

**Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Universität Würzburg**

Direktor: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. J. Reuther

**LANGZEITERGEBNISSE NACH KOMBINIERT
KIEFERORTHOPÄDISCH-KIEFERCHIRURGISCHER
EINSTELLUNG RETINIERTER UND VERLAGERTER ZÄHNE**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Stefanie Wolf

aus Würzburg

Würzburg, Februar 2006

Referent: Prof. Dr. Dr. Chr. Michel

Koreferent: Prof. Dr. A. Renk

Dekan: Prof. Dr. Georg Ertl

Tag der mündlichen Prüfung: 16. August 2006

Die Promovendin ist Zahnärztin.

**In Liebe
Veit
und
meinen Eltern
gewidmet**

| | |
|--|----------|
| 1. Einleitung | 1 |
| 1.1 Diagnose | 1 |
| 1.1.1 Definition der Retention | 1 |
| 1.1.2 Festlegung des Dentitionsalters | 2 |
| 1.1.3 Diagnostik | 3 |
| 1.1.4 Zeitpunkt der chirurgischen Freilegung | 4 |
| 1.2 Häufigkeit retinierter Zähne der zweiten Dentition | 5 |
| 1.3 Ätiologie der Retention bzw. Verlagerung | 6 |
| 1.4 Indikation für kieferchirurgisch-kieferorthopädische Einordnung verlagerter Zähne | 9 |
| 1.5 Therapie | 10 |
| 1.5.1 Lokale Exzision | 10 |
| 1.5.2 Reponierter Mukoperiostlappen (Geschlossene Elongation) | 11 |
| 1.5.3 Apikaler Verschiebelappen (Offene Elongation) | 11 |
| 1.5.4 Intraoperative Fixation einer Zugvorrichtung | 12 |
| 1.6 Kieferorthopädische Einstellung | 14 |
| 1.6.1 Fünf Phasen der Einstellung | 14 |
| 1.6.2 Kraftgröße und –applikation | 14 |
| 1.6.3 Verschiedene Apparaturen zur Einstellung verlagerter Zähne | 15 |
| 1.7 Folgen einer nicht behandelten Verlagerung | 17 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 2. Methodik | 18 |
| 2.1 Datenbasis | 18 |
| 2.2 Patientengut | 19 |
| 2.3 Statistische Auswertung | 19 |
| 2.3.1 Erhebungsbogen | 23 |
| 2.3.2 Behandlungsergebnis | 25 |
| 2.3.3 Nachuntersuchung | 28 |
| 2.4 Statistische Datenverarbeitung | 30 |
| 3. Ergebnisse | 32 |
| 3.1 Geschlechtsverteilung | 32 |
| 3.2 Verteilung der verlagerten Zähne | 33 |
| 3.2.1 Klinisch nachuntersuchte Zähne | 35 |
| 3.2.2 Unterteilung in Zahngruppen | 35 |
| 3.3 Nebenbefunde | 35 |
| 3.4 Verlagerung | 36 |
| 3.4.1 Ausgangslage | 36 |
| 3.4.2 Achsenneigung | 38 |
| 3.5 Wurzelwachstum zu Therapiebeginn | 38 |

| | |
|--|----|
| 3.6 Therapiemaßnahmen | 39 |
| 3.6.1 Chirurgische Therapiemaßnahmen | 39 |
| 3.6.2 Kieferorthopädische Therapiemaßnahmen | 40 |
| 3.7 Zeitliche Zusammenhänge | 41 |
| 3.8 Behandlungsergebnisse | 43 |
| 3.8.1 Zahnform | 43 |
| 3.8.2 Einstellung in den Zahnbogen | 44 |
| 3.9 Röntgenologische Befunde | 46 |
| 3.9.1 Wurzelentwicklung nach Behandlungsende | 46 |
| 3.9.2 Wurzelresorptionen | 47 |
| 3.9.3 Resorptionen der benachbarten Zähne | 48 |
| 3.10 Revisionsoperationen | 49 |
| 3.11 Klinische Nachuntersuchung | 49 |
| 3.11.1 Taschensondierungstiefe (TST) | 50 |
| 3.11.2 Mobilität und Sensibilität | 51 |
| 3.11.3 Zahnfarbe | 51 |
| 3.11.4 Rezessionen | 52 |
| 3.11.5 Breite der befestigten Gingiva | 52 |
| 3.11.6 Auswertung der allgemeinen Mundhygieneverhältnisse der Nachuntersuchungsgruppe | 53 |

| | |
|--|-----------|
| 4. Diskussion und Schlussfolgerung | 55 |
| 4.1 Diskussion der zeitlichen Zusammenhänge von Archiv- und Nachuntersuchungsgruppe | 55 |
| 4.2 Diskussion der Behandlungsergebnisse der Archiv- und Nachuntersuchungsgruppe | 56 |
| 4.3 Diskussion der Wurzelresorptionen in Archiv- und Nachuntersuchungsgruppe | 57 |
| 4.4 Diskussion der Verankerungsmethode | 58 |
| 4.5 Diskussion der parodontalen Verhältnisse in der Nachuntersuchungsgruppe | 59 |
| 4.5.1 Diskussion der Taschensondierungstiefe (TST) | 59 |
| 4.5.2 Diskussion der Breite der befestigten Gingiva und der Rezessionen | 60 |
| 4.5.3 Diskussion der Mundhygieneverhältnisse in der Nachuntersuchungsgruppe | 61 |
| 5. Zusammenfassung | 62 |
| 6. Schrifttum | 64 |
| Danksagung | |
| Lebenslauf | |

1. Einleitung

Retinierte und verlagerte Zähne und deren Behandlung sind schon seit langem ein sehr interessantes und viel diskutiertes Thema in der Zahnmedizin. Häufig erfordert die Behandlung des verlagerten Zahnes ein koordiniertes und nicht selten interdisziplinäres Vorgehen vom Zahnarzt, Kinderzahnarzt, Parodontologen, Kieferorthopäden und Mund-Kiefer-Gesichtschirurgen. Diese Reihe von Fachzahnärzten versuchen sich seit Jahren dieser Herausforderung zu stellen und sie optimal zu bewältigen.

Häufig wird der Behandlungsweg der interdisziplinären Kooperation eingeschlagen, deren Erfolg aber dennoch vom Verständnis und der Erfahrung des Erstbehandlers abhängt. Dieser steht nun vor der alternativen Entscheidung zwischen Entfernung mit nachfolgendem prothetischen oder implantologischen Lückenschluss oder Einordnung durch Reimplantation bzw. kieferorthopädischer Elongationsbehandlung.

Mit der kieferorthopädisch-kieferchirurgischen Vorgehensweise können, zurzeit gesehen, die besten Ergebnisse auf lange Sicht hin erzielt werden.

1.1 Diagnose

1.1.1 Definition der Retention

Der Begriff „Retention“ wird von mehreren Autoren verschieden definiert. SCHEFF (1909) beschrieb es am Anfang des 20. Jahrhunderts als ein Zurückbleiben der Zähne im Kiefer, so dass sie zu der für sie bestimmten Durchbruchzeit nicht erscheinen. LUNIATSCHEK (1906) erweiterte diese Definition, indem er das Verhalten der Zähne oder zahnähnlichen Gebilde nicht nur auf die Zeit des normalen Durchbruchs beschränkte, sondern sie bis zur Zeit des erfolgten Durchtrittes von Zähnen späterer Entwicklungsperiode, also spätestens bis zum erfolgten Abschluss der Dentitionsperiode, fasste.

HOTZ (1970) ergänzte die Definitionen von SCHEFF und LUNIATSCHEK, indem er anfügte, dass es doch sehr verdächtig sei, wenn der gleiche Zahn der Gegenseite bereits durchgebrochen sei. KLEIN (1915) möchte nur die Zähne als retiniert bezeichnen, deren Wurzelwachstum abgeschlossen ist. ADLOFF (1910) wiederum sagt, eine Retention liege nur solange vor, wie der Zahn im Kiefer eingeschlossen sei. Bricht er später aber noch spontan an richtiger Stelle durch, kann hier nur von einer *Dentitio tarda* gesprochen werden. Die Grenze der Begriffe Retention und *Dentitio tarda* sind nach HECKMANN (1966) verschiebbar und FLEISCHER-PETERS (1970) ist sogar der Meinung, dass es keine Grenze gäbe. DIEDRICH (1986) hingegen berechnet die obere Grenze der Normalität aus der durchschnittlichen Durchbruchzeit zuzüglich zweier Standardabweichungen und stellt erst beim Überschreiten dieser Zeitgrenze die Diagnose Retention. Diesen Begriff grenzt er sehr klar gegen den Befund einer Verlagerung, der zusätzlich durch eine abwegige Keimlage definiert ist, und gegen den Befund der Impaktion ab, bei der ein zusätzliches mechanisches Durchbruchshindernis vorhanden sei.

1.1.2 Festlegung des Dentitionsalters

Das Dentitionsalter ist ein wesentliches Kriterium zur Bestimmung des günstigsten Zeitpunktes für den Beginn einer kieferorthopädischen Behandlung. Es wird bestimmt, indem einem vorliegenden Gebissentwicklungszustand (z. B. im Orthopantomogramm) anhand einer Referenztafel ein Alterswert in Jahren und Monaten zugeordnet wird. SCHOUR und MASSLER (1941) erstellten u. a. solch eine Tabelle, in der die einzelnen Stadien der Zahnentwicklung vom Beginn des Kalzifizierungsprozesses bis zur vollständigen Apexifikation eines jeden Zahnes in Bezug auf das durchschnittliche chronologische Alter zu sehen sind.

2,5-3 Jahre nach Durchbruch eines Zahnes ist die Wurzelentwicklung abgeschlossen. Somit sind die Unterkieferinzisivi mit neun Jahren die ersten Zähne, deren Apizes geschlossen sind. Von diesem Befund ausgehend kann man sich bis zum Abschluss des Wurzelwachstums der zweiten Molaren bis zum Dentitionsalter 15 Jahre vorarbeiten, aber – abhängig vom Befund – auch zurückerarbeiten.

Man muss nun unterscheiden, ob es sich um eine generalisierte verspätete Dentition handelt, bei der das Dentitionsalter hinter dem chronologischen Alter zurückbleibt. Eine Extraktion wäre hier kontraindiziert. Retinierte Milchzähne, wobei einer oder mehrere bleibende Zähne dem Dentitionsalter entsprechend entwickelt sind, aber durch eine ungenügende Resorption der Milchzahnwurzeln und somit einer Persistenz des Milchzahnes nicht zum Durchbruch kommen, spielen ebenfalls eine Rolle bei der Bestimmung des Dentitionsalters. Eine Extraktion der Milchzähne ist in diesem Fall indiziert. Weiterhin besteht die Möglichkeit eines physiologischen Dentitionsalters, bei dem aber einzelne verspätet entwickelte bleibende Zähne auftreten. Eine Extraktion der Milchzähne sollte hier vermieden werden (BECKER 1999).

1.1.3 Diagnostik

Wichtig für den Erfolg einer kieferchirurgisch-kieferorthopädisch Behandlung eines verlagerten Zahnes ist die möglichst exakte Lokalisierung. Sollten der visuelle oder palpatorische Lokalbefund nicht eindeutig sein, so sind zusätzlich zur routinemäßigen Panoramaschichtaufnahme orthoradiale sowie exzentrische Zahnfilme zur bucco-lingualen Lageorientierung notwendig (DIEDRICH 1983). Ein orthoradial angefertigter Zahnfilm gibt Aufschluss über eine eventuell vorliegende Verlagerung und liefert zweidimensionale Darstellungen in sagittaler und vertikaler Richtung.

Exzentrisch aufgenommene Zahnfilme dienen der Lokalisation des verlagerten Zahnes in bucco-lingualer Richtung (WATTED et al. 1999(I)). Diese sollten nach der parallaktischen Methode durchgeführt werden. Zur weiteren Lokalisation in bucco-lingualer Richtung können Aufbissaufnahmen des Ober- als auch des Unterkiefer dienen. Sollte bereits der Verdacht einer Wurzelresorption der Nachbarzähne bestehen, kann auch eine Computertomographie herangezogen werden. Hier wird eine Überlappung durch andere Strukturen wie bei herkömmlichen Röntgenaufnahmen ausgeschlossen. Die CT-Diagnostik ist wegen der hohen Strahlenbelastung nur im Einzelfall zu rechtfertigen (ERICSON und KUROL 1987).

1.1.4 Zeitpunkt der chirurgischen Freilegung

Wird die Diagnose Verlagerung während des Zahnwechsels gestellt, so sollte einer weiteren ungünstigen Entwicklung durch frühe Milchzahnextraktion entgegengewirkt werden. Wird eine Verlagerung am Ende bzw. nach Ablauf des Zahnwechsels diagnostiziert und liegen keine ausreichenden Platzverhältnisse für den verlagerten Zahn vor oder ist dieser extrem verlagert, sollte so bald wie möglich mit der kieferorthopädischen Einstellung begonnen werden (WATTED et al. 1999). BECKERS und NEUFANG (1983) stellten in ihrem Patientengut keinen Zusammenhang zwischen Patientenalter und Behandlungsdauer fest, wohingegen BULL et al. (1976) sehr wohl auf einen Zusammenhang zwischen zunehmendem Alter und dem damit verbundenen verzögerten biologischen Reaktionsvermögen von Knochen und Gewebe hinweist. Er sieht die Chancen des Durchbruchs sich verringern bzw. die Zeit bis zum vollständigen Durchbruch des retinierten Zahnes verlängern.

Auch HARZER et al. (1989) sehen eine Korrelation zwischen dem Behandlungserfolg und dem Alter des Patienten zu Beginn der Behandlung und halten einen Behandlungsbeginn im dritten Dezennium für nicht so erfolgversprechend, da sie die Gefahr von ausgedehnten Wurzelresorptionen sehen und es ihrer Meinung nach zu unverträglich langen Behandlungszeiten führen würde.

