laufe der Jahre mehr Platz.

Die Wurzelenden der Backenzähne liegen nur bei P3 senkrecht zur Kaufläche des Zahnes. Bei P2 weist das Wurzelende nach rostral, bei P4, M1, M2 und M3 nach kaudal. Dies stellt eine wichtige anatomische Begebenheit dar und ist besonders essentiell für das Auffinden der Trepanationspunkte und der folgenden Zahnextraktion bei einem chirurgischen Eingriff (*Berg, 1995*).

B.3 Bildgebende Verfahren für die Darstellung von Oberkieferhöhlen und –backenzähnen

Ein wichtiger Punkt der Diagnosefindung ist die optimale bildliche Darstellung der Oberkieferhöhlen und –backenzähne. Da sich die adspektorische und palpatorische Untersuchung auf die im Pferdemaul befindlichen Teile der Backenzähne beschränkt, können Reservekrone, Zahnwurzel und Oberkieferhöhlen durch diese nicht beurteilt werden. Die Überlagerung der Oberkiefer- bzw. Unterkieferzahnreihen der rechten und linken Kopfhälfte, erschwert die Darstellung einzelner Strukturen und bedarf einer gründlichen Auswahl der Methode. Die Auswahl des geeigneten Verfahrens hängt von den Symptomen des Patienten und dem daraus entstehenden Krankheitsverdacht, sowie der technischen Ausstattung und den Möglichkeiten des Praktikers ab.

Die Methode der Wahl bei Zahnerkrankungen stellt nach *O'Brien und Biller, (1998)* das Anfertigen von Röntgenaufnahmen dar, da das hierfür benötigte

Equipment in vielen Pferdepraxen verfügbar ist. *Schumacher und Honnas, (1993)* sehen eine radiologische Untersuchung der Kieferhöhlen und der Zähne als bedeutsam an, da so eine gesicherte Diagnose einer eventuell erkrankten Reservekrone, Zahnwurzel oder periapikalem Gewebes gestellt werden kann. Nach *Dixon, (1997)* werden häufig viele Röntgenaufnahmen benötigt um den erkrankten Zahn identifizieren zu können, damit optimale Bilder gelingen, sollte der Patient gut sediert sein.

Werden Aufnahmen im laterolateralen Strahlengang anfertigt, kann die Kieferhöhle beurteilt, Zubildungen erkannt und eventuell vorhandene Flüssigkeitsspiegel festgestellt werden. Eine genaue Beurteilung der einzelnen Zähne ist nicht möglich, da es bei einer laterolateralen Aufnahme zur Überlagerung der rechten und linken Zahnreihen kommt. Um überlagerungsfreie Aufnahme der Zahnreihen zu bekommen, müssen Aufnahmen mit einem schrägen Strahlengang angefertigt werden. Für Aufnahmen der linken Backenzahnreihe in einem Winkel von 30° , resp. 330° für die rechte Backenzahnreihe. Dorsoventrale Aufnahmen dienen dem Vergleich der Symmetrie der rechten und linken Seite (*Schumacher und Honnas, 1993*). *Tucker und Farrell, (2001)* sehen es als schwierig an, durch konventionelle Radiographie den Pferdekopf beurteilen zu können. Die anatomische Komplexität und Überlagerung von Knochen-, Zahn- und Weichteilgewebe kompliziert ihrer Meinung nach die röntgenologische Interpretation und Diagnose. Um spezielle Regionen darzustellen sind viele Projektionen notwendig. Erst wenn optimale Röntgenaufnahmen gelingen, führen die Untersuchungen zur Identifizierung signifikanter Veränderungen am Pferdekopf. Nach *O'Brien und Biller, (1998)* besteht außerdem röntgenologisch die Möglichkeit der intraoralen Aufnahmetechnik mit Hilfe eines Zahnfilmes. Zur Durchführung dieser Technik muss der Patient narkotisiert werden, damit der Film in der Maulhöhle platziert werden kann. Die Filme sind meist zu klein um den gesamten Pferdezahn darstellen zu können. Aufgrund der intraoralen Lage des Films kommt es aber nicht zur Überlagerung der Zahnreihen.

Schumacher und Honnas, (1993) erwähnen außerdem die Möglichkeiten, Kontrastmittel oder Metallsonden in eine vorhandene Fistelöffnung zu geben und

dann eine Röntgenaufnahme zu erstellen. Durch die Verfolgung des Fistelkanals kann der erkrankte Zahn leichter identifiziert werden. *O'Brien und Biller, (1998)* nennen jodhaltige Kontrastmittel als Mittel der Wahl.

Im Jahre 1994 stellen *Heufelder, et al., (1994)* die Computer Tomographie als neues diagnostisches Hilfsmittel von Erkrankungen im Kopfbereich dar, welches den anderen Untersuchungsmöglichkeiten in vielen Fällen überlegen ist. Als entscheidende Vorteile nennen sie die überlagerungsfreie Darstellung von Knochen- und Weichteilgewebe, sowie die Möglichkeit von beliebigen Schnitt- und 3-D-Rekonstruktionen.

O'Brien und Biller, (1998) beschreiben die Computertomographie als eine auf dem Vormarsch befindliche Technik zur Darstellung von Pferde Zähnen. Vorteile sind ihrer Meinung nach neben der überlagerungsfreien Darstellung von Zähnen und Knochen, dass Querschnittbilder produziert werden. Nachteilig erwähnen sie den hohen Anschaffungspreis des Computertomographen. Um eine computertomographische Untersuchung durchführen zu können, ist eine Vollnarkose des Patienten notwendig.

Tietje, et al., (1996) ziehen in ihrer Fallstudie über computertopographische Untersuchungen am Pferdekopf das Resümee, dass die Computertomographie bei zahlreichen Krankheiten des Kopfes wichtige Informationen gibt und somit das erhöhte Risiko durch die allgemeine Anästhesie und die höheren Kosten gerechtfertigt sind.

Dixon, (1997) erwähnt, dass die Computertomographie die begrenzten Möglichkeiten der konventionellen Radiologie bei weitem übertrifft, aber aufgrund der hohen Kosten auch in naher Zukunft nicht weit verbreitet sein wird.

Auch *Morrow, et al., (2000)* nennen die Computertomographie als hilfreich, um das Ausmaß einer Erkrankung am Pferdekopf festzustellen. Ihrer Meinung nach werden hervorragende Bilder der Strukturen der Nasennebenhöhlen erreicht.

Tucker und Farrell, (2001) halten die Querschnittbilder, die bei der Computertomographie oder bei der Magnet Resonanz entstehen als nützliche Untersuchung des Pferdekopfes. Mit dem Computertomographen entstehen seiner Meinung nach detaillierte, zweidimensionale tomographische Informationen, besonders von den komplexen Knochen- und Zahnstrukturen

sowie den Nasenhöhlen. Für Zahnerkrankungen verbunden mit einer Sinusitis empfiehlt sich die Computertomographie als optimale Darstellungsmethode, da durch die feingeschnittenen Querschnittbilder des Computertomographen Zahnwurzelveränderungen auch bei flüssigkeitgefülltem Sinus erkannt werden können. Ebenso lassen sich Knochenschwellungen und Lageveränderungen der Zähne mit der Computertomographie besser erkennen als im Röntgenbild.

Henninger, et al., (2003) schreibt in seiner Fallstudie über computertomographische Untersuchungen von Pferden mit chronischer Sinusitis, dass durch die präoperativen computertomographischen Untersuchungen die Ursache des Oberkieferhöhlenempyems festgestellt werden konnte. Die computertomographischen Bilder erlaubten die Identifikation der einzelnen Zähne und die Feststellung des erkrankten Zahnes. Ziel der Studie war es, die Nützlichkeit der Computertomographie in der equinen Zahnmedizin zu demonstrieren.

