

## D. Diskussion

Chirurgische Eingriffe an den Oberkieferhöhlen und –backenzähnen beim Pferd stellen eine Herausforderung für jeden Chirurgen dar. Aufgrund der langen Zahnwurzeln in Kombination mit dem geringen Öffnungswinkel des Pferdemaules ist eine einfache orale Extraktion mittels Zange meist nur bei alten Patienten mit kurzen Reservekronen oder sehr stark geschädigten Zähnen möglich. Die Extraktion eines equinen Backenzahnes bedarf meist eines komplizierten Verfahrens, welches sich aus einer Trepanation der Oberkieferhöhle und dem retrograden Ausstempeln des Zahnes in die Maulhöhle zusammensetzt. Die Schwierigkeit liegt im Auffinden des Trepanationspunktes, da dieser genau über dem Zahnwurzelende liegen soll.

Im Rahmen dieser Doktorarbeit soll eine Methode diskutiert werden, durch die das Auffinden eines erkrankten Zahnes während der Operation erleichtert wird und der Verlauf der Zahnextraktion kontrolliert werden kann. Die Anwendung der C-Bogen-Technik als bildgebendes Verfahren während eines chirurgischen Eingriffs führt zum reduzierten Auftreten intraoperativer sowie postoperativer Komplikationen und einem daraus resultierenden verbesserten Heilungsverlauf.

Die intraoperative Röntgenkontrolle mit Hilfe der C-Bogen-Technik findet in der Human-, sowie in der Veterinärmedizin Verwendung. Während die C-Bogen-Technik in der Humanmedizin neben Operationen auch in der Diagnostik Anwendung findet, ist der Einsatz in der Veterinärmedizin auf die Knochen- und Gelenkchirurgie (*Hertsch und Höppner, 2000*) begrenzt. Die Spannweite der Einsatzmöglichkeiten der C-Bogen-Technik in der Knochen- und Gelenkchirurgie ist groß, und weiterhin ausdehnbar. Grundvoraussetzung für die Anwendbarkeit der C-Bogen-Technik ist die röntgenologische Darstellbarkeit des pathologischen Befundes. Diese Voraussetzung ist in der Knochen- und Gelenkchirurgie häufig gegeben, so dass die intraoperative Röntgenkontrolle nach *Hertsch und Höppner, (2000)* sowohl bei der Entfernung isolierter Verschattungen in Gelenken Verwendung findet, als auch bei der Fragmentexstirpation oder der internen Fragmentfixation im peripheren Gliedmaßenbereich. Die chirurgische

Behandlung zystoider Knochendefekte durch Anbohren und autologe Spongiosatransplantation sowie die Arthrodeese durch Aufbohren des Gelenkspaltes und autologe Spongiosatransplantation sind ebenfalls Eingriffe bei denen der C-Bogen laut *Hertsch und Höppner, (2000)* eine große Rolle spielt.

Da pathologische Veränderungen im Kopfbereich, insbesondere der Oberkieferbackenzähne und Kieferhöhlen eine röntgenologische Darstellbarkeit besitzen, besteht die Möglichkeit die C-Bogen-Technik in diesem Bereich ein zu setzen. Dies schafft eine große Erleichterung bei der Orientierung und Überwachung chirurgischer Eingriffe am Pferdekopf.

In dieser Dissertation werden lediglich die Einsatzmöglichkeiten an den Oberkieferhöhlen und –backenzähnen vorgestellt, es soll aber darauf hingewiesen werden, dass diese Methodik auch bei Eingriffen am Unterkiefer, den Schneide- und Hakenzähnen, sowie in anderen Regionen des Kopfes angewandt werden kann.

Die C-Bogen-Technik stellt zwar eine gute, aber in der Veterinärmedizin leider nicht sehr weit verbreitete Methode der intraoperativen Röntgenkontrolle dar. In der veterinärmedizinischen Literatur sind kaum Erkenntnisse und Anwendungsgebiete zu finden. Das Einsatzgebiet der C-Bogen-Technik ist in der Humanmedizin umfangreicher. Obwohl diese Technik hier häufiger Anwendung findet, können aber auch hier nur wenige literarische Angaben gefunden werden. Einige Artikel beschreiben Anwendungsbereiche der C-Bogen-Technik sowohl in der Zahnmedizin als auch in der Knochenchirurgie.