1.2 Häufigkeit retinierter Zähne der zweiten Dentition

Je nach Autor weisen zwischen 1,59% (TRÄNKMANN 1973), 7% (STAHL et al. 2003) und 20% (GABKA, KASPAR. 1975) der rezenten Population retinierte Zähne auf, die zudem noch häufiger im Ober- als im Unterkiefer auftreten.

Nach den am häufigsten verlagerten und retinierten Sapientes weisen die bleibenden oberen Eckzähne ohne Berücksichtigung der Weisheitszähne mit 44,8% bis 57,8% die größte Retentionshäufigkeit aller verlagerten Zähne auf, wobei nicht selten die Retention mit einer Verlagerung vergesellschaftet ist (STAHL et al. (2003), GABKA, KASPAR (1975), TRÄNKMANN (1973)). Mit 11,21% folgen die unteren zweiten Prämolaren und in 9,02% der Fälle liegt eine Retention der oberen mittleren Schneidezähne vor.

Bei den oberen mittleren Schneidezähnen und den oberen Eckzähnen konnte sogar ein signifikanter Geschlechtsunterschied festgestellt werden. Das weibliche Geschlecht ist um 25% häufiger als das männliche von Verlagerungen betroffen. Ebenfalls konnte ein Seitenunterschied festgestellt werden. Der linke obere Kieferquadrant ist häufiger von Retentionen betroffen (TRÄNKMANN 1973).

8% der Patienten mit Durchbruchstörungen der Oberkiefereckzähne weisen eine beidseitige Verlagerung auf (WATTED et al. 1999(I)). Nach FREISFELD UND SCHÜLLER (1992) liegen 85% bis 90% dieser Eckzähne palatinal und 15% bukkal (ERICSON, KUROL 1986).

Nach DIEDRICH (1986) sind über 50% der retinierten oberen Eckzähne palatinal verlagert, ein Drittel liegt labial und der Rest inmitten des Alveolarfortsatzes.

In mehreren Studien konnte nachgewiesen werden, dass das weibliche Geschlecht in einem Verhältnis von 2,3:1 bis sogar 3:1 ein vermehrtes Vorkommen von palatinal impaktierten Eckzähnen zeigt (BECKER 1999). Auch konnte eine gewisse ethnische Disposition der Eckzahnverlagerung festgestellt werden. So wurde bei Japanern diese Anomalie mit dem geringsten Vorkommen von 0,27% gefunden und innerhalb einer isländischen Population das höchste Vorkommen mit 1,8%. Ebenfalls konnte eine unterschiedliche Prävalenz zwischen der kaukasischen (5,9%) und der orientalischen Population (1,7%) festgestellt werden, wobei aber nicht nach palatinaler und bukkaler Verlagerung unterschieden wurde (BECKER 1999).

1.3 Ätiologie der Retention bzw. Verlagerung

Als Gründe für die Zahnretentionen können zum einen lokale oder allgemeine Gründe, anatomische oder sogar genetische Gründe genannt werden.

Zu den lokalen Ursachen einer Zahnretention gehören obstruktive Gründe, wie überzählige Zahnanlage, Odontome oder Zysten. Bei 2,8% einer kieferorthopädischen Nachuntersuchungsgruppe (STAHL et al. 2003) konnte mindestens die Anlage eines überzähligen permanenten Zahnes nachgewiesen werden. TAY et al. (1984) ermittelte, dass überzählige Zähne in 28-60% der Fälle zu Durchbruchstörungen der benachbarten Zähne führten und in 0,41% bis 2,1% der Fälle mit impaktierten zentralen Schneidezähnen der ätiologische Faktor die Existenz von überzähligen Zähnen ist. In seltenen Fällen kann auch ein Odontom zu einer Verlagerung führen.

Ebenfalls zu den lokalen Ursachen einer Verlagerung gehören die Traumata. Die Intrusion oder der frühzeitige Verlust eines Milchschnidezahnes gehört zu den häufigsten Unfallfolgen der Kinder. Kommt es bei einem 4-5-jährigen Kind zu einer Intrusion des Milchschnidezahnes, führt dies nicht selten zu einer Dilatation des Keimes, da sich die entwickelnde Krone über dem zu resorbierendem Apex des Milchzahnes befindet (KOMPSCH, ANHALT 1987).

Bei völligem Verlust eines Milchzahnes, sei es durch einen dislozierenden Schlag, aber auch durch eine frühzeitige Extraktion, kann es häufig noch nicht zu einem Durchbrechen der bleibenden Zähne auf Grund der fehlenden Entwicklung kommen. Es kommt zunächst zu einer Wundheilung. Das Weichgewebe verändert sich dabei oftmals so, dass der bleibende Zahn nicht in der Lage ist, zu einem späteren Zeitpunkt durchzubrechen (BECKER 1999). Gehen Milchzähne aus der Stützzone frühzeitig verloren, so kommt es häufig zu einer Mesialwanderung der 6-Jahr-Molaren und damit zu einer Einengung der Platzverhältnisse, was den physiologischen Durchbruch der Prämolaren behindert (KOMPSCH, ANHALT 1987).

HITCHIN (1956) versuchte ein Missverhältnis zwischen Zahn- und Kiefergröße für die palatinale Verlagerung verantwortlich zu machen, konnte diese These aber nicht wissenschaftlich unterlegen. Es wurde aber festgestellt, dass eine Platzmangelsituation zu einer Verlagerung der Entwicklungsposition eines Zahnes führt (BECKER 1999). KARWETZKY (1969) und JACOBY (1983) stimmten dagegen überein, dass eine vestibuläre Lage durch Platzmangel bedingt wird und BRIN et al. (1986) fanden eine Korrelation zwischen Platzüberschuss und palatinaler Verlagerung der Eckzähne.

Einen weiteren lokalen Grund für eine Zahnretention bilden persistierende Milchzähne. Liegt ein bleibender Zahn nicht unmittelbar unter dem Milchzahn, reicht sein Durchbruchpotenzial, das einen Stimulus zur Milchzahnresorption darstellt, nicht aus, um alle Anteile einer Milchzahnwurzel zu resorbieren. Es kommt zu einer Milchzahnpersistenz. Wird der Milchzahn extrahiert, kann es in vielen Fällen zu einem spontanen Durchbruch des bleibenden Zahnes kommen.

Bei den Eckzähnen spielt außerdem der Durchbruchsweg eine wichtige Rolle, da er der längste sowohl im zeitlichen als auch im räumlichen Sinn ist. Die Keime werden hoch kranialwärts, seitlich der Apertura piriformis in der Fossa canina, medial des Foramen infraorbitale angelegt und nehmen zur Okklusionsebene einen kurvenförmigen Weg vom basalen Kieferabschnitt zum Zahnbogen (DIEDRICH 1986, WATTED et al. 1999 (I), DAUSCH-NEUMANN 1970). Die Chance, den „richtigen Weg“ zu verlieren, ist somit größer als bei anderen Zähnen.

Auf seinem Weg zur Einordnung in den Zahnbogen dient ihm der seitliche Schneidezahn als Führungsfläche. MILLER (1963) stellte eine fünfmal so häufige Durchbruchsstörung der Eckzähne bei Fehlen der seitlichen Schneidezähne fest. Er nahm an, dass ein zapfenförmig oder ähnlich verkleinerter seitlicher Schneidezahn eine Wurzel von normaler Länge entwickelt und somit keinen Einfluss auf die Verlagerung eines Eckzahnes hat. BECKER (1995) widerlegte die Führungstheorie dysplastischer seitlicher Schneidezähne in einer Studie. Er stellte fest, dass Patienten mit kleinen seitlichen Schneidezähnen achtmal häufiger eine Eckzahnverlagerung aufwiesen und Patienten mit zapfenartigen Schneidezähnen neunmal häufiger.

Die genetische Disposition zur Eckzahnretention liegt nach TRAUNER et al. (1961) bei 15% bis 20% der betroffenen Patienten vor. BECKER (1999) schließt eine rein genetische Ätiologie und Pathogenese aus, da in Familien mit einem vermehrten Vorkommen von Eckzahnretentionen gehäuft kleine, zapfenartig geformte oder fehlende seitliche Schneidezähne auftraten. Für diese Phänomene ist Vererbung als verursachender Faktor anzusehen und, da wie oben beschrieben, abnorm geformte seitliche Schneidezähne die Entwicklung von palatinal verlagerten Eckzähnen begünstigen, treten sie häufig in Kombination auf. Dennoch konnte die Chance für einen Eckzahndurchbruch erheblich verbessert werden, wenn benachbarte Milcheckzähne oder dysplastische seitliche Schneidezähne extrahiert wurden.

1.4 Indikation für kieferchirurgisch-kieferorthopädische Einordnung verlagelter Zähne

Um die Indikation für die Einordnung verlagelter Zähne stellen zu können, sind der erforderliche Aufwand, die potentiellen Risiken und der therapeutische Nutzen in Abhängigkeit zur Wertigkeit des einzuordnenden Zahnes zu berücksichtigen (DIEDRICH 1986). Auch sollten die alternativen Therapiemöglichkeiten nicht außer Acht gelassen werden.

MC KAY (1978) u.a. bestätigen eine mit 80% bis 90% sehr hohe Erfolgsaussicht der chirurgischen Elongation bei entsprechender Indikationsstellung und DIEDRICH (1986) sieht bei günstigem Lokalbefund einen Einordnungsversuch als angezeigt, vor allem bei Eckzähnen auf Grund ihrer hohen Wertigkeit.

Der allgemeine Gebissbefund unterscheidet zwischen Wechselgebiss mit physiologischer Durchbruchstendenz und bleibendem Gebiss, das vollbezahnt sein oder Lücken haben kann und ohnedies einen prothetischen Ersatz fordert. Er spielt neben dem Lokalbefund und dem Alter des Patienten für die Differentialtherapie eine entscheidende Rolle (DIEDRICH 1983).

Im Lokalbefund werden die Platzverhältnisse und die Möglichkeiten einer Platzbeschaffung bewertet. Auf einem Röntgenbild sind zusätzlich Durchbruchshindernisse, Lage des retinierten Zahnes, Wurzelform und Nichterhaltungswürdigkeit bzw. Nichtanlagen benachbarter Zähne zu beurteilen.

Bei der zu erwartenden Compliance des Patienten ist das Alter zu berücksichtigen. Ebenso altersabhängig, ist die Gefahr einer Ankylosierung des verlagerten Zahnes im Erwachsenenengebiss erhöht (DIEDRICH 1986).

Dennoch sollten immer in enger Abstimmung mit dem Kieferchirurgen, Prothetiker und Kieferorthopäden alternative therapeutische Möglichkeiten abgewogen werden (KOMPSCH, ANHALT 1987).

BERTEN et al. (1987) fordert die operative Entfernung eines Zahnes, wenn eine orthodontische Einordnung mit einer erheblichen Beeinträchtigung der Okklusion einherginge.

1.5 Therapie

Um ein gutes Behandlungsergebnis zu sichern, sollte die Wahl der chirurgischen Verfahrensweise der Lage des jeweilig verlagerten Zahnes angepasst und mit dem Kieferorthopäden abgestimmt werden. Das operationstechnische Vorgehen wird vor allem von parodontalen Gesichtspunkten bestimmt, da parodontologische Nachuntersuchungen zeigten, dass mit geringem Attachmentverlust und Taschenbildung besonders im Labial- und mesialen Approximalbereich gerechnet werden muss (DIEDRICH (1986), HANSSON, LINDER-ARONSON (1972), WISTH et al. (1976), GAULIS, JOHO (1978), BECKER et al. (1983), KOHAVI et al. (1984), GÖZ et al. (1984)). Es liegen drei Alternativen vor.

1.5.1 Lokale Exzision

Bei der lokalen Exzision des bedeckenden Weich- und Knochengewebes wird der Zahn ohne Lappenbildung freigelegt. Diese Technik findet nur Anwendung bei oberflächlich gelegenen Zähnen, die von keinem oder sehr dünnem Knochen bedeckt sind. Verschiedene Studien zeigten allerdings, dass eine Exzision von Mukosa und Knochen zu den ungünstigsten parodontalen und ästhetischen Spätergebnissen führt (DIEDRICH (1986), GAULIS und JOHO (1978)). Dies ist besonders bei labial verlagerten Zähnen der Fall, da die bewegliche Mukosa während der Elongation nicht die Rolle einer funktionellen Gingiva übernehmen kann und sich häufig in Bewegungsrichtung ein gestauter Gingivawulst, der einer kontinuierlichen Zahnbewegung entgegensteht, entwickelt (DIEDRICH 1986).

1.5.2 Reponierter Mukoperiostlappen (Geschlossene Elongation)

Eine weitere chirurgische Freilegungsalternative ist die von MCBRIDE (1979) vorgestellte Methode der geschlossenen Elongation mittels eines reponierten Schleimhautperiostlappens, die vor allem bei palatinal oder hochlabial verlagerten Zähnen zum Einsatz kommt. Bei dieser Methode eruptiert der Zahn durch die Zone der befestigten Gingiva, die sich dann an den Zahn und den umliegenden Alveolarfortsatz heftet (WATTED et al. 1999 (II)). Hierbei wird nach Mobilisierung eines Mukoperiostlappens nur so viel Knochenkortikalis entfernt, bis der direkt zugängliche Kronenteil des verlagerten Zahnes frei liegt (DIEDRICH 1986). Anschließend wird der Lappen wieder reponiert und mittels Einzelknopfnähten fixiert. CRESCINI et al. (1994) vermutet den Grund für die guten Resultate mit dieser Methode in der Simulation des physiologischen Zahndurchbruchs.