Die Ultraschall-Diagnostik ist nach *O'Brien and Biller, (1998)* eine hervorragende Möglichkeit zur Darstellung von Weichteilstrukturen, sie ist aber, im Gegensatz zum Röntgen, auf oberflächliche Areale begrenzt. Es können z.B. Abszesse vom umliegenden Gewebe abgegrenzt werden.

Ebenso sehen *Tucker und Farrell, (2001)* die Anwendung von Ultraschall-Untersuchungen nützlich um oberflächlich gelegene Weichteilstrukturen zu untersuchen. Sie halten sie aber nur für eingeschränkt nützlich, wenn Knochen oder mit Luft gefüllte Strukturen vorhanden sind, da die Durchdringtiefe der Ultraschall-Wellen durch diese Materie zu gering ist.

B.4 Indikationen für chirurgische Eingriffe an den Oberkieferhöhlen und den –backenzähnen

Chirurgische Eingriffe an den Oberkieferhöhlen bei Pferden beruhen auf verschiedenen medizinischen Indikationen. So ist eine Sinusitis als häufiger Behandlungsgrund der Oberkieferhöhlen in der Literatur benannt. Sie kann mit oder ohne Beteiligung der Backenzähne auftreten. Jedoch stellen Zahnerkrankungen die häufigste Ursache eines Oberkieferhöhlenempyems dar (*Baker, 1972, Feige, et al., 2000, Goble, 1983, Hahn und Köhler, 2002, Lowder, 1999, Scott, 1987, Speirs, 1992*).

Die Eröffnung der Oberkieferhöhle beim Pferd kann mittels Trepanation oder Knochenflap-Technik durchgeführt werden. Die Trepanation ist die gebräuchlichste Technik zur Diagnosefindung und Behandlung einer Sinusitis. Die Trepanationsöffnung kann sowohl zur Endoskopie als auch zur Spülung der Kieferhöhlen mittels Katheter genutzt werden (*Goble, 1983*). Ebenso kann nach *Ford, (1991)* bei der Trepanation eine Biopsie entnommen und die Oberkieferhöhle digital untersucht werden.

Neben der Sinusitis werden als weitere Indikationen zur Eröffnung der Oberkieferhöhlen in der Literatur Nekrosen der Nasenmuschelknochen, Sinuszysten, Neoplasien und progressive Hämatome, die in den Nasennebenhöhlen lokalisiert sind, benannt (*Baker, 1972, Feige, et al., 2000, Hahn and Köhler, 2002, Speirs, 1992*).

Feige, et al., (2000) behandelten in ihrer Studie über Sinusitis beim Pferd die Patienten zuerst mit einer konservativen Therapie. Den Pferden wurden Antibiotika und Nichtsteroidale Antiphlogistika über mehrere Tage verabreicht. Zusätzlich wurde die Oberkieferhöhle trepaniert und der Sinus täglich mit physiologischer Kochsalzlösung gespült. Bei erfolgloser konservativer Therapie wurde bei den Pferden mit primärer Sinusitis oder Sinusitis mit fraglicher Zahnbeteiligung eine chirurgische Therapie durchgeführt. Dazu wurde die Oberkieferhöhle mittels Knochenflap-Technik eröffnet.

Die Indikationen für eine Backenzahnextraktion sind vielfältig. Eines der häufigsten Probleme stellt der Zahnkaries dar (*Dixon, 1997, Haack, et al., 1987, Hahn und Köhler, 2002, Howarth, 1995, Lane, 1997, Tremaine, 1997*). Zahnkaries tritt häufiger an den Oberkieferbackenzähnen als an den Unterkieferbackenzähnen auf. Der Grund dafür liegt darin, dass die Oberkieferbackenzähne die so genannten Infundibula besitzen. Ein Infundibulum stellt eine zementgefüllte Schmelzeinstülpung mit einem feinen, zentralen Kanal dar. Diese Infundibula müssen als Locus minoris resistentiae gewertet werden, besonders wenn sich der Kanal durch mangelnde Zementfüllung vergrößert. Zusätzlich stellt das Zahnzement die am wenigsten widerstandsfähige Zahnschmelze dar. Somit werden vergleichsweise die Backenzähne des Oberkiefers häufiger entfernt als die des Unterkiefers (*Haack, et al., 1987, Hahn und Köhler, 2002*). Des Weiteren stellt *Haack, et al., (1987)* fest, dass der M1 am häufigsten betroffen ist, da er der älteste und dadurch meist der kürzeste Zahn im Pferdegebiss ist. Folglich ist dort, der schnellste Weg für eine Karieserkrankung von der Kaufläche bis zum Erreichen der Pulpahöhle und Wurzeln.

Weiterhin werden in der Literatur vermehrt genannt: Zahnfrakturen (*Baker, 1982, Dixon, 1997, Haack, et al., 1987, Hahn und Köhler, 2002, Howarth, 1995, Lane, 1997, Lowder, 1999, Tremaine, 1997, Turner und McIlwraith, 1983, Zetner, 1999*), Zahnabszesse oder Erkrankungen des Periodonts (*Hahn und Köhler, 2002, Howarth, 1995, Lane, 1997, Turner und McIlwraith, 1983*), Zahnfisteln (*Hahn und Köhler, 2002, Scott, 1982*), Zahn- oder Knochentumoren (*Dixon, 1997, Hahn und Köhler, 2002, Lowder, 1999*).

Als weitere Indikationen werden Nekrosen der Zähne (*Turner und McIlwraith, 1983*), Osteomyelitis oder Knochenschwellung (*Scott, 1982*), chronische Alveolarperiostitis (*Turner und McIlwraith, 1983*), Einklemmen von Futter zwischen den Zähnen (*Howarth, 1995, Lane, 1997*), sowie periapikale Infektionen aufgrund von verkeiltem Futter (*Dixon, 1997*), Zementhypoplasien (*Lowder, 1999*), Pulpitis (*Hahn und Köhler, 2002*), Polydontie (*Hahn und Köhler, 2002, Howarth, 1995*) und Gebissanomalien (*Hahn und Köhler, 2002, Lowder, 1999*) benannt.

In der Regel verliert ein junges Pferd die Milchzahnvorläufer der Backenzähne (auch Zahnkappen genannt) ohne klinische Probleme. Kommt es aber zur Rotation der Zahnkappen und verursachen diese akute Backenschwellungen, Verletzungen oder Unbehaglichkeit im Maul, stellen sie eine Indikation zur Zahnentfernung dar. *Baker, (1982), Scrutchfield, et al., (1996)* und *Lowder, (1999)* geben an, Zahnkappen dann zu entfernen, wenn eine Abgrenzung zwischen Milchzahn und bleibendem Zahn gesehen oder gefühlt werden kann. Eine Schädigung des bleibenden Zahnes kann auftreten, wird der Milchzahn zu früh entfernt. Nach *Scrutchfield, et al., (1996)* variiert das Alter der Pferde in der Zeit des Zahnwechsels stark, so dass angegebene Altersklassen nur als Richtlinien verwendet werden können.

Lowder, (1999) hält die Entfernung von persistierenden Milchzähnen indiziert, wenn scharfe Kanten entstanden sind, lockere Kappen auftreten oder der Durchbruch des bleibenden Zahnes behindert wird.