Bei dem C-Bogen handelt es sich um eine mobile Durchleuchtungseinheit, bei welcher, aufgrund der hohen Flexibilität des C-Bogens, die Möglichkeit besteht jede gewünschte Strahlenrichtung einzustellen. Die genannte Flexibilität des C-Bogens ergibt sich aus der höhenverstellbaren und seitlich um 10° nach rechts oder links drehbaren Hubsäule. Ein horizontaler Tragarm, welcher an der Hubsäule befestigt ist, lässt sich in horizontale Richtung verschieben. Am Ende des Tragarms befindet sich ein c-förmiger Bogen, dieser ist wiederum um die Horizontalachse und längs eines Kreisbogens drehbar. Daraus ergibt sich der Vorteil, die gewünschte Strahlungsrichtung individuell, auch während eines

chirurgischen Eingriffes verändern zu können, ohne den Patienten umlagern zu müssen. Die Handhabung ist einfach, da bei automatischer Dosisleistungsregelung die kV und mA vom Gerät geregelt werden.

Die Höhe der Kosten für die Anschaffung einer C-Bogen Einheit sind abhängig davon, ob ein Neu- oder ein Gebrauchtgerät zugelegt werden soll. Die Kosten für ein vergleichbares Neugerät desselben Herstellers wie es in dieser Arbeit verwendet wurde (BV 22 HQ und BV 212 der Firma Phillips) liegen zwischen 60000 und 90000 Euro (Information vom Hersteller). Aufgrund der variablen Einsetzbarkeit der Durchleuchtungseinheit bei einer großen Bandbreite verschiedenartiger chirurgischer Eingriffe kann von einer regelmäßigen Nutzung des C-Bogens ausgegangen werden. In dieser Hinsicht kann davon ausgegangen werden, dass sich die Anschaffung eines C-Bogens als gute Investition darstellt und sich die Kosten mit dem größtmöglichen Nutzen aufrechnen lassen. Die intraoperative Durchleuchtungskontrolle ermöglicht eine optimale Operationstechnik. Daraus resultieren bessere Operationsergebnisse und eine verringerte Komplikationsrate nach dem chirurgischen Eingriff. Diese Ergebnisse, welche dem Patienten komplizierte Nachoperationen ersparen und zu einem verbesserten Heilungsverlauf führen, sind deutlich in meiner Arbeit beschrieben. Dadurch wird auf schnelle und gezielte Weise das Leiden der Patienten behoben und zu neuer Lebensqualität, Wohlbefinden und Leistungsbereitschaft verholfen. Fehlerhafte Operationserfolge, wie z. B. das Ausstempeln eines falschen Zahnes werden völlig vermieden.

Um eine Extraktion eines erkrankten Backenzahnes durchzuführen, muss vor dem Eingriff die Zahnwurzel des betroffenen Zahnes genau bestimmt werden. Dies kann durch verschiedene Orientierungspunkte am Kopf geschehen. Die Lagebestimmung der betroffenen Zahnwurzel wird in der klassischen Methode nach *Günther, et al., (1967)* anhand einer gedachten Linie zwischen dem unteren Rand der Orbita und dem des Foramen infraorbitale von außen am Pferdekopf bestimmt. Da sich die Lage der einzelnen Zahnwurzeln im Laufe eines Pferdelebens durch das vorhandene Pseudowachstum stetig verändert, ist eine genaue Bestimmung von außen nur unter zu Hilfenahme präoperativer

Röntgenbilder möglich. *Scott, (1982)* und *Zetner, (1999)* geben an, dass anhand der Röntgenbilder die Lage des betroffenen Zahnes ausgemessen werden kann beziehungsweise bei Knochenaufreibungen oder Fistelkanälen diese markiert und anschließend geröntgt werden kann. Zetner hält diese Möglichkeiten ausreichend für die exakte Lagebestimmung des betroffenen Backenzahnes. Jedoch wird die Ausstempelung eines falschen oder benachbarten Zahnes in der Literatur häufig als unerwünschte Nebenwirkung bei der konventionellen Methode, dem Ausstempeln ohne Durchleuchtung, genannt (*Baker, 1982, Baker, 1985, Beier und Barthel, 2003, Boutros und Koenig, 2001, Evans, et al., 1982, Hahn und Köhler, 2002, Höppner und Hertsch, 1999, Howarth, 1995, Lane, 1997, Lillich, 1998, Lowder, 1999, Pascoe, 1999, Prichard, et al., 1992, Tremaine, 1997*)