1.5.3 Apikaler Verschiebelappen (Offene Elongation)

Ein weiteres Verfahren der chirurgischen Intervention ist die des apikalen Verschiebelappens oder der offenen Elongation. Diese Methode wurde erstmals von VANARSDALL und CORN (1977) beschrieben. Sie dient vor allem der Einordnung von labial verlagerten Zähnen. Hierbei wird ein trapezförmiger Mukosalappen (split flap) gebildet, das Periost und gegebenenfalls die Knochenlamelle über dem retinierten Zahn entfernt. Anschließend wird der Lappen mit integrierter keratinisierter Gingiva 2-3mm inzisal der Schmelz-Zement-Grenze durch seitliche Periostnähte fixiert. Nach etwa einwöchiger Verbandsbehandlung kann der Kieferorthopäde zu jedem beliebigen Zeitpunkt ein Attachment kleben und den Zahn aktiv extrudieren oder ohne aktive Durchbruchsunterstützung den Durchbruch unter Sicht verfolgen.

1.5.4 Intraoperative Fixation einer Zugvorrichtung

Um postoperativ eine konstante und kontrollierbare Kraft auf den retinierten Zahn ausüben zu können, muss intraoperativ bei der geschlossenen oder zu einem späteren Zeitpunkt bei der offenen Elongation eine Zugvorrichtung an den Zahn angebracht werden. Diese Attachments haben sich auch im Laufe der Zeit weiterentwickelt.

Anfänglich wurde die Umschlingung mittels Lassodrähten durchgeführt. Hierzu musste die Zahnkrone weitestgehend freigelegt werden. Der Draht wurde im Bereich des geringsten Durchmessers, der meist der Schmelz-Zement-Grenze entsprach, um den Zahnhals gebunden. Es kam zu einem erhöhten Risiko parodontaler Schäden wie externen Resorptionen, Ankylosen, Taschenbildung und Attachmentverlust und wird heute als obsolet betrachtet (DIEDRICH 1986, BECKER 1999, SHAPIRA, KUFTINEC 1981).

Eine weitere Variante der Zugvorrichtungen sind die intrakoronale Attachments wie Anschlingung nach Schmelzperforation und Einschrauben oder Zementieren eines Fixationselementes wie parapulpäre Stifte oder Haken. Sie alle führen zu einer dauerhaften Verletzung der Integrität des Schmelzmantels und bergen die Gefahr einer Pulpaeröffnung in sich. Eine anschließende Restauration der Zahnhartsubstanz ist notwendig (DIEDRICH 1986, BECKER 1999).

Auch die Bebänderung bildet eine Möglichkeit und ersetzt weitestgehend die Umschlingung mittels Lasso, fordert aber ebenso wie dieses eine großräumige Freilegung des retinierten Zahnes. Durch die Einführung der Schmelz-Ätz-Technik wurden die oben genannten Methoden hinfällig. Sie bietet die Vorteile einer einfachen Handhabung, einer hohen Haftfestigkeit, einer geringeren Freilegung der Schmelzoberfläche und einer daraus resultierenden verbesserten parodontalen Wundheilung (DIEDRICH 1986, BECKER 1999).

Das am meisten Erfolg versprechende Attachment nach BECKER (1999) ist das Eyelet mit einer Rückseite aus Stahlnetz, dass sich gut an die zu beklebende Oberfläche adaptieren lässt. WATTED et al. (1999 (I)) stellte eine siebenmal so große Beständigkeit der Haftung eines Eyelets bzw. eines hier verwendeten Knöpfchens gegenüber einem Bracket fest. Jedes standardisierte und konfektionierte Bracket ist sehr groß, breit und besitzt ein scharfes, abstehendes Profil. Es ist auf Grund seiner Größe nicht geeignet, auf eine palatinale Fläche geklebt zu werden. Vestibulär besteht die Gefahr einer Penetration der dünnen bukkalen Schleimhaut durch das Profil (WATTED et al. (1999 (II))).

Zur Befestigung des Eyelets bzw. Knöpfchens wird die Schmelzoberfläche üblicherweise 30s mit 30%iger Phosphorsäure angeätzt. Aber auch bei einer einminütigen Einwirkzeit einer 50%igen bzw. einer zweiminütigen Einwirkzeit einer 60%igen Phosphorsäure beträgt die Tiefe der Ättschicht maximal 10-12 μ bzw. 20 μ , ohne dass es zu einer Schädigung der Pulpa führt (LUTZ und BURKKART 1974). Das mit Adhäsiv beschickte Attachment wird auf dem Zahn platziert und ausgehärtet (DIEDRICH 1983, WATTED et al. (1999 (I))). Um eine sichere Übertragung der orthodontischen Kraft zu gewährleisten, wird ein Goldkettchen oder ein ausgeglühter Stahl- oder Messingdraht am Attachment fixiert (WATTED et al. 1999 (I)).

1.6 Kieferorthopädische Einstellung

1.6.1 Fünf Phasen der Einstellung

Nachdem eine Zugvorrichtung angebracht wurde, kann die Einordnung des retinierten Zahnes etwa ein bis drei Tage postoperativ beginnen. Die kieferorthopädische Einstellung erfolgt nach WATTED (1999 (I)) in fünf Phasen.

Die Platzverhältnisse müssen ausreichend sein. Sollte ein Platzmangel vorliegen, muss noch eine kieferorthopädische Lückenöffnung vorgenommen werden, die aber parallel zur ersten Phase der Elongation durchgeführt werden kann (DROSCHL et al. 1977). In dieser Phase wird der Zahn von den Wurzeln benachbarter Zähne wegbewegt. Danach erfolgt in der zweiten Phase die aktive Eruption des Zahnes in Richtung der Kauebene.

In der dritten Phase wird der Zahn überstellt und in den Zahnbogen eingereiht. Anschließend erfolgt in der vierten Phase die Feineinstellung des Zahnes. Den Abschluss bildet eine Retentionsphase.

1.6.2 Kraftgröße und -applikation

Welche Apparatur zur Einstellung des Zahnes auch zum Einsatz kommt, so sollte doch immer eine maximale Kontrolle der orthodontischen Kraft in Größe und Richtung gewährleistet und möglichst frei von unerwünschten Nebeneffekten für die Verankerungszähne sein (WATTED et al. 1999 (I)). REITAN (1967) hält eine maximale Kraft zum Zwecke der Extrusion mit 30g für eine Einzelzahnbewegung für völlig ausreichend.

TRÄNKMANN (1980) erachtet übermäßige orthodontische Vertikalbelastungen als Ursache von Wurzelrarefikationen. Er befürwortet daher eher die spontane Vertikalentwicklung durch einen artifiziellen Kanal, der offen gehalten werden muss. WATTED (1999 (I)) empfiehlt eine Kraftgröße von 30g bis 60g, die nicht überschritten werden sollte, da ein Bewegungsstillstand bis hin zu Resorptionen mit nachfolgendem Knochenersatz und Ankylosen eintreten könnte.

DIEDRICH (1986) erlaubt sogar eine Größe bis 80g. Als Kraftquelle dienen entweder aktivierbare Drahtschlaufen oder Gummizüge, die sich intra- oder intermaxillär verankern können.

1.6.3 Verschiedene Apparaturen zur Behandlung verlagelter Zähne

Bei der Wahl der Behandlungsgeräte herrschen unterschiedliche Meinungen. DROSCHL et al. (1977) verwenden in erster Linie Multibandapparaturen, da ihrer Meinung nach damit Bewegungen rasch und zielstrebig durchgeführt werden können und die Behandlungszeit kurz gehalten werden kann.

KOMPSCH und ANHALT (1987) leiten zunächst jede Mobilisation mit einer Mobilisationsplatte ein, bis der Zahn nahezu die Okklusionsebene erreicht hat. Dies hat ihrer Meinung nach den Vorteil, dass sich die reziproken Kräfte nicht direkt auf die Nachbarzähne auswirken, sondern über die gesamte Zahnreihe und den Gaumen abgefangen werden. Die anschließende Feineinstellung führen auch sie mit einer Multibandapparat durch.

DIEDRICH (1986) sieht die Verwendung von herausnehmbaren Geräten vor allem zur Elongation von unkompliziert verlagerten, nicht tordierten Zähnen indiziert und für eine Testbehandlung bei Unsicherheiten bezüglich der Einordnung. Festsitzende Behandlungsgeräte sind für ihn vor allem bei komplizierten Einordnungsmaßnahmen angezeigt, da sich kontinuierliche richtungsfixierte Kräfte applizieren lassen und Feinkorrekturen der Zahnstellung durchgeführt werden können.

WATTED (1999 (I)) empfiehlt eine andere apparative Variante, die in der Würzburger Poliklinik für Kieferorthopädie verwendet wird. Sie ist eine Kombination von Kraftelementen, die palatinal und vestibulär angebracht wird und besonders effektiv ist, da alle Zahnbewegungen zu jedem Zeitpunkt in allen drei Raumebenen kontrolliert durchgeführt werden können (WATTED, TEUSCHER 2004).

In jüngster Zeit jedoch wird das Therapiespektrum zusätzlich durch osseointegrierte Implantate mit rein orthodontischen Verankerungsaufgaben zukunftsweisend bereichert. Hierbei können meist unerwünschte Nebenwirkungen konventioneller, complianceabhängiger intra- und extraoraler Verankerungshilfen vermieden werden und Behandlungszeiten bei verbesserter Ästhetik meist verkürzt werden. Die Belastung für den Patienten während der Insertion von Ortho-Implantaten für den temporären Einsatz im medianen Gaumen können durch minimalinvasive Eingriffe relativ gering gehalten werden. Nach einer sechs- bis zwölfwöchigen Einheilphase kann das positionsstabile Miniimplantat als Verankerungshilfe zur Elongation retinierter und verlagertes Zähne herangezogen werden (WEHRBEIN et al. (1996(I)), WEHRBEIN et al. (1996(II)), METZLER (1998), GLATZMAIER (2000), SLIWOWSKA, MIETHKE (2001), FRITZ et al. (2003(I)), FRITZ et al. (2003(II))).

1.7 Folgen einer nicht behandelten Verlagerung

Sollte ein retinierter und verlagerter Zahn unbehandelt bleiben, kann er auf der einen Seite bis ans Lebensende des Patienten ohne Schwierigkeiten zu bereiten im Kiefer verweilen, auf der anderen Seite kann er aber Komplikationen mit sich bringen, die Auswirkungen auf das gesamte stomatognathe System haben (BISHARA et al. 1976)

Es kann z. B. zu einem ektopischen Durchbruch des verlagerten Zahnes kommen. Wanderungen der benachbarten Zähne, Lückenverengung, Mittellinienverschiebung, Verkürzung des Zahnbogens, interne wie externe Resorptionen des verlagerten Zahnes sowie Wurzelresorptionen benachbarter Zähne sind weitere mögliche Folgen.

Infektionen von teilretinierten Zähnen können Schmerzen, ja sogar Kieferklemmen verursachen und follikuläre Zysten dieser Zähne können zu Ameloblastomen mit bekannten Folgen entarten (BISHARA et al. 1976, WATTED et al. 1999, VAN BEEK 2002).

Somit ist ein Belassen der retinierten Zähne auf Grund der potentiellen pathologischen Folgen meist nicht indiziert (DIEDRICH 1986).

Dies sollte jedem Zahnarzt die Bedeutung der Überwachung des korrekten Zahnwechsels im Zuge der routinemäßigen Kontrolle verdeutlichen und ihn dazu veranlassen, bei Diagnosestellung einer Retention und Verlagerung eine Therapie rechtzeitig einzuleiten (WATTED et al. 1999 (I)).

2. Methodik

2.1 Datenbasis

Im Rahmen dieser Studie wurden die Daten von 124 Patienten, die durch die behandelnden Kieferorthopäden auf Grund eines oder mehrerer verlagerter Zähne in eine kieferchirurgische Praxis überwiesen wurden, statistisch ausgewertet.

Der Untersuchung liegen die Krankenunterlagen der Patienten zu Grunde, bei denen im Zeitraum von November 1995 bis Februar 2001 eine chirurgische Freilegung eines oder mehrerer retinierter und verlagerter Zähne durchgeführt wurde. Die Auswertung erfolgte anhand der kieferorthopädischen Unterlagen und der Karteikarten der kieferchirurgischen Praxis.

181 Patienten von 22 Kieferorthopäden der Region konnten evaluiert werden. Diese Kieferorthopäden wurden angeschrieben, um Einsichtnahme in die von ihnen erstellten kieferorthopädischen Unterlagen zu nehmen. Ausschlusskriterien waren unvollständige Karteikarteneinträge und Dokumentationen, nicht abgeschlossene kieferorthopädische Behandlungen und Wechsel des Kieferorthopäden während der Behandlung. Diese wurden aussortiert und aus der Studie ausgeschlossen. Damit reduziert sich die Patientenzahl auf 124.

Den Krankenunterlagen des Kieferchirurgen konnte der Freilegungszeitpunkt, der Verlagerungsort, die Wahl des chirurgischen Zugangs und die Freilegungsmethode entnommen werden.

Anhand der kieferorthopädischen Unterlagen sind Ausmaß der Verlagerung, Behandlungsmethode und –dauer und Ergebnis der Einstellung entnommen.

Die kieferorthopädischen Unterlagen bestanden aus Röntgenunterlagen, Karteikarteneinträgen sowie Ausgangs-, Situations- und Abschlussmodellen. Aus dem Orthopantomogramm (OPG) war die Achsenneigung des verlagerten Zahnes zur Okklusionsebene ersichtlich, im Fernröntgenseitenbild (FRS) konnte bei Verlagerung eines Frontzahnes der Ort der Verlagerung festgestellt werden.

Die Modellanalyse diente der Beurteilung des Einordnungserfolges eines Zahnes in den Zahnbogen.

124 Patienten wurden für einen Nachuntersuchungstermin in der kieferchirurgischen Praxis angeschrieben. 41 Patienten konnten im weiteren Verlauf der Studie klinisch nachuntersucht werden.