Persistierende Milchzähne werden durch orale Extraktion entfernt. (*Easley, 1999, Hahn und Köhler, 2002, Lowder, 1999, Scott, 1982, Scrutchfield, et al., 1996*)

B.5 Chirurgische Eingriffe an den Oberkieferhöhlen und -backenzähnen

B.5.1 Trepanation der Oberkieferhöhle

Bei der Trepanation wird mit Hilfe eines Trepans ein rundes Stück des Kieferknochens entfernt und somit die Kieferhöhle eröffnet. Eine weitere Möglichkeit der Eröffnung der Sinus maxillaris stellt die Knochenflap-Technik dar, bei welcher unter Zuhilfenahme einer oszillierenden Säge ein rechteckiger Knochenflap aus dem Kieferknochen entfernt wird.

Trotter, (1993) gibt diese zwei Möglichkeiten zur Eröffnung der Sinus an. Er hält die Eröffnung mittels Trepanation geeignet für Erkrankungen, die auf einen bestimmten Bezirk begrenzt sind. Die Knochenflap-Technik ist von Vorteil für Eingriffe, bei denen die Beteiligung der umliegenden Strukturen ungewiss ist und somit ein erweiterter Einblick durch einen größeren Zugang benötigt wird.

Eine Trepanation kann am sedierten, gut fixierten Pferd mit Lokalanästhesie durchgeführt werden, während bei der Knochenflap-Technik eine Narkose notwendig ist.

Folgende Punkte sollten vor einer Trepanation Beachtung finden :

Scott, (1982) stellt fest, dass der Trepanationspunkt in Abhängigkeit des betroffenen Sinus gewählt werden muss. Er gibt außerdem zu bedenken, dass auf Grund der Verbindung zwischen dem rostralen und kaudalen Sinus maxillaris vorhandenes Exsudat auf beide Hohlräume verteilt sein kann. Um Verletzungen des Tränennasenganges zu vermeiden, darf die Trepanationsstelle nicht oberhalb des Ductus. nasolacimalis und nicht unterhalb der Crista facialis liegen.

Nach *Baker, (1972)* liegen die Trepanationspunkte wie folgt:

- für die Stirnhöhle mittig zwischen dem medialem Augenwinkel und der Mittellinie des Schädels.
- für den vorderen Teil der Kieferhöhle dorsal des rostralen Endes der Crista facialis, oberhalb des Levels des Foramen infraorbitale.
- für den hinteren Teil der Kieferhöhle dorsal der Crista facialis, nahe der Orbita.

Bei der Eröffnung der rostralen Kieferhöhle ist der *M. levator labii maxillaris* nach dorsal zu verlagern und zu schonen (*Ford, 1991*).

Der Trepanationsvorgang wird in der Literatur wie folgt beschrieben:

Nachdem ein zirkuläres Hautstück, ein wenig größer als der Trepan, entfernt wurde, wird zusätzlich das Periost eingeschnitten (*Trotter, 1993*). *Baker, (1972)* nimmt eine sterile Münze und schneidet um diese herum, um einen runden Hautschnitt zu erreichen. Anschließend wird die Trokarspitze des Trepans im Zentrum der Trepanationsstelle angesetzt und durch zirkuläre Vor- und Rückbewegungen des Trepans die Kieferhöhle durch das Ausschägen eines runden Knochenstückes eröffnet. In diese Öffnung kann eine Drainage eingelegt und somit die Sinusräume mit antibiotischer oder desinfizierender Lösung gespült werden (*Scott, 1982*).

Feige, et al., (2000) eröffnen die Kieferhöhle mittels Knochenflap-Technik. Nach der Eröffnung beurteilt er die Schleimhaut und Menge und Art der Sekretansammlung, sowie Lage, Konsistenz und Größe von Zubildungen. Sekretansammlungen werden mittels Spülung oder Küretage entfernt.

Alle erreichbaren, chronisch entzündlich veränderten Schleimhautbezirke werden ebenfalls kürettiert und Neoplasien in jedem Fall vollständig entfernt.

Anschließend füllt *Baker, (1972)* die Trepanationsöffnung mit einer Gazerolle, diese wird zur Nachbehandlung täglich gewechselt und der Sinus gespült. *Baker, (1972)* und *Ford, (1991)* lassen die Hautwunde zur Heilung offen, um die Bildung eines subkutanen Emphysems zu vermeiden.

Die Öffnung der Sinus mittels eines Knochenflaps wird in Kapitel B.4.2.4 erläutert.

B.5.2 Operationstechniken zur Backenzahnextraktion

Backenzahnextraktionen beim Pferd stellen eine große Herausforderung für den Chirurgen dar, der geringe Öffnungswinkel des Mauls und die, vor allem beim jungen Pferd, extrem langen Zahnwurzeln machen eine orale Extraktion meist unmöglich. Ein weiterer Grund für eine nicht durchführbare orale Extraktion ist, dass die Zahnkronen zu kurz sind um von der Zange erfasst werden zu können. Besteht keine Möglichkeit den Zahn über eine orale Extraktion zu entfernen, wird oberhalb des betroffenen Zahnes die Kieferhöhle eröffnet und der Zahn retrograd in die Maulhöhle ausgestempelt (*Baker, 1982, Easley und Blake Caddel, 1991, Turner und McIlwraith, 1983, Zetner, 1999*). Eine weitere Möglichkeit der Zahnextraktion, die Entfernung des betroffenen Zahnes mittels einer lateralen Bukkotomie.

Durch den geringen Öffnungswinkel des Pferdemaules wird die direkte Adspektion des betroffenen Zahnes behindert, besonders dann, wenn die kaudalen Backenzähne betroffen sind.

B.5.2.1 Orale Extraktion

Aufgrund der anatomischen Besonderheiten im Pferdemaule ist eine orale Extraktion nur durchführbar bei älteren Pferden wegen der kurzen Zahnwurzeln (*Dixon, 1997, Howarth, 1995, Schumacher and Honnas, 1993*), bei sehr lockeren (*Lowder, 1999*) oder großflächig erkrankten Zähnen, sowie massiven Parodontopathien (*Baker, 1982, Dixon, 1997, Howarth, 1995*).

Sind die Zähne nicht locker genug, besteht nach *Dixon, (1997) und Tremaine, (1997)* die Gefahr, dass sie unterhalb der Alveole abbrechen und somit ein zweiter Eingriff in Vollnarkose zum Entfernen des verbliebenen Zahnrestes nötig wird. Außerdem sind beide Autoren der Meinung, dass diese Methode nicht angewendet werden darf, wenn die Kieferhöhlen mitbeteiligt sind, da kein Zugang zum Spülen entsteht.

Die Vorteile der oralen Extraktion liegen nach *Lowder, (1999)* darin, dass von einer Vollnarkose abgesehen werden kann und keinerlei kosmetischen Veränderungen am Pferdeschädel auftreten, auch dann nicht, wenn mehrere Zähne extrahiert werden.

Nachteilig bewertet er das hohe Frakturpotential des erkrankten Zahnes bei dieser Methode, die Verletzungsmöglichkeiten in der Maulhöhle, sowie dass es aufgrund von Platzmangel eventuell nicht möglich sein kann, den betroffenen Zahn zu ziehen (dies betrifft besonders die kaudalen Backenzähne).

Beier und Barthel, (2003) extrahieren am sedierten und fixierten Pferd bereits lockere Zähne. Die Allgemeinnarkose bietet den Vorteil eines genaueren Arbeitens und die Möglichkeit, beim Auftreten von Komplikationen eine Bukkotomie oder Trepanation durchführen zu können.

In der Literatur variiert die Durchführung der oralen Extraktion.