Bei einer entzündlichen Erkrankung eines im Oberkiefer befindlichen Backenzahnes findet häufig ein Übergreifen der Entzündung auf den Alveolar-knochen statt, eine Beteiligung der Sinus maxillaris am Entzündungsgeschehen ist eine häufige Konsequenz. Es tritt ein Sinusempyem auf (*Scott, 1982*). Um ein Sinusempyem zu behandeln, muss die betroffene Oberkieferhöhle eröffnet werden. Die Eröffnung der Oberkieferhöhle kann wahlweise mittels Trepanation oder Knochenflap-Technik geschehen. Eine Trepanationsöffnung bietet dem Chirurgen nur einen relativ kleinen Einblick und dementsprechend auch eine geringe Zugriffsmöglichkeit in die Oberkieferhöhle. Der Knochenflap bietet eine bessere Übersicht in die Oberkieferhöhle. Es sollte also je nach Diagnosestellung darüber entschieden werden, in welchem Ausmaß und durch welche Technik die Oberkieferhöhle eröffnet werden muss.

Wird einem Pferd ein Zahn entfernt, ist das nicht ohne Bedeutung für das Tier. Deshalb ist es wichtig so viele Zähne wie möglich zu erhalten und nur erkrankte Zähne zu entfernen. Die Problematik der entstandenen Zahnlücken beim Pferd liegt darin, dass sich in diesen Futterreste ansammeln können. Diese Futterreste können zur Ausbildung entzündlicher Herde führen.

Es muss beachtet werden, dass nach der Entfernung eines Backenzahnes das Pseudowachstum des Gegenspielers dazu führt, dass dieser in die entstandene Zahnlücke einwächst, da er keine Abriebfläche mehr besitzt. Die Pferde werden dadurch massiv bei ihrer Kaubewegung behindert. Die Folge liegt in einer

gestörten Futteraufnahme und daraus resultierender Abmagerung und Leistungseinbußen. Das Pseudowachstum des Gegenspielers stellt eine der wichtigsten Folgen dar, die bei einer Extraktion berücksichtigt werden muss und die das Leben, Wohlbefinden und Leistungsbereitschaft des Pferdes einschlägig beeinflusst. Es ist Aufgabe des Tierarztes den Patientenbesitzer genaue Angaben über den weiteren Behandlungsverlauf zu geben. Für das Pferd sind lebenslange, regelmäßige Zahnkontrollen und –korrekturen notwendig.

Die C-Bogen-Technik ist für eine genaue und vorsichtige Vorgehensweise, wie sie bei der Extraktion von Backenzähnen gefordert wird, von ausschlaggebender Bedeutung. Hier kann der Chirurg fast risikolos genau den erkrankten Bereich identifizieren, unter Instrumentenkontrolle operieren und somit den Operationserfolg maximieren.

Die durchgeführten Versuche an Schlachtpferdeköpfen haben gezeigt, dass durch die Durchleuchtung jeder Oberkieferbackenzahn darstellbar ist, auch jene Backenzähne die sich im hinteren Teil der Maulhöhle befinden, wie der M3. Diese sind mit herkömmlichen Methoden schwer zu erreichen. Für den Chirurgen besteht während des gesamten Eingriffs die Möglichkeit die Lage des erkrankten Zahnes zu bestimmen und zu kontrollieren. Durch diese exakte Lagebestimmung ist es möglich die Oberkieferhöhle nur durch einen kontrollierten Zugang oberhalb der betroffenen Zahnwurzel zu eröffnen und so die Schädigung des Maxillarknochens auf ein Minimum zu reduzieren. Dies gilt nicht nur für Eingriffe im Bereich der Oberkieferhöhlen und Backenzähne sondern auch für Operationen in der Knochen- und Gelenkchirurgie. Durch die Unterstützung der C-Bogen-Technik kann der benötigte Zugang für einen chirurgischen Eingriff so klein gehalten werden, dass diese Eingriffe als minimal invasiv bezeichnet werden können.

*Lane, (1997)* gibt in seinem Artikel über Zahnextraktionen beim Pferd an, dass eine Extraktion nur dann erfolgreich durchgeführt werden kann, wenn der erkrankte Backenzahn vor dem Eingriff genau identifiziert wird und dann dieser Zahn vollständig entfernt wird, ohne etwas anderes als den zu entfernenden Zahn zu beschädigen. Die häufig nur ungenau bestimmbare Lage des zu extrahierenden

Zahnes während der Operation und die benötigte, massive Krafteinwirkung können neben dem Ausstempeln des falschen Zahnes zu ungewollten Schäden des Zahnfaches und/oder benachbarter Zähne führen. Nach *Lane, (1997)* ist es wichtig darauf zu achten, dass der dem Zahn aufgesetzte Stempel eine Verlängerung der Zahnachse darstellt, um eine gezielte Krafteinwirkung auf den zu extrahierenden Zahn zu erreichen.