2.2 Patientengut

Das so vorhandene Patientengut ist in zwei Gruppen geteilt worden. Die eine Gruppe stellt die Archivgruppe mit 124 Patienten dar, die andere die Nachuntersuchungsgruppe mit 41 Patienten. Die Daten der Archivgruppe wurden anhand der Unterlagen erhoben. Die bei den nachuntersuchten Patienten erhobenen Befunde bildeten die Grundlage für die Nachuntersuchungsgruppe.

2.3 Statistische Auswertung

Für jeden Patienten der Archivgruppe wurde ein Erhebungsbogen ausgefüllt. Dieser bestand aus den Patientendaten mit einer lokalen Anamnese, einem Röntgenbefund, in dem die Art und das Ausmaß der Verlagerung näher bestimmt wurde, aus einem Modellbefund, in dem Ausgangs- und Endsituation beurteilt werden konnten, aus einem parodontalen Befund sowie aus Behandlungsdauer und -methode. Zum Vergleich der Ergebnisse wurden die entsprechenden Befunde des nicht betroffenen Zahnes im gegenüberliegenden Quadranten desselben Kiefers aufgenommen. Lag eine beidseitige Verlagerung vor, wurden die benachbarten Zähne der betroffenen Zähne als Referenz herangezogen. Alle Daten wurden in einer eigens hierfür erstellten Microsoft Excel-Datenbank gespeichert.

Pat.-Nr.: **Name:** **geb.:** **Zahn:**

Behandelnder Kieferorthopäde:

Evtl. weiterbehandelnder Kieferorthopäde:

Initiator der Therapie:

I. Anamnese:

- Durchbruchsstörungen
 - Platzmangel
 - enge Keimlage
 - mechan. Durchbruchshindernis (Zahnverwachsung, Zyste, Mesiodens, Odontom etc.)
 - Trauma
 - Karies / frühzeitiger Milchzahnverlust
- Genetische Faktoren (vererbt)
- Vorerkrankungen (Chemo, Radiatio)
- Dentition normal verfrüht verspätet

II. Röntgenbefund

- Alle Zähne angelegt ja / nein
- Alle Zähne altersgemäß entwickelt ja / nein
- Wurzelentwicklung vor Behandlung
 - 1/3 Länge 2/3 Länge komplette Länge Apex geschlossen
- Wurzelentwicklung nach Behandlung
 - 1/3 Länge 2/3 Länge komplette Länge Apex geschlossen
- Wurzelentwicklung im Vgl. zur Ausgangssituation
 - keine oberflächlich bis zu 1/3 bis zu _____
- Unterminierende Resorption durch verlagerten Zahn ja / nein
- ➔ wenn ja, unterminierende Resorption des Zahnes / der Zähne _____
- Lage der Zahnes:
 - vestibulär
 - palatinal
 - zentral
- Art der Verlagerung:
 - horizontal schräg senkrecht
- Winkel gemessen zur OK-Ebene: _____

VI Sonstiger Befund

Beginn der kieferorthopädischen Behandlung _____

Behandlungsdauer _____

Beginn der kieferorthopädischen Behandlung nach der chirurg. Freilegung _____

Dauer der Einstellung des Zahnes: _____

Anzahl der kieferorthopädischen Behandlungstermine: _____

Behandlung abgeschlossen ja / nein

Behandlungserfolg: o sehr gut (keine Rotation/Kippung, Kontakt zum Antagonisten)
 o gut (leichte Kipp- u. Drehstellung, funktionell nutzbar)
 o mäßig (ästhetisch u. funktionell unbefriedigend)
 o Misserfolg (nicht einstellbar und später extrahiert)

Art der zur Einstellung des Zahnes verwendete Apparatur
o herausnehmbar o ausschließlich festsitzend o Kombination beider

VII. Chirurgische Anamnese

Datum der OP: _____

Nahtentfernung _____ Tage post OP

Art der Freilegungsmethode o offen o geschlossen

Datum einer evtl. Revision _____

Freilegungsmethode bei Revision o offen o geschlossen

2.3.1 Erhebungsbogen

Die lokale Anamnese konnte mit Hilfe mehrerer Parameter erhoben werden. Zu diesen Parametern zählten Platzmangel, enge Keimlage, mechanisches Durchbruchshindernis, welches sich wiederum in Milchzahnpersistenz, Zysten, Mesiodents, Odontom, überzählige Zahnanlage und Ankylose unterteilte. Weiterhin wurde nach Traumen, Karies bzw. frühzeitigem Milchzahnverlust und genetischen Faktoren selektiert. Die Dentition wurde beurteilt nach physiologisch, verfrüht oder verspätet.

Um Art und Ausmaß der Durchbruchsstörung zu beurteilen sind die jeweiligen Zahngruppen nochmals durch ihren Ort der Verlagerung unterteilt:

- I. vestibulär
- II. palatinal
- III. zentral

Die vestibuläre bzw. palatinale Verlagerung konnte anhand der Aufzeichnungen der Behandler in den Karteikarten, sowie anhand der Fotodokumentationen, der Röntgenbilder (Orthopantomogramm und Fernröntgenseitenbild) und der Modelle festgestellt werden.

Die zentrale Verlagerung definiert die Lage eines Zahnes, der sich zwar achsengerecht und in physiologischer Lage bezüglich des Alveolarkammes befindet, dessen Vertikalentwicklung jedoch schon wesentlich weiter in Richtung Okklusalebene vorangeschritten sein müsste.

Im Röntgenbefund wurde die Anlage aller Zähne geprüft und das Stadium der Wurzelentwicklung vor Behandlungsbeginn beschrieben und festgehalten. Hierzu wurde die Länge der Wurzel bei Therapiebeginn im Verhältnis zur erwarteten Gesamtlänge der Wurzel in Drittelschritten bis zum vollständig verschlossenen Apex unterteilt.

Die Art der Verlagerung wurde anhand des zu Behandlungsbeginn angefertigten Orthopantomogrammes festgestellt und die Achsenneigung der Zähne zu Therapiebeginn nach DAUSCH-NEUMANN (1970) festgelegt.

Im Oberkiefer wurden die disto-bukkalen Höckerspitzen der oberen Molaren miteinander verbunden, die Achse der verlagerten Zähne eingezeichnet und der proximale Winkel zwischen der Achse des verlagerten Zahnes und der Molarenverbindungslinie mit Hilfe eines Winkelmessers gemessen. Im Unterkiefer wurden analog die disto-bukkalen Höckerspitzen der 1. Molaren verbunden und ebenfalls die Achse der verlagerten Zähne eingezeichnet und deren Winkel gemessen. Bezüglich der Achsenneigung der verlagerten Zähne erfolgte die Einteilung in drei Gruppen:

- I. Winkel $< 30^\circ$: horizontal verlagerte Zähne
- II. Winkel zwischen 30° und 75° oder $> 105^\circ$: schräg verlagert
- III. Winkel der Achsenneigung von mehr als 75° und kleiner als 105° : senkrecht verlagert.

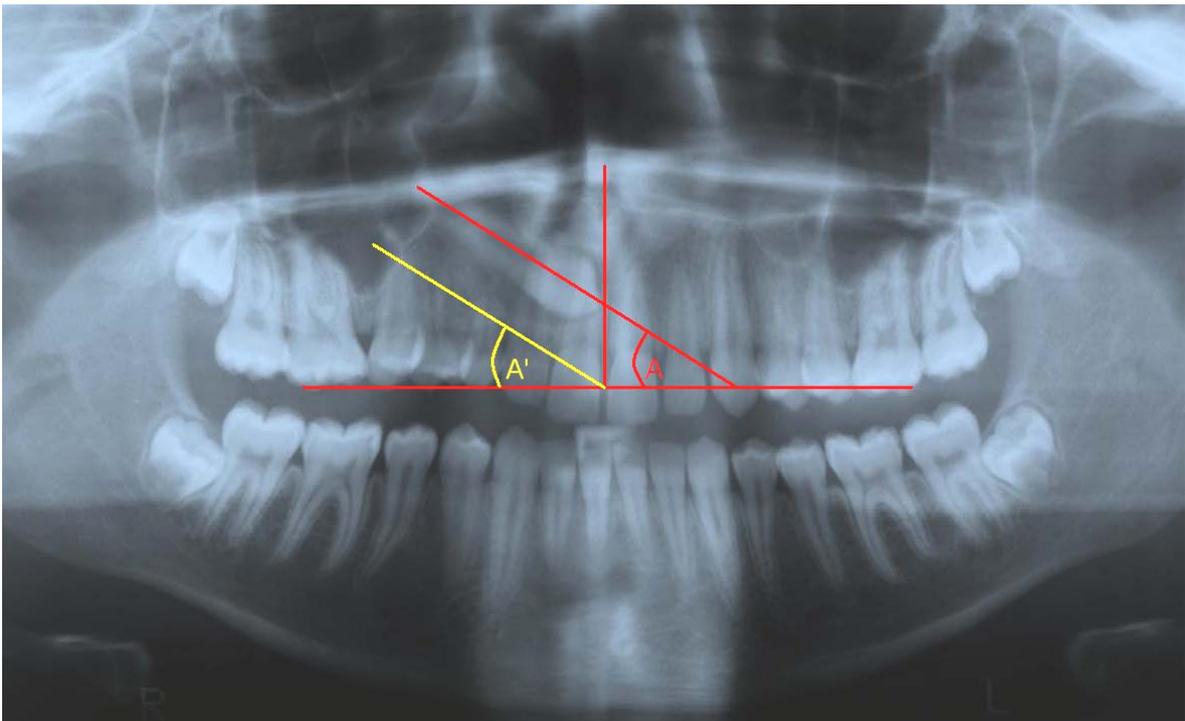


Abb 1.:

Messung der Achsenneigung eines verlagerten Zahnes 13 anhand eines Orthopantomogrammes

Am Ausgangsmodell wurden die Platzverhältnisse vor Therapiebeginn bestimmt.

Therapiemaßnahmen konnten anhand der Karteneinträge der kieferorthopädischen Unterlagen dokumentiert und chronologisch ausgewertet werden. Es wurden der Beginn und die Dauer der kieferorthopädischen Behandlung festgehalten und der Zeitpunkt, wann nach der chirurgischen Freilegung wieder mit der kieferorthopädischen Behandlung begonnen wurde. Des Weiteren wurde der Zeitraum erfasst, wie lange es nach chirurgischer Freilegung gedauert hat, bis der Zahn vollständig eingestellt war, und ob es zu einem Behandlungsabschluss kam.

Bei den kieferorthopädischen Apparaturen, welche zur Einstellung der Zähne zum Einsatz kamen, erfolgte die Einteilung wie folgt:

- I. herausnehmbar
- II. ausschließlich festsitzend
- III. einer Kombination aus beiden

Zusätzlich wurde die Anzahl der Behandlungstermine zwischen chirurgischer Freilegung und der Einstellung des Zahnes bewertet.

2.3.2 Behandlungsergebnis

Das Behandlungsergebnis wurde durch die zu Behandlungsabschluss erstellten Befunde bewertet.

Am Abschlussröntgenbild konnte die Wurzelentwicklung nach Behandlungsende beurteilt werden. Wie bei Behandlungsbeginn wurde die Wurzellänge in Drittelschritten bis zum vollständigen Verschluss des Apex im Vergleich der zu erwartenden Wurzellänge beurteilt. Bei Gegenüberstellung mit der Ausgangssituation konnte eine evtl. vorhandene Veränderung hinsichtlich der Länge festgestellt werden.

War die Wurzel des verlagerten Zahnes kürzer als die Ausgangssituation, wurde dies als Hinweis auf eine stattgefundene Wurzelresorption gewertet.

Resorptionen wurden unterteilt in:

- I. keine Veränderung
- II. oberflächlich
- III. bis zu 1/3

Ebenso wurden Resorptionen an Nachbarzähnen, verursacht durch einen verlagerten Zahn, erfasst und bewertet.

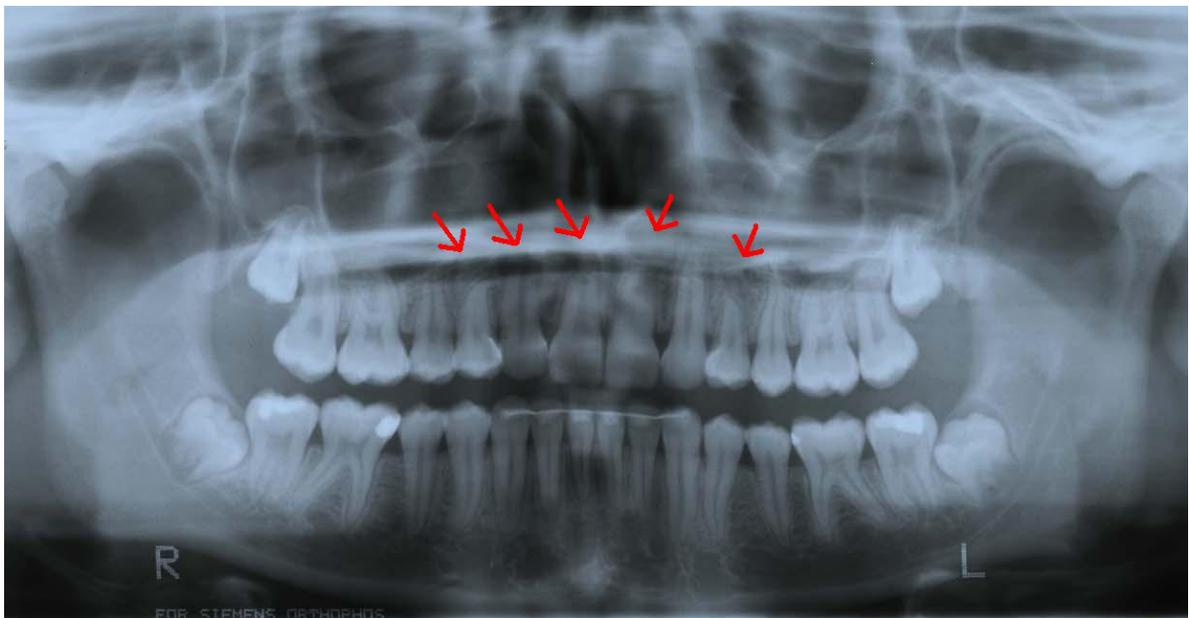


Abb. 2:

Multiple Resorptionen nach Einstellung der retinierten und verlagerten Zähne 14/24, 13/23 und 37/47 bei Nichtanlage von 12/22.