Nach *Easley und Blake Caddel, (1991)* sowie *Zetner, (1999)* sollte zuerst, wenn nötig, die gingivale Anheftung des erkrankten Zahnes mit geeigneten Instrumenten (z.B. Osteotom, Zahnhaken) gelöst werden. Danach setzt man eine Zahnextraktionszange gingiva-nah am betroffenen Zahn an und fixiert die Griffe der Zange in geschlossener Stellung. Die Zange wird nun vorsichtig lateromedial bewegt, wodurch die Beweglichkeit des Zahnes stetig größer werden soll. Ist der Zahn ausreichend gelockert, ist ein typisches, "quatschendes" Geräusch zu hören (welches nach *Zetner, (1999)* auf Grund der Vermischung von Blut und Luft entsteht). Erst dann wird der Backenzahnseparator angesetzt. Zuerst wird er in dem Raum zwischen gelöstem Zahn und dem kaudal liegenden verbracht, wodurch wird das Lösen der Wurzelhaut erreicht wird. Anschließend wird auf die selbe Weise der rostrale Teil der Wurzelhaut gelöst. Nun ist der Zahn

vollständig gelockert und kann mittels der Zahnextraktionszange, über einen rostralen Backenzahn als Angelpunkt, herausgehoben werden.

Bei jungen Pferden mit langen Zahnwurzeln besteht die Möglichkeit, dass der vorhandene Platz in der Maulhöhle nicht ausreicht. In solchen Fällen kann versucht werden, den Zahn nach medial zu kippen und so zu extrahieren. Gelingt dies nicht, muss der Zahn zerteilt und in Stücken entfernt werden.

Der extrahierte Zahn muss auf Vollständigkeit und die Alveole auf eventuell zurückgebliebene Fragmente überprüft und diese gegebenenfalls entfernt werden. Die Alveole wird, wenn möglich kürettiert und mit einem Gazetampon verschlossen (*Dixon, 1997*).

Werden post operationem Zahnreste in der Alveole festgestellt, ist ein erneuter Eingriff unumgänglich. Zur Entfernung der verbliebenen Zahnreste ist eine Trepanation der Oberkieferhöhle mit anschließender Spülung und Kürettage des Zahnfaches notwendig. Dieser Eingriff kann nur unter Vollnarkose durchgeführt werden (*Lowder, 1999*).

Easley verändert die oben angegebene Technik, um den Zahn zu lösen im Laufe der Jahre wie folgt: 1997 veröffentlicht er eine Methode, bei der zuerst rostrale und kaudale Anheftung des Zahnes mit einem Backenzahnseparator, dann die laterale Befestigung mit der Zahnziehzange und zum Schluss die gingivale Anheftung gelöst wird (*Easley, 1997*). In seinem Buch aus dem Jahre 1999 beschreibt er die orale Extraktion wiederum anders, indem zuerst die rostrale und kaudale Anheftung mit dem Backenzahnseparator gelöst wird. Dann die Gingiva an der lateralen und bukkalen Zahnseite durchtrennt, um genügend Platz zum Ansetzen der Zahnziehzange zu erreichen. Nun wird die laterale Zahnhalterung mittels Zahnziehzange gelöst (*Easley, 1999*).

Lowder, (1999) löst, nach Durchtrennung der gingivalen Anheftung das Periodontium des Zahnes in rostrokaudaler Richtung, indem er den Backenzahnseparator entweder im rostralen oder kaudalen Zahnzwischenraum ansetzt. Der Separator wird so weit wie möglich geschlossen und verweilt so für ein bis drei Minuten. Das gleiche geschieht anschließend mit dem zweiten Zahnzwischenraum. Dieser Vorgang wird so oft wiederholt, bis der Backenzahnseparator sich komplett schließen lässt. Danach wird der Zahn mittels

einer Molarextraktionszange in bukkolinguale Richtung gelöst. Ist der Zahn vollständig gelöst, wird er wie oben angegeben entfernt.

Baker, (1982) und *Ford, (1991)* setzen, ohne Lösung der gingivalen Anheftung, die Zahnextraktionszange an und lösen den Zahn durch vorsichtig ansteigende laterale Bewegungen der Zange. Dann wird der Zahn über einen Angelpunkt auf der okklusalen Zahnoberfläche entfernt.

Pascoe, (1999) durchtrennt zuerst die gingivale Anheftung und setzt dann die Molarextraktionszange so an, dass er soviel von der Krone wie möglich fasst und löst den Zahn durch Rotationsbewegungen. Ist der Zahn gelöst, wird er wie oben angegeben entfernt.

Beier und Barthel, (2003) extrahieren Backenzähne, indem sie die Spreizzange zuerst in den kaudalen Zahnzwischenraum ansetzen und den Zahn dadurch nach rostral drücken. Danach wird die Zange im rostralen Zahnzwischenraum angesetzt und der Zahn kaudal geschoben. So wird der Zahn gelockert. Dann wird die Krone mit der Extraktionszange gefasst und der Zahn mit Rotationsbewegungen in seiner Längs- und Querachse bewegt. Spreiz- und Extraktionszange werden so lange im Wechsel angewendet, bis eine deutliche Beweglichkeit des Zahnes feststellbar ist. Anschließend wird der Zahn wie oben angegeben über ein Widerlager entfernt.

Extraktion Persistierender Milchzähne:

Persistierende Milchzähne werden in der Regel durch orale Extraktion entfernt.

Baker, (1972) palpiert den betroffenen Zahn, setzt einen Rongeur gingiva-nah an, um die Kappe durch drehende Bewegungen zu lösen. Danach kann die Zahnkappe mit den Fingern oder einer Zange entfernt werden.

Lowder, (1999) setzt eine Backenzahnextraktionszange am Milchzahn nahe der Gingiva an und löst die Zahnkappe durch bukkolinguale Bewegungen. Für das Lösen ist in der Regel wenig Kraftaufwand nötig, er vergrößert sich nur dann, wenn die Zahnkappe sich am benachbarten Zahn verkeilt hat oder mit dem darunterliegenden permanenten Zahn fest verbunden ist. Um eine Verletzung der Backenschleimhaut zu vermeiden, sollte der gelöste Milchzahn mit seiner okklusalen Fläche nach bukkal gedreht entfernt werden.

Auch *Easley, (1999)* setzt die Molarextraktionszange an der Basis der Milchzahnkappe an und zieht sie nach lingual. Dann rollt er die Kappe in Richtung Zungenoberfläche um ein Splittern der bukkalen Wurzeln zu vermeiden.

B.5.2.2 Extraktion mittels lateraler Bukkotomie

Bei der Extraktion von Backenzähnen mittels lateraler Bukkotomie wird ein Schnitt durch die Weichteile der Wange oberhalb des betroffenen Zahnes durchgeführt, dann die laterale Alveolarwand entfernt und der nun freigelegte Zahn extrahiert.

Ein Vorteil der Bukkotomie ist nach *Howarth, (1995)* der intraoperative, vollständige Einblick in das Zahnfach, der dem Chirurgen eine komplette Entfernung des Zahnes sowie eventuell auftretendem verändertem Gewebe ermöglicht. Da die Oberkieferhöhlen bei diesem Eingriff nicht eröffnet werden sollen, darf diese Technik nicht angewandt werden, wenn die Sinusse mitbeteiligt sind (*Lowder, 1998*).