Von großer Bedeutung ist, bei der Durchleuchtungstechnik gegenüber dem Anfertigen von Röntgenbildern während des chirurgischen Eingriffs, der Zeitfaktor. Während Röntgenbilder erst entwickelt werden müssen um festzustellen, ob der gewünschte Bereich ausreichend in der Aufnahme dargestellt wird, erscheint bei der Durchleuchtung das Bild direkt auf einem Monitor, so dass eine Änderung des Auftreffwinkels der Strahlung sofort durchgeführt und überprüft werden kann. Das spart Zeit und die Narkosedauer wird reduziert. Die verkürzte Anästhesiedauer senkt zum einen das Narkoserisiko für den Patienten, zum anderen wird der Medikamentenverbrauch verringert, wodurch die Operationskosten gesenkt werden.

Die hohe Beweglichkeit des C-Bogen-Stativs ermöglicht die Durchleuchtung des Pferdekopfes mit variierendem Aufnahmewinkel ohne, dass die Position des Patienten verändert werden muss. Diese Beweglichkeit kann nicht nur in der Zahnchirurgie angewandt werden, sondern zeigt sich in allen Bereichen der Knochen- und Gelenkchirurgie als besonders vorteilhaft. Dadurch besteht zum Beispiel nach einer Knochenbruchbehandlung die Möglichkeit das Ergebnis der Frakturfixation in den gewünschten zwei Ebenen zu kontrollieren ohne den Patienten umlagern zu müssen.

Wie beim Anfertigen von Röntgenaufnahmen im laterolateralem Strahlengang sorgt die Überlagerung der beiden Backenzahnreihen auch bei der Durchleuchtung dafür, dass die Beurteilung einzelner Zahnwurzeln oft nicht möglich ist. Angestrebt wird deswegen, die Strahlen in einem Winkel aufzutreffen zu lassen, bei dem eine möglichst überlagerungsfreie Darstellung der betroffenen Zahnwurzeln zur Verbesserung der Sichtverhältnisse erreicht wird.

Anhand der Eigenversuche an Schlachtpferdeköpfen wurde festgestellt, dass bei einem Winkel von 115 ° für die rechte und 245° für die linke Backenzahnreihe eine überlagerungsfreie Darstellung der Zahnwurzeln erreicht wird.

Diese Winkel decken sich mit den in der Literatur angegebenen Winkel zur Einzelprojektion von Zahnreihen beim Röntgen eines Pferdekopfes (*O'Brien und Biller, 1998*).

*Prichard, et al., (1992)* zeigte in seiner Langzeitstudie über die Ausstempelung von Backenzähnen beim Pferd, in der er 36 Fälle mit einer Oberkieferbackenzahnextraktion beschreibt, dass bei 17 Pferden (47%) schwerwiegende postoperative Komplikationen auftraten. Bei acht Pferden musste ein erneuter chirurgischer Eingriff vorgenommen werden.

Die Auswertung der Patienten die unter Durchleuchtungskontrolle an der Freien Universität Berlin operiert wurden zeigte, dass nur bei drei der 15 Patienten (20%) Komplikationen auftraten, von denen zwei Pferde erneut operiert werden mussten. Intraoperative Komplikationen, wie das Ausstempeln des falschen Backenzahnes oder Frakturen der Alveolarwand kamen bei Prichard vereinzelt vor, während, sie bei keinem Pferd, das unter Durchleuchtungskontrolle an der Freien Universität Berlin operiert wurde, auftraten.

Die Auswertung der stationären Patientenkartei der Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie der Freien Universität Berlin zeigte, dass mit Hilfe der intraoperativen Durchleuchtungskontrolle bei jedem der operierten Pferde der erkrankte Zahn identifiziert und extrahiert wurde. Der Einsatz des C-Bogens ermöglichte eine kontrollierte Platzierung des Instrumentariums und eine Überprüfung, ob der betroffene Zahn vollständig extrahiert wurde. Es traten bei keinem der unter Durchleuchtungskontrolle operierten Patienten intraoperative Komplikationen auf, und es wurden deutlich weniger postoperative Komplikationen beobachtet als bei *Prichard, et al., (1992)*. Diese Umstände führen zu einem verbesserten und komplikationsloseren Heilungsverlauf als bei der konventionellen Methode, wie von *Beier und Barthel, (2003)* bei der Repulsionsmethode von Molaren und Prämolaren beim Pferd kritisiert wurde. Sie sprechen von einem erheblichen traumatischen Eingriff, unabhängig von der

angewandten Methode und einer hohen Komplikationsrate, sowie langer Heilungsdauer wenn die Repulsionsmethode angewandt wird.