Die Unterteilung der Zahnform anhand der Situationsmodelle bei Behandlungsabschluss der Kieferorthopäden erfolgte in drei Gruppen:

- I. physiologische Zahnform
- II. leichte Deformationen
- III. vollständig dysplastisch

Darüber hinaus wurde die Funktionsfähigkeit des Zahnes, seine langfristige Einplanung und die Okklusion nach Therapieabschluss festgestellt.

Die Kriterien zur Beurteilung des Behandlungserfolges waren:

- I. sehr guter Behandlungserfolg: keinerlei Rotationen oder Kippungen der eingestellten Zähne und Kontakt zum Antagonisten
- II. guter Behandlungserfolg: leichte Kippungen und Drehstellungen der eingestellten Zähne, aber funktionell nutzbar
- III. mäßiger Behandlungserfolg: Ergebnis ästhetisch und funktionell unbefriedigend
- IV. Misserfolge: Einstellung der Zähne in den Zahnbogen unmöglich und spätere Extraktion



*Abb. 3:
sehr guter Behandlungserfolg*



*Abb. 4:
Misserfolg (Zustand nach Extraktion
des Zahnes 13 und anschließendem
Lückenschluss)*

Die kieferorthopädischen und kieferchirurgischen Karteikarteneinträge gaben Auskunft über eine evtl. notwendige Revision der chirurgischen Freilegung mit Zeitpunkt, Art des durchgeführten chirurgischen Eingriffes und Revisionsgrund.

2.3.3 Nachuntersuchung

Die Befunde der Ausgangssituation, die Behandlungsmethode und das Behandlungsergebnis wurden als Grundlage für die Nachuntersuchungsgruppe herangezogen, da diese einen Teil der Archivgruppe darstellten. Es wurden bei jedem nachzuuntersuchenden Patienten ein ausführlicher klinischer Befund erhoben und zum späteren Vergleich mit den Ergebnissen der Archivgruppe sowohl intra- und extraorale Fotoaufnahmen sowie Orthopantomogramme angefertigt.

Die Beurteilung der parodontalen Verhältnisse unterlag verschiedenen Parametern. An sechs Stellen des Zahnes (mesio-bukkal, bukkal, disto-bukkal, mesio-lingual, lingual und disto-lingual) wurde mit Hilfe einer Parodontalsonde die Taschentiefe sondiert. Dabei auftretende Blutungen auf Sondierung (BAS) wurden festgehalten und zur Berechnung des PBI (Papillen-Blutungs-Index) nach SAXER und MÜHLEMANN (1975) herangezogen. Des Weiteren konnten anhand des Plaque-Index (PI) nach SILNESS und LÖE (1964) die Plaqueverhältnisse im Bereich des Gingivarandes erfasst werden.

Definition und Gradeinteilung des PI:

- Grad 0: bei Inspektion und Sondierung keine Plaque nachweisbar
- Grad 1: dünner Plaquefilm am Gingivarand, der nur durch Sondierung erkennbar wird
- Grad 2: mäßige Plaques, die mit bloßem Auge entlang des Gingivarandes erkennbar sind; die Interdentalräume sind dennoch frei
- Grad 3: viel Plaque am Gingivarand und Interdentalräume sind mit Plaque gefüllt

Ebenso wurde der Gingiva-Index (GI), ebenfalls nach SILNESS und LÖE (1963), zur Erfassung und Bewertung der gingivalen Entzündungen herangezogen. Der GI wird an vier Stellen erfasst und in folgende vier Grade aufgeteilt:

- Grad 0: normale Gingiva, keine Entzündungen, keine Verfärbungen und keine Blutung
- Grad 1: geringe Entzündung, leichte Farbveränderung, aber ohne Blutung
- Grad 2: Vorliegen einer mäßigen Entzündung, ödematösen Rötung und Blutung auf Sondierung
- Grad 3: starke Entzündung mit Rötung, Schwellung, Ulzerationen und einer Tendenz zur Spontanblutung

Weiterhin wurde die Breite der befestigten Gingiva, die durch eine Distanzmessung zwischen Gingivarand und der mukogingivalen Grenze abzüglich der Taschensondierungstiefe mittels einer Parodontalsonde bestimmt (Müller 2001). Falls vorhanden, wurden Rezessionen bzw. Dehissenzen des freigelegten Zahnes sowie des Vergleichzahnes gemessen und dokumentiert.



Abb. 5:

*Rezession
(entzündungsfreie
Rückbildung des
Parodonts (DGP
1987)) gemessen
von der Schmelz-
Zementgrenze bis
zum Gingivalsulcus
in mm*

Durch die Testung der thermischen Sensibilität mittels Kälte (Provotest®) konnten die Zähne unterteilt werden in:

- I. Vitalität sofort feststellbar
- II. verzögerte Reaktion
- III. keine Reaktion

Die Zahnfarbe wurde im Vergleich mit dem Zahn der Gegenseite intraoral bestimmt und unterteilt in:

- I. keine farbliche Veränderung
- II. dunkleres Erscheinungsbild

2.4 Statistische Datenverarbeitung

Zur Verwaltung und Auswertung der Daten wurde eine Microsoft-Excel-Datenbank angelegt. Die statistischen Berechnungen fanden mit Hilfe von SPSS für Windows, Version 12.0.2 statt.

Mit den unten aufgeführten statistischen Tests wurden Hypothesen überprüft und Annahmen in einem statistischen Modell analysiert.

| Test | Anwendungsgebiet |
|---|---|
| Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstest nach Pearson | Test zur Prüfung zweier oder mehrerer qualitativer Merkmale auf ihre Unabhängigkeit |
| Exakter Test nach Fischer | Test auf Unabhängigkeit in einer 2x2-Kreuztabelle ohne die notwendigen Bedingungen des Chi-Quadrat-Tests (v. a. bei kleinen Mengen) |
| Wilcoxon-Test | Nicht parametrischer Test zum Vergleich zweier verbundener Stichproben quantitativer Merkmale |
| Mann-Whitney-Wilcoxon-Test (U-Test) | Nicht parametrischer Test zum Vergleich zweier unverbundener Stichproben quantitativer Merkmale |
| Kruskal-Wallis-Test | Erweiterung und Verallgemeinerung des Mann-Whitney-Wilcoxon-Tests auf mehr als zwei Stichproben |

Häufigkeiten bestimmter Merkmale wurden sowohl in Form einer Zahl als absolute Häufigkeiten als auch in Form von Quotienten (%) als relative Häufigkeiten angegeben. Metrische Daten konnten als arithmetisches Mittel (Durchschnitt), aber auch als Minimum und Maximum angegeben werden. Zeitintervalle unterlagen derselben Einteilung.

3. Ergebnisse

Die Unterlagen der 124 ausgewählten Patienten, bei denen ein oder mehrere Zähne zwischen 1995 und 2001 in der kieferchirurgischen Praxis chirurgisch freigelegt wurden, wurden retrospektiv für diese Studie ausgewertet und analysiert. Diese Gruppe stellt die Archivgruppe dar.

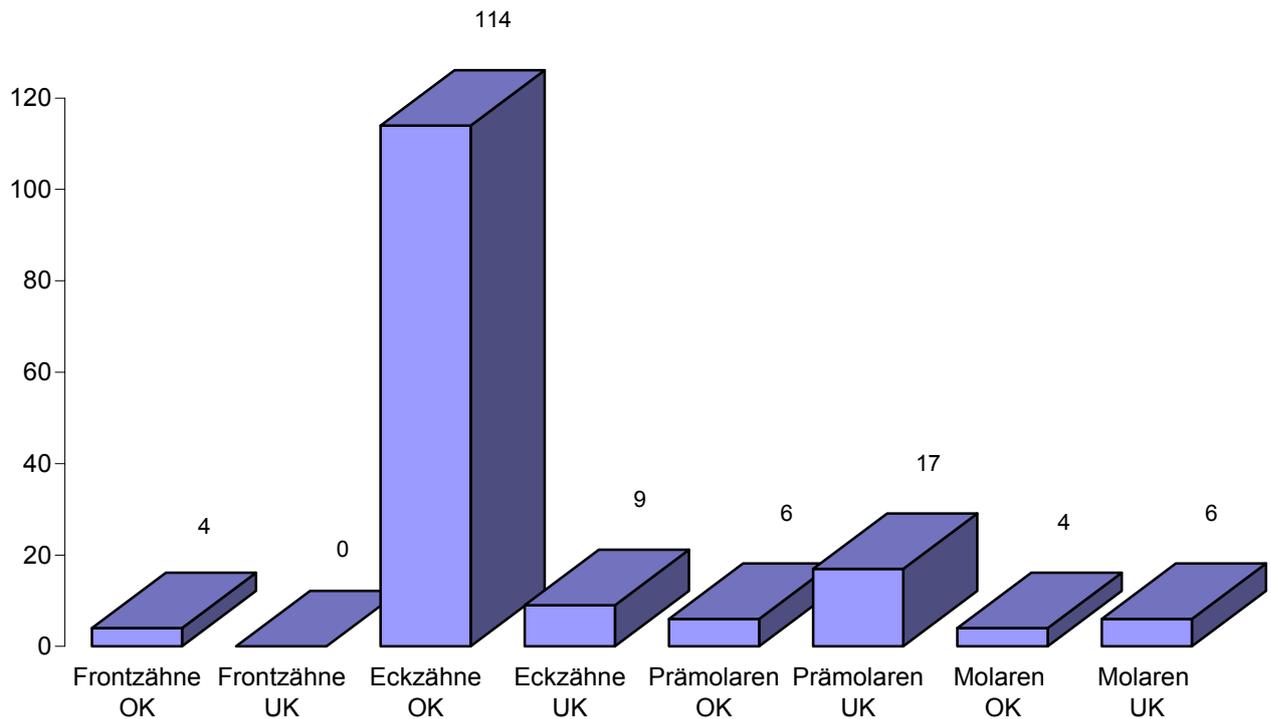
3.1 Geschlechtsverteilung

Insgesamt wurden 57 männliche und 67 weibliche Patienten mit 160 retinierten und verlagerten Zähnen in die Studie aufgenommen. Somit liegt eine Geschlechtsverteilung von 1:1,2 vor.

| <i>Geschlecht</i> | <i>%</i> | <i>Datenbasis</i> |
|-------------------|----------|-------------------|
| männlich | 46 | 57 |
| weiblich | 54 | 67 |
| Gesamt | 100 | 124 |

Die Patienten waren zum Zeitpunkt der chirurgischen Freilegung durchschnittlich 14 Jahre und zwei Monate alt und befanden sich bis zum Zeitpunkt der OP bereits durchschnittlich ein Jahr und zehn Monate in kieferorthopädischer Behandlung.

3.2 Verteilung der verlagerten Zähne



Die Verteilung der nachzuuntersuchenden Zähne der Archivgruppe (124 Patienten mit 160 verlagerten Zähnen) stellt sich wie folgt dar:

Bei den Frontzähnen im Oberkiefer wurde zweimal der Zahn 21 statistisch erfasst. Bei einem Patienten waren die Zähne 21 und 12 verlagert und retiniert.

69 Patienten hatten einseitig verlagerte Eckzähne im Oberkiefer, davon waren 38mal der Zahn 13 und 31mal der Zahn 23 betroffen. 19 Patienten hatten beidseitig verlagerte Canini im Oberkiefer. Im Unterkiefer hatten acht Patienten einseitig verlagerte Eckzähne; davon war einmal der Zahn 33 und sechsmal der Zahn 43 betroffen. Ein Patient hatte beidseitig verlagerte Canini im Oberkiefer und zusätzlich einen verlagerten Zahn 33.

Bei den Prämolaren im Oberkiefer war bei zwei Patienten der Zahn 15 verlagert. Im Unterkiefer war der Zahn 34 einmal, der Zahn 35 fünfmal, der Zahn 44 einmal und der Zahn 45 dreimal verlagert. Zwei Patienten hatten beidseitig verlagerte zweite Prämolaren im Unterkiefer. Ein Patient hatte einen verlagerten 13 und einen verlagerten 14 und bei einem Patienten waren die Zähne 33 und 34 verlagert.

Bei einem weiteren Patienten waren die Zähne 13 und 35 verlagert, ebenso bei einem Patienten die Zähne 25 und 34.

Bei den Oberkiefermolaren waren bei einem Patienten beidseitig die zweiten Molaren verlagert und bei einem Patienten beide Weisheitszähne. Im Unterkiefer war einmal der Zahn 37, einmal der Zahn 47 und einmal der Zahn 48 verlagert. Ein Patient hatte einen verlagerten Zahn 23 und einen verlagerten Zahn 47.