In der Literatur werden die Prämolaren als geeignete Zähne zur Extraktion mit Hilfe einer Bukkotomie (*Dixon, 1997, Gaughan, 1998*), zusätzlich wird der M1 von (*Howarth, 1995, Lane, 1997*), sowie der M2 von (*Boutros und Koenig, 2001, Lowder, 1998, Zetner, 1999*) genannt. Der M3 gilt als ungeeignet, da der Musculus masseter mit seiner beträchtlichen Dicke durchtrennt werden müsste und möglicherweise die Äste des Nervus facialis oder dort verlaufende Gefäßstrukturen beschädigt werden könnten (*Boutros und Koenig, 2001, Howarth, 1995, Lane, 1997*).

Für eine laterale Bukkotomie wird das Pferd mittels Narkose abgelegt und in Seitenlage, mit der betroffenen Seite nach oben, verbracht.

Der Hautschnitt beginnt nach *Zetner, (1999)* an der Crista facialis und verläuft bogenförmig nach ventral um den betroffenen Zahn herum. Der entstandene Hautlappen wird hochgeklappt und die darunterliegenden Strukturen (Nervus facialis, Arteria und Vena facialis, Ductus parotideus) werden identifiziert und zur Schonung aus dem Operationsfeld gehalten.

Um P4 erreichen zu können, muss der Musculus masseter 2 cm longitudinal, unterhalb der Crista facialis eingeschnitten werden (*Easley, 1999*).

Nach Durchtrennung der bukkalen Schleimhaut ist der Einblick in die Maulhöhle möglich. Nun wird die Gingiva des betroffenen Backenzahnes mesial und distal durchtrennt und als Gingivalappen hochgeklappt.

Die freigelegte, laterale Alveolarwand wird mit einer oszillierenden Säge durchtrennt und ein ca. 2 cm großes, über der Zahnwurzel liegendes, Knochenstück reseziert. Es muss darauf geachtet werden, dass die Kieferhöhle nicht mit eröffnet wird.

Evans, et al., (1982) und *Pascoe, (1999)* teilen den darunter liegenden Zahn in drei Segmente. *Easley und Blake Caddel, (1991)* sowie *Lowder, (1998)* trennen ihn mit einer Zahnsäge oder einem Osteotom in zwei bis drei Segmente. Die einzelnen Zahnfragmente können ohne großen Kraftaufwand entfernt werden.

Bei Dreiteilung sollte das mittlere Stück zuerst extrahiert werden (*Zetner, 1999*).

Auch *Lane, (1997)* führt einen longitudinalen Schnitt durch den Zahn durch, um den für die Extraktion nötigen Raum zu gewinnen, und entfernt die einzelnen Fragmente im Anschluss daran.

Nach *Howarth, (1995)* und *Dixon, (1997)* wird die Befestigung des freigelegten Zahnes am Zahnbett mit einem Osteotom gelöst und der Zahn als Ganzes extrahiert.

Easley, (1999) löst den Zahn mittels eines Backenzahnseparators in der Maulhöhle und entfernt den Zahn in toto.

Im Anschluss an die Extraktion wird die Alveole gespült und mit einem Gazetampon verschlossen. Der Gingivalappen wird wieder zurückgeklappt und mit der palatinalen Schleimhaut vernäht. Die Hautwunde wird in einzelnen Schichten verschlossen.

B.5.2.3 Ausstempeln über Trepanationsöffnung (Repulsionsmethode)

Nach *Howarth, (1995)* ist dies die gebräuchlichste Methode zur Backenzahntfernung. Auch *Dixon, (1997)* nennt dieses Verfahren als das am häufigsten durchgeführte und hält eine Extraktion von P4, M1, M2 und M3 im Oberkiefer geeignet für diese Methode. *Gaughan, (1998)* nennt alle Prämolaren

und Molaren als geeignet, weist, aber darauf hin, dass ein Eingriff an den Molaren komplizierter ist.

Vor dem chirurgischen Eingriff ist eine genaue Identifizierung des erkrankten Zahnes mittels röntgenologischer Untersuchung, sowie die Bestimmung der Lage der Zahnwurzel mit Hilfe einer röntgenologischen Markierung unerlässlich (*Schumacher und Honnas, 1993, Howarth, 1995*).

Auch *Lane, (1997)* weist daraufhin, dass eine erfolgreiche Zahnextraktion nur dann erfolgen kann, wenn der erkrankte Zahn genau identifiziert ist und eine Entfernung des richtigen Zahnes, komplett und ohne Schädigung umliegender Strukturen, erfolgt.

Bei dieser Operationstechnik wird oberhalb der Wurzel des betroffenen Zahnes die Kieferhöhle mittels Trepanation eröffnet und der Zahn mit Hilfe von Hammer und Meißel aus der Alveole retrograd in die Maulhöhle ausgestempelt.

Das retrograde Ausstempeln von Backenzähnen über eine Trepanationsöffnung wird auch als Repulsionsmethode bezeichnet.

Für diesen Eingriff wird das Pferd mittels Narkose abgelegt und in Seitenlage, mit der erkrankten Seite nach oben, gebracht. Des weiteren wird der Patient intubiert, um eine Inhalation von Blut oder Eiter zu vermeiden.

Um das Risiko von Komplikationen am Alveolarknochen zu minimieren, sollte nach *Easley, (1999)* der erkrankte Zahn vor der Ausstempelung, wie bei der oralen Extraktion angegeben, gelöst werden.

Ist der erkrankte Zahn bestimmt, wird der zugehörige Trepanationspunkt nach einem Schema nach *Günther, et al., (1967)* ermittelt. Es ist zu beachten, dass die Länge der Zahnwurzel vom Alter des Pferdes abhängt: jüngere Pferde besitzen längere Zahnwurzeln als ältere Tiere. Dementsprechend ist der Trepanationspunkt höher oder tiefer zu setzen, da die Öffnung etwa ein Finger breit oberhalb des Wurzelendes liegen soll.

Günther, et al., (1967) ziehen eine gedachte Linie vom unteren Rand der Orbita zum unteren Rand des Foramen infraorbitale und verlängert diese nach oral. Nahezu parallel zu dieser gedachten Linie verlaufen die Wurzelenden der Backenzähne. Bei Pferden, die älter als 13 Jahre sind, kann die Trepanationsöffnung dicht unter der gedachten Linie verlaufen. Die

Trepanationsöffnungen sollten aber niemals unterhalb der Crista facialis liegen, da die Wurzeln schlecht erreicht werden und viel Muskulatur durchtrennt werden müsste. Außerdem darf der im Kieferknochen befindliche Ductus nasolacrimalis nicht beschädigt werden (*Howarth, 1995*).

Abbildung 2: Schematische Darstellung der Trepanationspunkte (Gängel, 1988)