Die bei *Prichard, et al., (1992)* angegebene Dauer des Klinikaufenthaltes der Patienten liegt zwischen 2 und 61 Tagen (Median: 22 Tage). Bei den aus der stationären Patientenkartei der Klinik für Pferde der Freien Universität Berlin ausgewerteten Pferden lag die Behandlungsdauer zwischen 3 und 88 Tagen (im Median: 33 Tage). Der höhere Mittelwert der Behandlungsdauer, lässt sich dadurch erklären, dass aufgrund der geringeren Menge ausgewerteter Patienten an der Klinik für Pferde der Freien Universität Berlin (14 Fälle) als bei Prichard (61 Fälle) Ausreißer mehr ins Gewicht fallen. Da in einigen Fällen die konsequente Nachbehandlung des Patienten durch den Besitzer nicht durchgeführt werden konnte, verlängerte sich der Klinikaufenthalt bei einigen Patienten auf Wunsch des Besitzers.

Verbleiben nach der Extraktion Zahnreste in der Alveole, führen diese postoperativ zum Auftreten von Komplikationen. In der Alveole zurückgebliebene Zahnfragmente behindern die Bildung des Granulationsgewebes in der Alveole und stören somit den Heilungsverlauf erheblich. Um einen möglichst komplikationslosen Heilungsverlauf zu gewährleisten, muss der Chirurg immer das Ziel haben, einen Zahn vollständig, und mit allen abgelösten Fragmenten zu entfernen.

Deswegen ist eine Kontrolle des entfernten Zahnes auf Vollständigkeit im Anschluss an eine Extraktion unerlässlich. Um das Leiden für den Patienten so gering wie möglich zu halten, sollte eine zweite Operation möglichst vermieden werden. So ist es ratsam die Kontrollaufnahmen direkt im Anschluss an den chirurgischen Eingriff durchzuführen. Die C-Bogen-Technik ermöglicht eine prä-, intra- und postoperative Darstellung der Operationssituation. Zusätzlich birgt sie den Vorteil, dass durch die direkte Wiedergabe des Bildes auf einen Monitor die Narkosedauer nicht deutlich verlängert wird. Noch vorhandene Zahnreste können dann unter Ausnutzung der bestehenden Narkose umgehend entfernt werden. In der gängigen Literatur werden mehrere Möglichkeiten angegeben, diese Kontrolle durchzuführen. *Pascoe und Blake Caddel, (1991)* erwähnen in ihrem Artikel über Komplikationen in der Zahnchirurgie, dass durch die massive Krafteinwirkung

beim Ausstempeln der Backenzähne die Zahnwurzel vollständig zerstört wird und somit eine visuelle Kontrolle des Zahnes auf Vollständigkeit unmöglich wird, für *Pascoe und Blake Caddel, (1991)* stellen intraoperative Röntgenaufnahmen die Methode der Wahl dar.

Neben der von *Dixon, (1997)* genannten digitalen Überprüfung des Zahnfaches durch die Maulhöhle, hält auch *Baker, (1985)* das Anfertigen von röntgenologischen Kontrollaufnahmen für unerlässlich. Es gibt zwei Möglichkeiten, wann diese Kontrollaufnahmen gemacht werden können: entweder direkt im Anschluss an den chirurgischen Eingriff mit einem transportablen Röntgengerät direkt im Operationssaal (was eine Verlängerung der Narkosedauer zur Folge hat) oder am Tag nach dem Eingriff am stehenden, eventuell sedierten, Pferd. Sind im letzteren Fall noch Fragmente erkennbar, resultiert daraus, dass ein erneuter Eingriff unter Vollnarkose zur Entfernung der Fragmente notwendig wird.

Es werden bei Bedarf aktuelle Durchleuchtungsbilder auf dem Monitor abgebildet, welche dann in Form einer Bilderserie als Ausdrücke festgehalten werden können. So besteht die Möglichkeit, dem Patientenbesitzer den Verlauf der Operation im Nachhinein darstellen und erklären zu können. Für einen möglichen späteren Zugriff auf die einzelnen Bilder können diese auch direkt auf der Festplatte des Gerätes gespeichert werden. Die Möglichkeit der Datenspeicherung auf der Festplatte führt zu einer einfacheren und platzsparenden Bilderverwaltung.