Eine Patientin hatte sechs retinierte und verlagerte Zähne: beidseitig verlagerte Eckzähne im Oberkiefer sowie beidseitig verlagerte erste Prämolaren und beidseitig verlagerte zweite Molaren im Unterkiefer.

| Patienten | Frontzähne OK | | Eckzähne OK | | Eckzähne UK | | Prämolaren OK | | | | Prämolaren UK | | | | Molaren OK | | | | Molaren UK | | |
|------------|---------------|----------|-------------|-----------|-------------|----------|---------------|----------|----------|----------|---------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|
| | 12 | 21 | 13 | 23 | 33 | 43 | 14 | 15 | 24 | 25 | 34 | 35 | 44 | 45 | 17 | 18 | 27 | 28 | 37 | 47 | 48 |
| 2 | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 38 | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | X | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | X | | X | | | | | | | | |
| 1 | | | X | | | | X | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | X | | | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | X | | | | | | X | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | X | X | | | | | | | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | X | | X | | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| 1 | | | | X | | | | | | | | | | | | | | | | X | |
| 1 | | | X | X | | | X | | X | | | | | | | | | | X | X | |
| 124 | 1 | 3 | 61 | 53 | 3 | 6 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 8 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 |
| | 4 | | 114 | | 9 | | | 6 | | | 17 | | | | 4 | | | | 6 | | |

3.2.1 Klinisch nachuntersuchte Zähne

Die 59 nachuntersuchten Zähne der 41 Patienten der Nachuntersuchungsgruppe gliedern sich wie folgt: 43 Eckzähne (22mal Zahn 13, 18mal Zahn 23, dreimal 43) 8 Prämolaren (zweimal 14, einmal 15, einmal 24, zweimal 35, einmal 44, einmal 45) und 8 Molaren (einmal 17, einmal 18, einmal 27, einmal 28, einmal 37 und dreimal 47).

3.2.2 Unterteilung in Zahngruppen

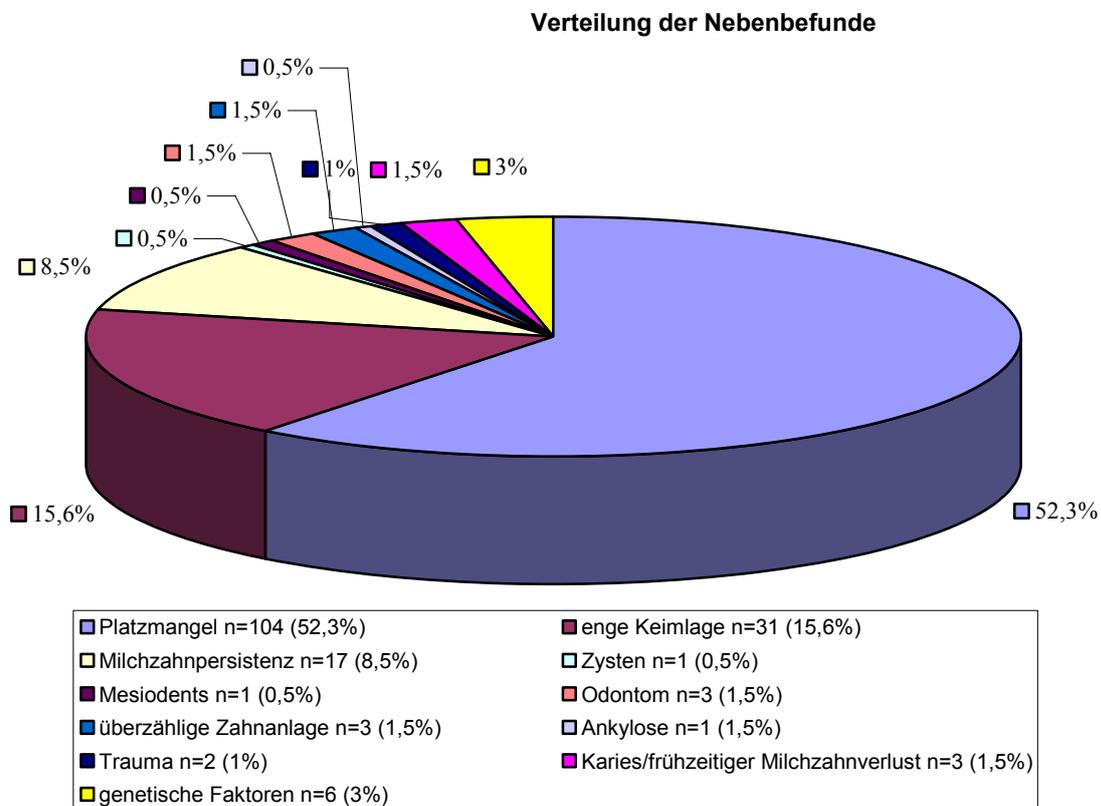
Für die Auswertungen wurden sieben Gruppen eingerichtet, sowohl in der Archivgruppe als auch später in der Nachuntersuchungsgruppe:

- I. Oberkieferfrontzähne
- II. Eckzähne im Oberkiefer
- III. Eckzähne im Unterkiefer
- IV. Prämolaren im Oberkiefer
- V. Prämolaren im Unterkiefer
- VI. Molaren im Oberkiefer
- VII. Molaren im Unterkiefer

3.3 Nebenbefunde

Die Verteilung der Nebenbefunde stellt sich wie folgt dar, wobei mehrere Befunde bei einem Patienten möglich waren. Zusätzlich konnten insgesamt bei 33 der 124 Patienten (26,6%) Nichtanlagen festgestellt werden, wovon in 65% der Fälle die Weisheitszähne betroffen waren. Bei 14 (11,3%) der 124 Patienten waren andere Zahnanlagen agenetisch.

In 18,8% der Fälle waren die zweiten unteren Molaren nicht angelegt. In 4,7% der Fälle waren die seitlichen Schneidezähne nicht angelegt.

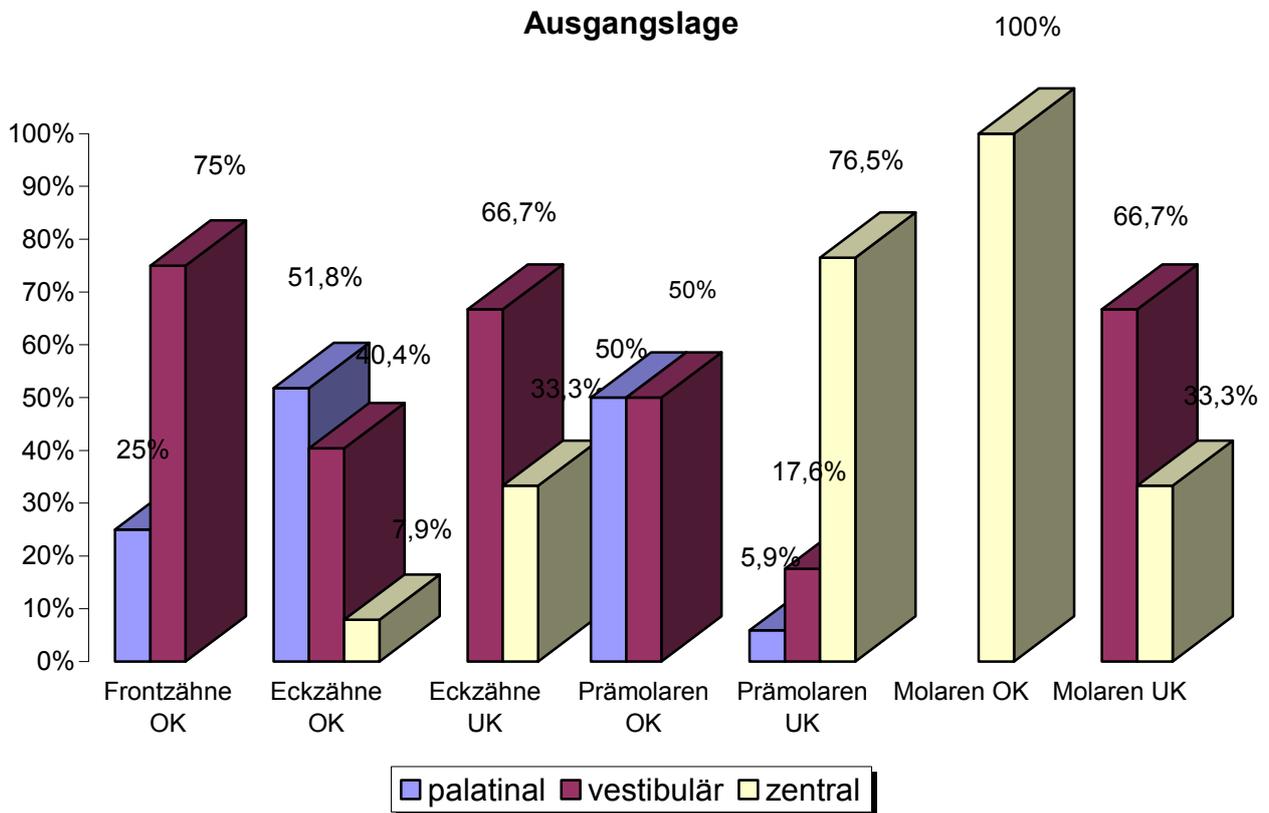


3.4 Verlagerung

3.4.1 Ausgangslage

Anhand der Anfangsunterlagen ließen sich die Ausgangslagen der einzelnen retinierten und verlagerten Zähne für jede Gruppe ermitteln. 75% der Oberkieferfrontzähne, 67% der Eckzähne im Unterkiefer, 67% der Prämolaren im Oberkiefer und ebenfalls 67% der Molaren im Unterkiefer lagen vestibulär. Die Zähne in der Gruppe der Prämolaren im Unterkiefer lagen zu 77% und in der Gruppe der Molaren im Oberkiefer zu 100% zentral.

In der Gruppe der Oberkiefer Eckzähne hielten sich die palatinalen (52%) und die vestibulären (40%) Verlagerungen die Waage, die zentrale Verlagerung lag bei 8%.



Eine statistische Signifikanz der Lage der Zähne innerhalb der einzelnen Zahngruppen lag auf Grund der sehr unterschiedlichen Verteilung der Zähne nicht vor.

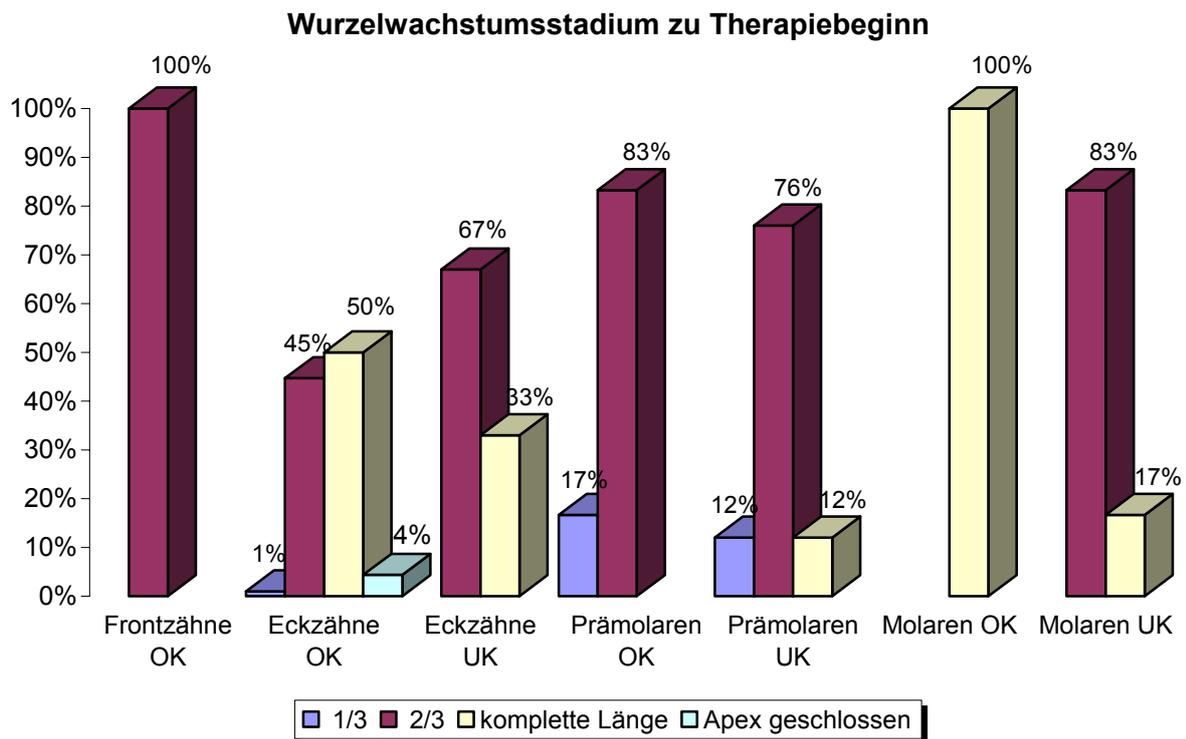
3.4.2 Achsenneigung

Die Achsenneigungen der betroffenen Zähne bezogen auf die Okklusalebene stellten sich in den einzelnen Gruppen der betroffenen Zähne wie folgt dar:

| | Senkrecht | Mittelwert | Schräg | Mittelwert | Horizontal | Mittelwert |
|-------------------------------|-----------|------------|--------|------------|------------|------------|
| Frontzähne OK (I) | | | 50% | 58° | 50% | 0° |
| Eckzähne OK (II) | 17,5% | 82° | 78% | 52° | 5% | 6,6° |
| Eckzähne UK (III) | 33% | 84° | 55,6% | 56° | 11% | 20° |
| Prämolaren OK (IV) | 16,5% | 87° | 67% | 120° | 16,5% | 27° |
| Prämolaren UK (V) | 70,6% | 90° | 23,5% | 112° | 6% | 0° |
| Molaren OK (VI) | 100% | 86,5° | | | | |
| Molaren UK (VII) | 33 | 75° | 67% | 48° | | |

3.5 Wurzelwachstum zu Therapiebeginn

Das Wurzelwachstum war bei 2,5% aller Zähne zu 1/3 entwickelt. Bei 51,9% aller Zähne konnte das Wurzelwachstum als 2/3 der zu erwartenden Wurzellänge beurteilt werden. Die komplette zu erwartende Länge hatten 42,5% erreicht und 3,1% der Zähne hatten die komplette Länge bei geschlossenem Apex entwickelt.