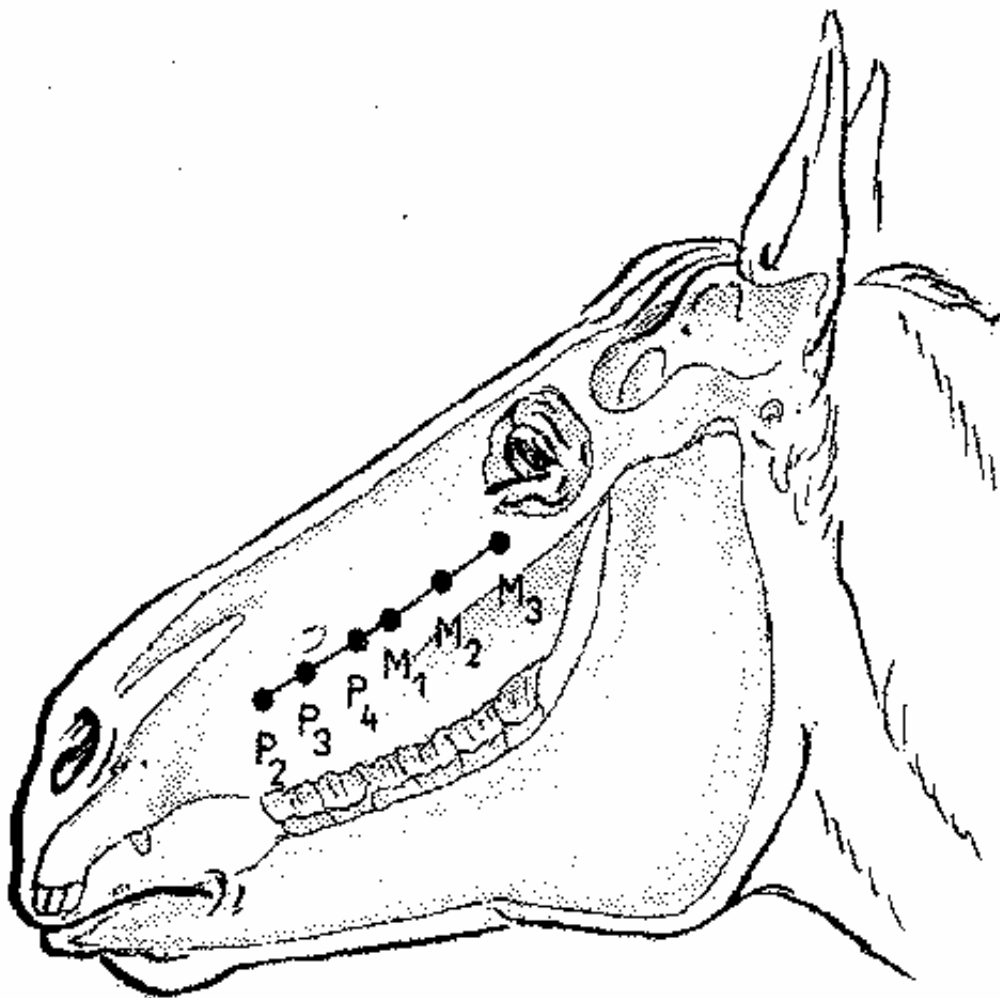


Tabelle 3: Trepanationspunkte auf einer gedachten Linie nach Günther, et al., (1967):

P2	senkrecht unter dem aboralen Ende der Incisura nasomaxillaris
P3	fingerbreit oral des Foramen infraorbitale
P4	fingerbreit aboral des Foramen infraorbitale
M1	zwei Finger breit aboral des Foramen infraorbitale
M2	zwei Finger breit vor dem oroventralen Rand der Orbita
M3	direkt vor dem oroventralen Rand der Orbita

Um einen Zugang zur Wurzel des M3 zu erhalten, ist es notwendig, zuerst die Stirnhöhle zu trepanieren (*Lane, 1997*).

Die Extraktion des M3 stellt nach *Boutros und Koenig, (2001)* einen Eingriff mit erhöhtem Schwierigkeitspotential dar, da die Wurzel des M3 zwar in den kaudalen Sinus maxillaris ragt, aber aufgrund ihrer kaudodorsalen Ausrichtung sehr schwer zu erreichen ist. Diese Begebenheit macht einen kombinierten Zugang über den Sinus frontalis und den Sinus maxillaris notwendig.

Für diesen Zugang wird die Stirnhöhle ca. 5 cm lateral der dorsalen Mittellinie in Höhe des medialen Augenwinkels eröffnet, und der Zahnstempel auf die Wurzel des M3 gesetzt. Da die geringe Größe der Trepanationsöffnung die Ausrichtung des Stempels erschwert, empfehlen *Boutros und Koenig, (2001)* die Eröffnung der Nasennebenhöhlen mittels eines frontonasalen Knochenflaps. Diese Methode ermöglicht außerdem einen optimalen Einblick in den Sinus und obendrein eine verbesserte Sekretausscheidung.

Lowder, (1999) gibt zur Trepanation des M3 einen Punkt an, der auf einer Verbindungslinie zwischen dem medialen Augenwinkel beider Augen, ca. 3 cm lateral der Mittellinie liegt, während *Turner und McIlwraith, (1983)* diesen Punkt ca. 4 cm lateral der Mittellinie sehen.

Ein wichtiger Punkt stellt das Identifizieren des erkrankten Zahnes und die Bestimmung seiner Länge dar, damit die Kieferhöhle oberhalb der betroffenen Zahnwurzel eröffnet werden kann. In der Literatur werden folgende Möglichkeiten zum Auffinden des erkrankten Zahnes und die Bestimmung seiner Länge angegeben.

Scott, (1982) und *Zetner, (1999)* messen die Länge einer Zahnwurzel mit Hilfe der angefertigten Röntgenaufnahmen ab, um so die Trepanationsstelle direkt über das

Zahnwurzelende legen zu können. Ist eine Knochenaufreibung am Schädel vorhanden ist, soll die Trepanationsstelle, wenn möglich, direkt über dieser Schwellung gesetzt werden. Wenn bei jungen Pferden eine Extraktion aufgrund der langen Zahnwurzel nicht möglich ist ohne den Ductus nasolacimalis zu beschädigen, muss der Trepan an der dorsalen Grenze angesetzt und der Zahn in zwei Teilen extrahiert werden.

Dixon, (1997) und *Zetner, (1999)* geben an, dass die Lage des betroffenen Zahnes festgestellt werden kann, indem der vermutete Platz des Zahnes mit einer Metallklammer, Zahnsonde oder ähnlichem markiert und anschließend eine präoperative Röntgenaufnahme durchgeführt wird.

Pascoe, (1999) gibt zum Auffinden der Zahnwurzel zwei Möglichkeiten an: Erstens das Palpieren der okklusalen Zahnoberflächen des erkrankten Zahnes und Festlegen des Trepanationspunktes in Abhängigkeit der Zahnachse. Oder zweitens das Anfertigen intraoperativer Röntgenaufnahmen mit röntgenstrahlendichten Markierungen.

Am Trepanationspunkt wird die Trepanation wie in Kapitel B.4.1 angegeben durchgeführt. Um eine Schädigung der umliegenden Strukturen zu vermeiden, ist es nach *Lane, (1997)* wichtig, dass der Meißel nicht nur direkt oberhalb der Zahnwurzel angesetzt wird, sondern außerdem so sitzt, dass er der Längsachse des Zahnes folgt.

Um die Wurzel des zu extrahierenden Zahnes lokalisieren zu können geben *Scott, (1982)*, *Baker, (1985)*, *Dixon, (1997)*, *Lane, (1997)* und *Pascoe, (1999)* an, dass der Operateur vorsichtig auf den auf der Zahnwurzel aufliegenden Zahnstempel klopft und ein Assistent die Vibration der zugehörigen Zahnkrone intraoral überprüft. Nach *Baker, (1982)*, *Turner and McIlwraith, (1983)*, *Schumacher und Honnas, (1993)* und *Howarth, (1995)* überprüft der Chirurg in der Maulhöhle die Vibration an der Zahnkrone, während der Assistent Hammer und Zahnstempel betätigt.

Turner and McIlwraith, (1983) geben an, dass die Hammerschläge außerdem einen charakteristischen Ton haben. Rutscht der Stempel auf den Alveolarknochen ab verändert sich der Ton. Der Stempel muss neu angesetzt werden. Die Zahnwurzel wird durch den aufliegenden Stempel vollständig

zerstört, so dass eine Auswertung über Vollständigkeit oder Erkrankung meist nicht mehr möglich ist.