Einen wichtigen Aspekt stellt die Strahlenbelastung der Durchleuchtungstechnik nicht nur für den Patienten sondern auch für das Operationsteam dar. Länger andauernde Expositionszeiten bei der Durchleuchtung führen zu einer höheren Strahlenbelastung für alle Beteiligten als das Anfertigen von Röntgenaufnahmen. Röntgenaufnahmen benötigen Bruchteile von Sekunden (mAs), während bei der Durchleuchtung die Dauer der Strahlenbelastung mehrere Minuten betragen kann. *Hartung und Tellhelm, (2000)* erstellten eine Studie über die Strahlenbelastung bei der Erstellung von Röntgenaufnahmen im Vergleich zur einminütigen Bildverstärkerdurchleuchtung mit verschiedenen Geräten anhand verschiedener

Objekte. Das Ergebnis zeigt, dass die Strahlenbelastung bei der Durchleuchtung um ein vielfaches höher ist als beim Erstellen von Röntgenbildern. Des weiteren wird von ihnen die schlechte Auflösung und daraus resultierende schlechte Detailerkennbarkeit bei Durchleuchtungsbildern kritisiert. Diese Autoren halten den Einsatz der Durchleuchtung in der Tiermedizin für nicht ausbauwürdig. Die sehr hohe Strahlenbelastung in Verbindung mit schlechter Bildqualität konnte durch den Einsatz von moderneren Bildverstärkern verbessert werden.

Bei chirurgischen Eingriffen unter Durchleuchtungskontrolle sind der Operateur und seine Assistenten am meisten exponiert, da sie sich unmittelbar am zu durchleuchtenden Objekt befinden. Die, bei der Durchleuchtung eines Körperteiles entstehende, Streustrahlung, verteilt sich ungerichtet im Raum. Sie stellt somit eine Belastung für die in der unmittelbaren Umgebung des durchleuchteten Körperteils befindlichen Personen dar. Um die Streustrahlendosis so gering wie möglich zu halten, sind Bleischürzen zum eigenen Schutz unerlässlich. Des weiteren muss darauf geachtet werden, dass sich während der Durchleuchtung keine Körperteile des operierenden Personals in der Primärstrahlung befinden. Um genauere Aussagen über die Strahlenbelastung an den Händen machen zu können, ist das Tragen von Ringdosimetern zu empfehlen. Finden diese Kriterien Beachtung, liegt die gemessene Strahlendosis deutlich unter dem im Strahlenschutzgesetz angegebenen Wert von 50 mSv im Jahr.

Die Durchleuchtungstechnik konnte durch Weiterentwicklung wieder an Ansehen gewinnen und wieder verstärkt zum Einsatz kommen. Die Möglichkeit, die Durchleuchtung individuell durch die Betätigung eines Hand- oder Fußschalters ein- bzw. auszuschalten, führte zur Reduzierung der Durchleuchtungszeit und somit zu einer deutlich gesenkten Strahlenbelastung. Im Gegensatz zu einer Durchleuchtung während des gesamten chirurgischen Eingriffs kann so auf kurze Intervalle zurückgegriffen werden.

In dieser Dissertation wird ein Verfahren näher vorgestellt, welches eine große Erleichterung für Operateur und Patient darstellt. Durch die intraoperative Durchleuchtung mit Hilfe der C-Bogen Technik wird der erkrankte Zahn identifiziert und dem Operateur die Möglichkeit gegeben, den Trepanationspunkt

oberhalb der betroffenen Zahnwurzel festzulegen. Die Eröffnung der Oberkieferhöhle kann exakt oberhalb der Zahnwurzel erfolgen. Es handelt sich somit um einen minimal invasiven Eingriff. Er kann während des gesamten Eingriffs sein Instrumentarium unter ständiger Sichtkontrolle ansetzen und manövrieren. Schädigungen am umliegenden Gewebe und die Extraktion eines falschen Zahnes werden weitest gehend vermieden. Das Auftreten von intra- sowie postoperativen Komplikationen kann bei Anwendung der C-Bogen-Technik deutlich verringert werden, dies wiederum führt zu einem kürzeren und besserem Heilungsverlauf für den Patienten. Durch die sofortige Bildwiedergabe kann der Eingriff verkürzt und die Narkosedauer reduziert werden.