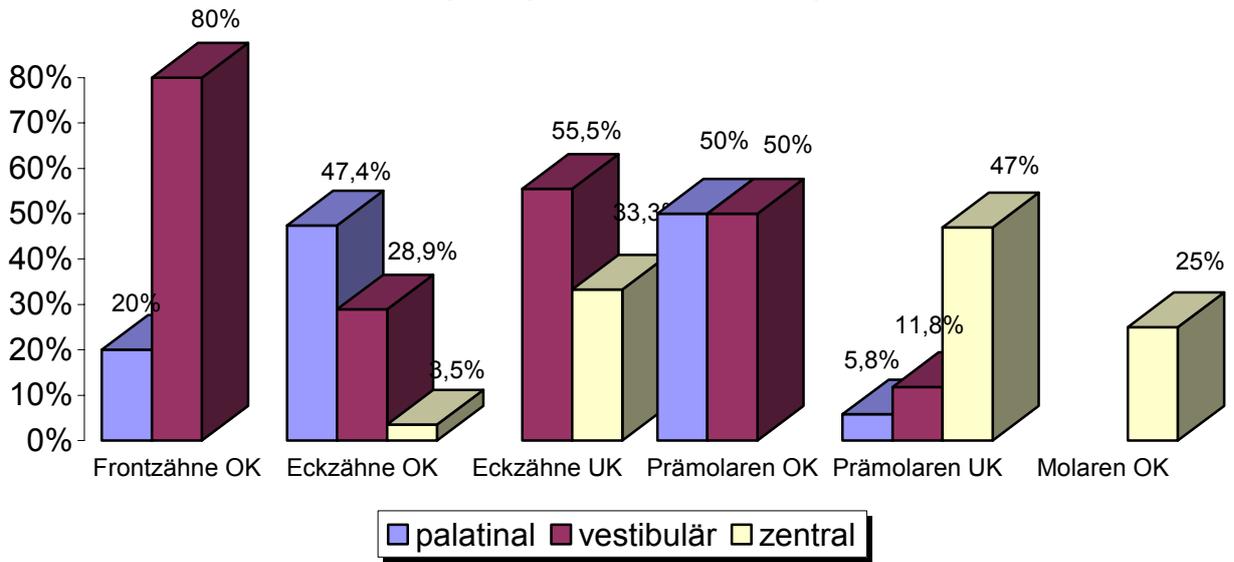


3.6 Therapiemaßnahmen

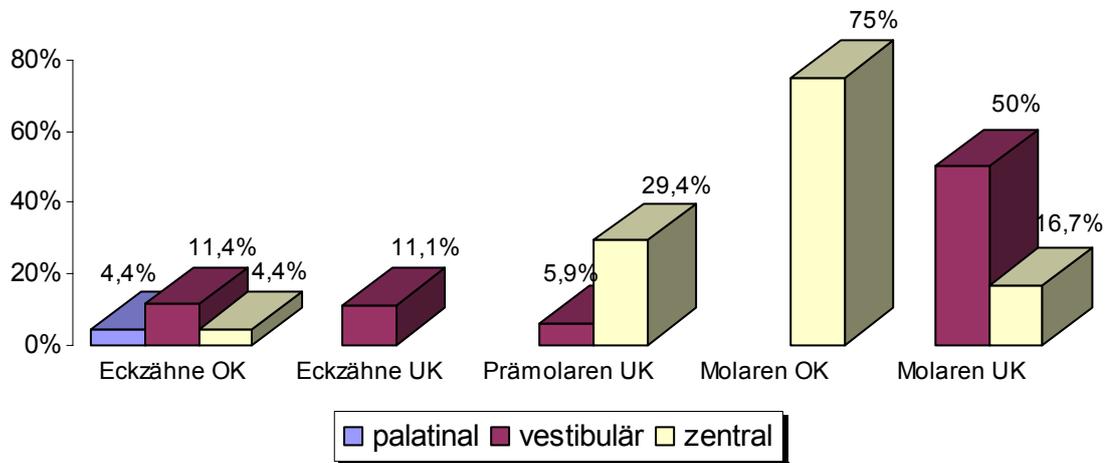
3.6.1 Chirurgische Therapiemaßnahmen

76,9% (n=123 Zähne) der retinierten und verlagerten Zähne wurden mittels geschlossener Elongation chirurgisch freigelegt, wohingegen nur 23,1% (n=37 Zähne) durch eine offene Elongation therapiert wurden. Von den 123 betroffenen Zähnen, die geschlossen elongiert wurden, waren 59 (48%) palatinal verlagert, 47 (38,2%) vestibulär und 17 (13,8%) zentral verlagert. Bei den 37 offen therapierten Zähnen waren 18 (48,6%) vestibulär verlagert, 14 (37,8%) zentral und nur 5 (13,5%) palatinal verlagert. Die Verteilung der geschlossenen Elongationen innerhalb der einzelnen Gruppen stellt sich graphisch wie folgt dar:

Verteilung der geschlossenen Elongationen



Verteilung der offenen Elongationen



3.6.2 Kieferorthopädische Therapiemaßnahmen

Von den 160 betroffenen Zähnen wurden 144 mit rein festsitzenden Apparaturen behandelt, elf wurden ausschließlich mit herausnehmbaren Geräten therapiert und fünf mit einer Kombination aus festsitzenden und herausnehmbaren kieferorthopädischen Geräten.

3.7 Zeitliche Zusammenhänge

Das gemittelte Alter zum Zeitpunkt der chirurgischen Freilegung betrug 14 Jahre und zwei Monate. Die Patienten befanden sich zu dieser Zeit bereits durchschnittlich ein Jahr und zehn Monate in kieferorthopädischer Behandlung. Die kieferorthopädische Behandlung wurde nach dem operativen Eingriff durchschnittlich nach 15 Tagen fortgesetzt. Insgesamt betrug die kieferorthopädische Behandlung der Patienten im Mittel vier Jahre und neun Monate. Die Dauer bis zum Erreichen der Okklusionsebene betrug im Median 24 Monate und war mit durchschnittlich 25 kieferorthopädischen Behandlungsterminen verbunden. Die zeitlichen Zusammenhänge der einzelnen Zahngruppen in Abhängigkeit ihrer Lage lassen sich folgendermaßen darstellen:

| | Alter bei OP | Vorbehandlungszeit | Beginn der Kfo nach OP in Tagen | Gesamtdauer der kfo-Behandlung | Dauer der Einstellung | Behandlungstermine |
|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------|
| OK-Frontzähne palatinal n=1 | 10 Jahre 1 Monat | - | 9 | 4 Jahre | 6 Monate | 6 |
| OK-Frontzähne vestibulär n=3 | 10 Jahre 3 Monate | 6 Monate | 9 | 4 Jahre 3 Monate | 1 Jahr 10 Monate | 22 |
| OK-Eckzähne palatinal n=59 | 14 Jahre 11 Monate | 1 Jahr 4 Monate | 14 | 4 Jahre 4 Monate | 1 Jahre 11 Monate | 26 |
| OK-Eckzähne vestibulär n=46 | 13 Jahre 4 Monate | 1 Jahr 8 Monate | 14 | 4 Jahre 12 Monate | 2 Jahre 2 Monate | 26 |
| OK-Eckzähne zentral n=9 | 13 Jahre 2 Monate | 1 Jahr 11 Monate | 8 | 4 Jahre 10 Monate | 1 Jahr 12 Monate | 23 |
| UK-Eckzähne vestibulär n=6 | 13 Jahre 5 Monate | 3 Jahre 3 Monate | 15 | 6 Jahre 2 Monate | 1 Jahr 9 Monate | 20 |
| UK-Eckzähne zentral n=3 | 14 Jahre 5 Monate | 11 Monate | 15 | 4 Jahre 3 Monate | 3 Jahre 4 Monate | 41 |
| OK-Prämolaren palatinal n=3 | 14 Jahre 3 Monate | 2 Jahre 10 Monate | 14 | 5 Jahre 9 Monate | 1 Jahr 11 Monate | 18 |
| OK-Prämolaren vestibulär n=3 | 10 Jahre 10 Monate | 5 Monate | 5 | 5 Jahre 4 Monate | 10 Monate | 13 |
| UK-Prämolaren palatinal n=1 | 16 Jahre | 10 Monate | 84 | 4 Jahre | 2 Jahre 4 Monate | 21 |
| UK-Prämolaren vestibulär n=3 | 13 Jahre 1 Monat | 2 Jahre 6 Monate | 19 | 4 Jahre 10 Monate | 2 Jahre 1 Monat | 21 |
| UK-Prämolaren zentral n=13 | 14 Jahre 3 Monate | 3 Jahre 4 Monate | 13 | 5 Jahre 8 Monate | 1 Jahr 10 Monate | 21 |
| OK-Molaren zentral n=4 | 17 Jahre 1 Monat | 2 Jahre 12 Monate | 29 | 6 Jahre 8 Monate | 2 Jahre 8 Monate | 24 |
| UK-Molaren vestibulär n=4 | 19 Jahre 2 Monate | 1 Jahr 9 Monate | 23 | 4 Jahre 10 Monate | 1 Jahr 3 Monate | 19 |
| UK-Molaren zentral n=2 | 14 Jahre 1 Monat | 4 Jahre 10 Monate | 28 | 5 Jahre 6 Monate | 1 Jahr 3 Monate | 29 |
| Gesamt | 14 Jahre 2 Monate | 1 Jahr 10 Monate | 15 Tage | 4 Jahre 9 Monate | 2 Jahre | 25 |

Der nichtparametrische Test nach Kruskal-Wallis ergab hinsichtlich der gesamten Behandlungsdauer innerhalb der einzelnen Zahngruppen (I-VII) keine Signifikanz ($p=0,84$). Hingegen konnte in den Zahngruppen ein signifikanter Unterschied bezüglich der Einstellungszeit der einzelnen Zähne ($p=0,047$) festgestellt werden.

| Zahngruppen | I | II | III | IV | V | VI | VII | p-Wert |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------|
| Behandlungsdauer insgesamt | 4 Jahre 2 Mon. | 4 Jahre 8 Mon. | 5 Jahre 7 Mon. | 5 Jahre 6 Mon. | 5 Jahre 5 Mon. | 6 Jahre 8 Mon. | 4 Jahre 11 Mon. | 0,84 |
| Dauer der Einstellung des Zahnes | 1 Jahr 6 Mon. | 1 Jahr 12 Mon. | 2 Jahre 3 Mon. | 1 Jahr 5 Mon. | 1 Jahr 11 Mon. | 2 Jahre 8 Mon. | 1 Jahr 3 Mon. | 0,047* |

* Hinweis auf einen statistisch signifikanten Unterschied, da $p < 0,05$

3.8 Behandlungsergebnisse

Folgend werden die Behandlungsergebnisse, die ausschließlich anhand der Behandlungsunterlagen rekonstruiert wurden, dargestellt. Auch hier wurde untersucht, wie sich die einzelnen Behandlungsergebnisse hinsichtlich der Zahngruppen und ihrer verschiedenen Lagen unterscheiden.

3.8.1 Zahnform

Das morphologische Erscheinungsbild der behandelten Zähne wurde anhand der Abschlussmodelle, die im Rahmen der kieferorthopädischen Behandlung routinemäßig angefertigt wurden, beurteilt und dokumentiert.

Bei 90,6% (n=145) der Zähne konnte eine physiologische Zahnform festgestellt werden. 6,9% (n=11) wiesen leichte Deformationen auf und nur ein Zahn (0,63%) war in seiner morphologischen Struktur vollständig dysplastisch. Drei Zähne konnten auf Grund frühzeitiger Extraktion nicht beurteilt werden.

Leichte Deformationen konnten bei sieben palatinal und bei drei vestibulär verlagerten Eckzähnen des Oberkiefers und bei einem zentral gelegen Molaren des Oberkiefers festgestellt werden. Die Eckzähne waren überwiegend (80%) schräg verlagert, d.h. ihre Achsenneigung bezogen auf die Oberkiefermolarenebene lag zwischen 30° und 75°.

Der vollständig dysplastische Zahn war ein vestibulär gelegener Zahn 21, bei dem der Milchzahn 61 mit 18 Monaten durch ein Frontzahntrauma luxiert wurde. Zusätzlich lag ein Odontom in dieser Region vor. Der Zahn wurde konservierend aufgebaut und belassen.

3.8.2 Einstellung in den Zahnbogen

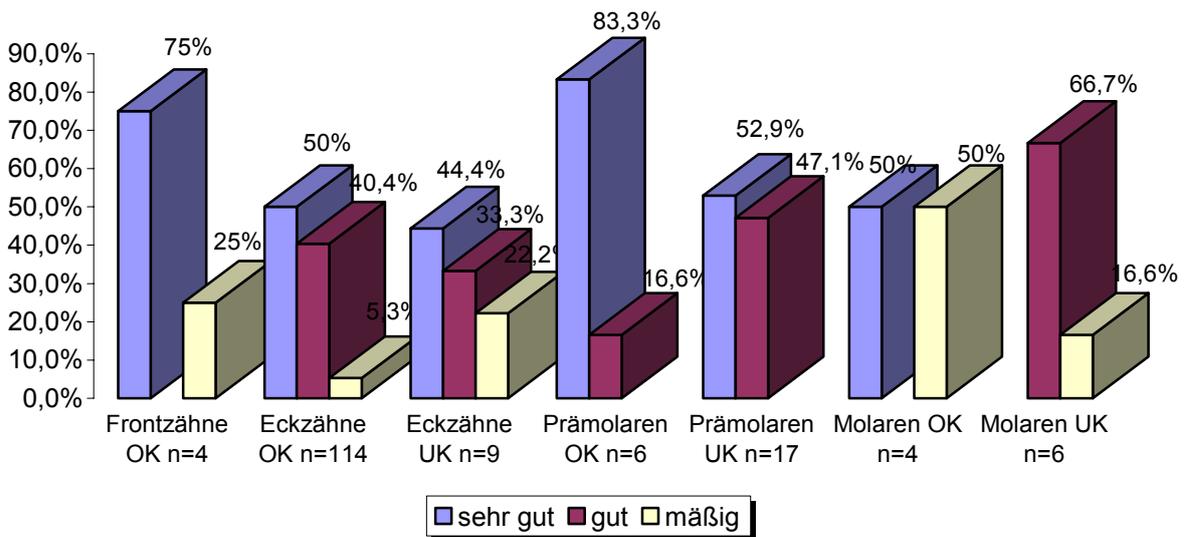
Anhand der Behandlungsmodelle konnte weiterhin der Behandlungserfolg, also die Einstellung in den Zahnbogen und der physiologische Kontakt zum Antagonisten, dokumentiert und bewertet werden.