Nach *Dixon, (1997)* und *Lane, (1997)* können intraoperative Röntgenaufnahmen gemacht werden, um die richtige Lokalisation des Zahnstempels festzustellen und benachbarte Zähne vor Schädigungen oder fälschlichem Ausstempeln zu schützen.

Der Zahnstempel muss korrekt in rostrokaudaler und mediolateraler Ebene über der erkrankten Zahnwurzel liegen (*Schumacher und Honnas, 1993*), dann wird durch mehrmaliges Schlagen eines Metallhammers auf den Stempel der Zahn aus der Alveole getrieben. Während dieser Maßnahme muss der Sitz des Stempels ständig kontrolliert werden, um eine Schädigung der benachbarten Zähne oder des anliegenden Knochens zu vermeiden (*Dixon, 1997*). Bei kaudal liegenden Zähnen mit langer Zahnwurzel geben *Baker, (1982)* und *Lane, (1997)* an, dass aufgrund des geringen Öffnungswinkels eventuell die Notwendigkeit besteht, den Zahn zu teilen und in mehreren Fragmenten zu entfernen. Eine Verlagerung des zu extrahierenden Zahnes nach medial ist nach *Baker, (1982)* ohne Schädigung der Alveole meist nicht möglich.

Anschließend muss der extrahierte Zahn auf Vollständigkeit und die Alveole von der Maulhöhle aus mit dem Finger auf eventuell vorhandene Zahnreste untersucht und diese gegebenenfalls mittels Küretage oder einem Meißel durch die Trepanationsöffnung aus der Alveole entfernt werden. Nachdem alle Fragmente beseitigt wurden, wird die Alveole mit einem Gazetampon, Wachsplombe oder Acryl verschlossen, um eine Kontamination mit Futter und Speichel zu vermeiden. Die Trepanationswunde kann in mehreren Schichten genäht (*Zetner, 1999*) oder offen gelassen werden (*Scott, 1982*). Das Einlegen einer Drainage ist anzuraten.

B.5.2.4 Extraktion mittels Knochenflap-Technik

Bei dieser Methode wird die Kieferhöhle durch Hochklappen eines ausgesägten Knochenstückes eröffnet und dann der erkrankte Backenzahn retrograd in die Maulhöhle ausgestempelt.

Die Eröffnung der Kieferhöhle mittels Knochenflap ermöglicht dem Operateur einen Einblick in die komplette Kieferhöhle und die Durchführung verschiedener chirurgischer Vorgehensweisen (z. B. Zahnausstempelung, Tumorentfernung, Sinusuntersuchung und Entfernung infektiöser Komponenten) (*Scott, 1982*), (*Schumacher und Honnas, 1993*), (*Pascoe, 1999*), (*Lowder, 1999*), (*Hahn und Köhler, 2002*).

Gaughan, (1998) und *Lowder, (1998)* weisen auf das bessere kosmetische Ergebnis hin, welches durch das Wiedereinsetzen des Flaps erreicht wird.

Der Patient ist in Vollnarkose und liegt in Seitenlage, mit der erkrankten Seite nach oben. Er wird intubiert um das Einatmen von Eiter und Blut zu vermeiden.

Zunächst wird ein Hautschnitt über der rostralen, ventralen und kaudalen Begrenzung der Kieferhöhle durchgeführt (siehe Kapitel B.2), die Grundlinie des Hautschnitts soll nach *Howarth, (1995)* zweimal so lang wie tief sein, um eine ausreichende Blutversorgung des Hautlappens zu gewährleisten. Der darunter liegende Musculus levator nasolabialis muss geschont und dorsal verlagert werden. Das auf dem Knochen liegende Periost wird abpräpariert und der Oberkieferknochen mit einer oszillierenden Knochensäge an drei Seiten durchtrennt. Um ein Einsinken des Knochens post operationem zu vermeiden, soll der Knochen in einem Winkel von 45° durchsägt werden.

Nun kann der Knochen von ventral her nach dorsal angehoben werden, der dorsale Rand frakturiert und der Flap lässt sich dorsal aufklappen und fixieren. Nach *Trotter, (1993)* ist es ratsam, vor dem Hochbiegen des Flaps, das knöcherne Septum mittels eines Osteotoms zu lösen. Dadurch soll eine Fraktur an dieser Stelle vermieden werden. Um eine ausreichende Durchblutung zur Vitalitätserhaltung zu sichern, sollte die rostrokaudale Ausdehnung des Flaps etwa das Doppelte der dorsoventralen Ausdehnung betragen. Es ist weiterhin zu beachten, dass die Frakturlinie nicht zu weit dorsal liegen darf, um eine Schädigung des Ductus nasolacimalis zu vermeiden.

Nach exakter Bestimmung des erkrankten Zahnes, wird dieser, wie bereits in Kapitel B.4.2.3 angegeben, ausgestempelt.

Feige, et al., (2000) setzen zuerst die Zahnwurzel mit einem Osteotom ab und stempeln dann den verbleibenden Zahn in die Maulhöhle aus.

Alveole und Kieferhöhle werden kürettiert und gespült um eitriges und nekrotisches Gewebe, sowie Zahn- und Knochenfragmente zu entfernen. Der entfernte Zahn muss auf Vollständigkeit überprüft werden. Im Anschluss wird die Alveole mit einem Gazetampon, einer Wachsplombe oder Acryl verschlossen. Der Knochenflap wird zurück geklappt und Weichteile und Haut in verschiedenen Schichten genäht (*Schumacher und Honnas, 1993*), (*Hahn und Köhler, 2002*). Eine Ecke des Flaps kann mittels eines Rongeurs entfernt werden, um einen Katheter zur täglichen Spülung einzulegen (*Trotter, 1993*).

B.6 Komplikationen bei chirurgischen Eingriffen an den Oberkieferhöhlen und -backenzähnen

Bei der Extraktion von Backenzähnen sind die möglichen Komplikationen weit gefächert. Eine retrospektiven Studie von *Prichard, et al., (1992)* zeigte, dass bei 17 von 36 Pferden (47%), denen ein Oberkieferbackenzahn durch retrogrades Ausstempeln in die Maulhöhle entfernt wurde, Komplikationen auftraten. Bei acht von diesen 17 Pferden wurde ein erneuter chirurgischer Eingriff notwendig. Unterteilt wurden die Komplikationen in drei Gruppen. Die erste Gruppe beinhaltet intraoperative Komplikationen, die zweite kurzfristig nach der Operation auftretende Komplikationen (< fünf Monaten post operationem) und die dritte langfristig nach dem chirurgischen Eingriff auftretende Komplikationen(> fünf Monaten post operationem). Bei 89% der Patienten (32 Tiere) traten keine intraoperativen Komplikationen auf. Bei einem Pferd wurde der falsche Zahn ausgestempelt, bei einem kam es zum Verlust des Knochenflaps und in zwei Fällen trat eine Fraktur der Alveolarwand auf. Am häufigsten traten Komplikationen kurzfristig (< fünf Monate) nach der Operation auf: bei 47% der chirurgisch behandelten Tiere, kam es zum Auftreten von Fistelkanälen, Sinusitis, Sequesterbildung, Verlust oder Retention des Platzhalters, Nahtdehiszenz und Retention der Oberkieferhöhlenfüllung. Langfristig (> fünf Monate) traten nur bei 20% der Pferde Probleme auf: es kam zur Ausbildung von Nasenausfluss, Fistelkanälen und oral Fisteln.

In der weiteren Literatur wird ebenfalls zwischen intraoperativen und postoperativen Komplikationen unterschieden. Eine häufig benannte intraoperative Komplikation stellt das Entfernen eines falschen oder das Mitausstempeln eines benachbarten Zahnes, sowie die Beschädigung benachbarter Zähne oder Alveolen, der zugehörigen Alveole, sowie des Os palatinum oder Os maxillare dar (*Baker, (1982), Baker, (1985), Evans, et al., (1982), Hahn und Köhler, (2002), Howarth, (1995), (Höppner und Hertsch, (1999), Lillich, (1998), Beier und Barthel, (2003), Boutros und Koenig, (2001), Lane, (1997), Lowder, (1999), Pascoe, (1999), Prichard, et al., (1992), Tremaine, (1997)*). Um derartige Vorfälle zu vermeiden, ist präoperativ eine zweifelsfreie Bestimmung des erkrankten Zahnes notwendig, sowie intraoperative Röntgenaufnahmen für die Kontrolle der Positionierung des Instrumentariums.

Durch falsche Positionierung oder Abrutschen des Instrumentariums kann es zur Verletzung der Gaumengefäße und damit verbundenen starken Blutungen kommen (*Baker, 1982, Baker, 1985, Beier und Barthel, 2003, Boutros und Koenig, 2001, Easley, 1999, Höppner und Hertsch, 1999, Howarth, 1995, Lillich, 1998, Pascoe, 1999, Zetner, 1999*).

Zahnfrakturen treten auf, wenn eine übermäßige Kraft auf den Zahn einwirkt und/oder der Zahn stark geschädigt ist. Die Fraktur des Zahnes kann sowohl bei der oralen Extraktion als auch beim Ausstempeln entstehen (*Easley und Blake Caddel, 1991, Tremaine, 1997*).

Postoperative Röntgenkontrollaufnahmen zeigen, ob der Zahn vollständig entfernt wurde und sich keine losen Zahn- oder Knochenfragmente mehr in der Alveole befinden. Auf sie sollte zur Vermeidung von Komplikationen nicht verzichtet werden, da solche Zahn- oder Knochenfragmente zur Ausbildung von Sequestern und/oder Fistelkanälen führen (*Baker, 1983, Beier und Barthel, 2003, Dixon, 1997, Howarth, 1995, Lane, 1997, Lillich, 1998, Pascoe, 1999, Schumacher und Honnas, 1993, Zetner, 1999*).

Die Sequesterbildung kann eine Osteomyelitis verursachen. Sequester sind gut auf einer Röntgenaufnahme darstellbar und sollten chirurgisch entfernt werden (*Beier und Barthel, 2003, Lowder, 1999, Pascoe, 1999, Zetner, 1999*).

Bei der lateralen Bukkotomie muss beim Durchtrennen der Weichteile darauf geachtet werden, dass sich Arteria, Vena, Nervus facialis, sowie Ductus. parotideus im Operationsfeld befinden können. Diese Strukturen müssen vom Operateur erkannt und geschont werden (*Evans, et al., 1982, Höppner und Hertsch, 1999, Lillich, 1998*).

Postoperative Komplikationen können direkt im Anschluss an den chirurgischen Eingriff oder als Spätfolge auftreten. Direkt im Anschluss an eine Extraktion mittels Knochenflap-Technik können Wundheilungsstörungen, Hautlappennekrosen oder Nahtdehiszenzen auftreten (*Höppner und Hertsch, 1999*). Ebenfalls wurden Nahtdehiszenzen bei der Extraktion mittels Bukkotomie beobachtet (*Evans, et al., 1982*). *Lowder, (1999)* beobachtete Myalgien der Kaumuskulatur nach der oralen Extraktion von Backenzähnen.

Meist liegt eine schlechte Alveolarheilung vor, da es zu persistierenden Infektionen im Bereich des Zahnfaches oder der Kieferhöhle kommt, deren Ursache häufig in der Alveole zurückgebliebene Zahn- oder Knochenfragmente sind. Außerdem kann es zu Wundheilungsstörungen kommen, wenn die Alveole ungenügend verschlossen ist, da es zum Einkauen von Futter kommen kann (*Baker, 1982, Beier und Barthel, 2003, Dixon, 1997, Hahn und Köhler, 2002, Lowder, 1999, Prichard, et al., 1992*).

Je nach Größe der bestehenden Verbindung kann es zur Füllung des Sinus mit Futter, bzw. bei einer kleinen Öffnung zur Füllung des Sinus mit eitriger Substanz oder Granulationsgewebe kommen. Durch das Granulationsgewebe versucht der Körper die Öffnung zu verschließen. Sind die Prämolaren betroffen, können orokutane Fistelkanäle entstehen, da deren Wurzelenden nicht oder nur teilweise in die Oberkieferhöhlen reichen (*Pascoe und Blake Caddel, 1991*). Persistiert die Öffnung zwischen Maulhöhle und Sinus maxillaris, kommt es zur Ausbildung einer oromaxillaren Fistel. Ursachen für den fehlenden Verschluss der Öffnung sind vielfältig und können aufgrund von verbliebenen Zahnresten, Knochensequestern, Osteomyelitis oder einer Infektion eines zweiten Zahnes entstehen (*Höppner und Hertsch, 1999*).

In der Literatur werden Fistelbildungen als Komplikation bei der Oberkieferbackenzahnextraktion häufig erwähnt (*Baker, 1982, Dixon, 1997,*

Evans, et al., 1982, Hahn und Köhler, 2002, Prichard, et al., 1992, Schumacher und Honnas, 1993, Zetner, 1999).

Zu den langwierigen Komplikationen gehört außerdem die Ausbildung einer chronischen Sinusitis, die aufgrund von Futtereinkeilung und/oder einer Infektion entsteht. Dieses Oberkieferhöhlenempyem kann als Folge eine Verdickung der Schleimhautauskleidung hervorrufen. Der in der Kieferhöhle befindliche Eiter, kann über den Aditus nasomaxillaris abfließen und als typisch kariös stinkender Nasenausfluss bemerkt werden. Ist ein Abfluss nicht möglich, kann es zur Deviation des Gesichtsschädels und/oder gestörter Nasenatmung kommen (*Zetner, 1999*). Sinusitiden können mit einer Fistelbildung einhergehen (*Pascoe, 1999*).

Nach *Trotter, (1993)* können persistierende Sinusitiden vermieden werden, wenn bei der Trepanation der Oberkieferhöhle das pathologische Gewebe komplett entfernt werden kann. Oberkieferhöhlenempyeme als auftretende postoperative Komplikation werden von folgenden Autoren benannt: *Beier und Barthel, (2003), Höppner und Hertsch, (1999), Lowder, (1999), Prichard, et al., (1992), Schumacher and Honnas, (1993)*.

Außerdem wird die Ausbildung von Zementomen (*Pascoe, 1999*) und die Ausbildung von Narben im Gesicht bei der lateralen Bukkotomie (*Evans, et al., 1982*) erwähnt.

Bei jeder Backenzahntfernung muss bedacht werden, dass der Gegenspieler für den im Unterkiefer befindlichen Backenzahn entfällt. Durch die fehlende Abrasion des Antagonisten und fortsetzendes Längenwachstum kommt es zum Einwachsen des Gegenspielers in die Zahnlücke und somit zur Ausbildung einer Exsuperantia dentium. Diese kann die Nahrungsaufnahme des Pferdes stören, sogar unmöglich machen. Aus diesem Grund ist ein regelmäßiges Beschleifen des der Lücke gegenüberliegenden Zahnes ein lebenslanges Muss für den Patienten. (*Höppner und Hertsch, 1999, Howarth, 1995, Pascoe, 1999, Zetner, 1999*).