Unabhängig von den einzelnen Zahngruppen war die Hälfte aller Zähne (50%; n=80) mit sehr gutem Erfolg eingestellt worden. Es lagen hier keine Rotationen oder Kippungen vor und der Antagonistenkontakt war physiologisch. Leichte Kipp- und Drehstellungen, aber dennoch funktionelle Nutzbarkeit, lagen bei 38,75% (n=63) vor. Lediglich 7,5% (n=12) konnten nur mit mäßig beurteilt werden, da sie ästhetisch und funktionell unbefriedigend waren.

Sechs der 160 Zähne (3,75%) mussten als Misserfolge gewertet werden, da sie sich als nicht einstellbar erwiesen und zu einem späteren Zeitpunkt extrahiert werden mussten. Alle sechs Zähne wurden durch geschlossene Elongation behandelt. Es handelte sich hierbei um vier rechte und einen linken Eckzahn im Oberkiefer und um einen mit 75° senkrecht verlagerten Zahn 47.

Ein Zahn lag vestibulär, die übrigen vier Canini palatinal. Drei Eckzähne waren schräg verlagert, ein Zahn lag mit 90° senkrecht zur Okklusalebene, der andere mit 0° horizontal dazu. Die Verteilung der Behandlungserfolge „sehr gut“, „gut“ und „mäßig“ auf die einzelnen Zahngruppen wird anhand der Graphik veranschaulicht:

Behandlungsergebnisse der einzelnen Gruppen



Beim statistischen Vergleich der Behandlungsergebnisse in Hinsicht auf die Freilegungsmethoden offen oder geschlossen konnte mit dem nichtparametrischen Test nach Mann-Whitney-U keine Signifikanz ($p=0,373$) festgestellt werden. Auch war der Unterschied innerhalb der Zahngruppen, der mit dem Kruskal-Wallis-Test geprüft wurde, nicht signifikant ($p=0,083$). Somit wurde die Hypothese bestätigt, dass in allen Zahngruppen gleiche Behandlungsergebnisse erzielt wurden.

Die durchschnittlich besten Behandlungsergebnisse wurden in der Gruppe der Prämolaren im Oberkiefer, die schlechtesten Ergebnisse in der Gruppe der Unterkiefermolaren festgestellt. Die Rangfolge stellt sich wie folgt dar:

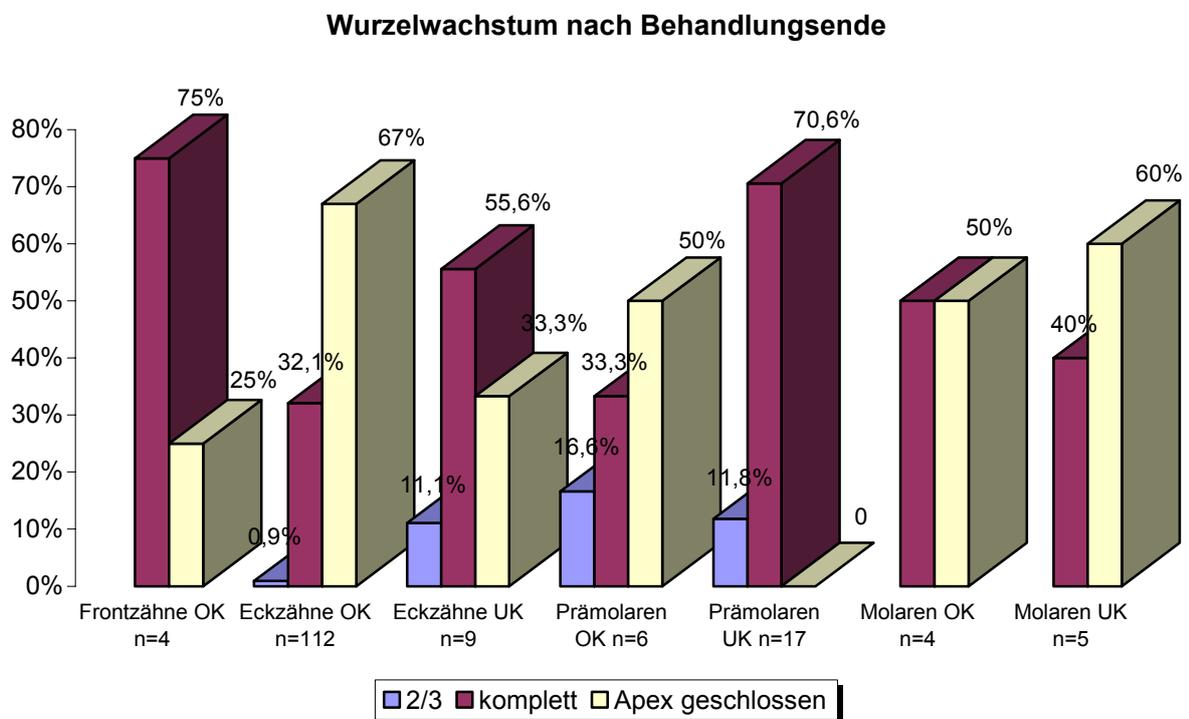
| Zahngruppen | I | II | III | IV | V | VI | VII | p-Wert |
|-------------|----|----|-----|----|----|----|-----|--------|
| Rangplatz | 2. | 4. | 5. | 1. | 6. | 3. | 7. | 0,083 |

3.9 Röntgenologische Befunde

Die röntgenologischen Befunde wurden anhand der nach Behandlungsabschluss bei den Kieferorthopäden angefertigten Orthopantomogrammen erhoben und dokumentiert. Die Datenbasis ist immer n=157, da drei Zähne vor Anfertigung der Abschlussröntgenbilder extrahiert wurden.

3.9.1 Wurzelentwicklung nach Behandlungsende

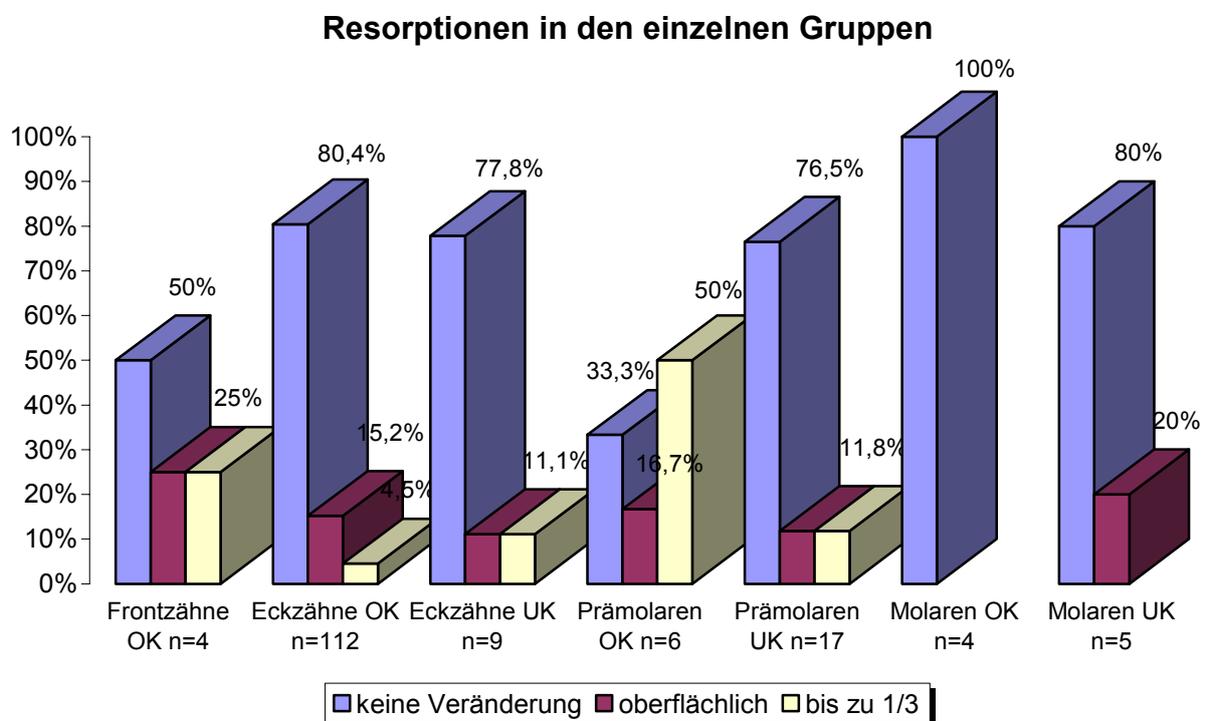
Das Wurzelwachstum aller betroffenen und therapierten Zähne war zu Behandlungsende bei 57,3% (n=90) abgeschlossen und wies einen geschlossenen Apex auf. Bei 39,5% (n=62) der Zähne konnte die zu erwartende Wurzellänge als komplett angesehen werden. Bei nur fünf Zähnen (3,2%) konnten lediglich 2/3 der zu erwartenden Wurzellänge festgestellt werden. Die Verteilung innerhalb der einzelnen Gruppen stellt sich wie folgt dar:



Somit konnten bei 88,5% (n=139) der Zähne eine weiter vorangeschrittene Wurzelentwicklung im Vergleich zur Ausgangssituation festgestellt werden. Bei 11,5% (n=18) war keine Veränderungen des Wurzelwachstums zu beobachten. Keiner der Zähne war im Vergleich zur Ausgangssituation kürzer.

3.9.2 Wurzelresorptionen

Bei 77,7% (n=122) der behandelten Zähne konnten keine apikalen Verkürzungen der Wurzel festgestellt werden. 14,7% (n= 23) der Fälle zeigten eine oberflächliche Resorption, die durch eine leichte Abrundung der Wurzelspitze erkennbar war. In 7,6% (n=12) der Fällen kam es zu einer Wurzelresorption bis zu einem Drittel der gesamten Wurzellänge. Die Verteilung innerhalb der einzelnen Zahngruppen ist dem Diagramm zu entnehmen:



Datenbasis: n=157, da 3 Zähne vor Anfertigung der Abschlussröntgenbilder extrahiert wurden.

Der exakte Chi-Quadrat-Test nach Fischer stellte sowohl beim Vergleich der Resorptionen bezüglich der Freilegungsmethoden (offen oder geschlossen) ($p=0,063$) als auch im Bezug auf den Ort der Verlagerung ($p=0,512$) keine Signifikanz fest.

3.9.3 Resorptionen der benachbarten Zähne

In 50 Fällen (31,25%) kam es zu unterminierenden Resorptionen der den retinierten und verlagerten Zähnen benachbarten Zähne. 68 Nachbarzähne wurden hierbei anresorbiert, da ein retinierter und verlagerter Zahn auch mehrere Zähne beschädigen konnte. Am häufigsten waren seitliche Schneidezähne betroffen, der Zahn 12 in 16 Fällen (23,5%) und der Zahn 22 in 15 Fällen (22,1%). Sie wurden durch benachbarte schräg verlagerte Eckzähne, unabhängig von einer vestibulären oder palatinalen Lokalisation, beschädigt.

Am zweithäufigsten kam es zur Schädigung der ersten Prämolaren. Sowohl der Zahn 14 mit 16,2% ($n=11$) und als auch der Zahn 24 mit 11,8% ($n=8$) wurde durch einen schräg verlagerten Eckzahn anresorbiert. Der Zahn 11 war in 10,3% ($n=7$) der Fälle betroffen, meist bedingt durch schräg verlagerte Eckzähne des gleichen Quadranten. In einem Fall wurde die Schädigung jedoch durch einen palatinal schräg verlagerten Eckzahn der Gegenseite verursacht.

Der Zahn 21 wurde sechsmal (8,8%) durch schräg verlagerte Canini des 2. Quadranten beeinflusst, aber auch in einem Fall durch den Eckzahn der Gegenseite. Die beiden Eckzähne des Oberkiefers selber wurden jeweils (1,5%) durch schräg verlagerte erste Prämolaren derselben Seite beschädigt.

Im Unterkiefer beschädigte ein horizontal verlagerter linker Eckzahn sowohl den Zahn 32 als auch den Zahn 34. Der Zahn 34 wurde in einem weiteren Fall von einem schräg verlagerten 35 anresorbiert.

| | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| <i>Anresorbierte Zähne</i> | 12 | 22 | 14 | 24 | 11 | 21 | 13 | 23 | 32 | 34 |
| Anzahl der Fälle | 16 | 15 | 11 | 8 | 7 | 6 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Prozentanteil | 23,5% | 22,1% | 16,2% | 11,8% | 10,3% | 8,8% | 1,5% | 1,5% | 1,5% | 2,9% |

3.10 Revisionsoperationen

Die durchgeführten Revisionen wurden zwischen zwei Monaten und zwei Jahren und zwei Monaten, im Mittel etwa ein Jahr nach dem Ersteingriff durchgeführt.

28 (17,5%) der operierten Zähne mussten revidiert werden. 20mal (71,4%) wurde mittels offener Elongation behandelt, sechsmal (21,4%) geschlossen. In zwei Fällen konnte die Revisionsmethode nicht festgestellt werden. Bei sechs Fällen (21,4%) kam es zu keiner initialen Bewegung des Zahnes, in drei der Fälle (10,7%) hatte sich das Bracket gelöst. Einmalige Gründe für eine Revisionsoperation waren ein zu kurzes Kettchen bzw. das Einwachsen eines Kettchens.

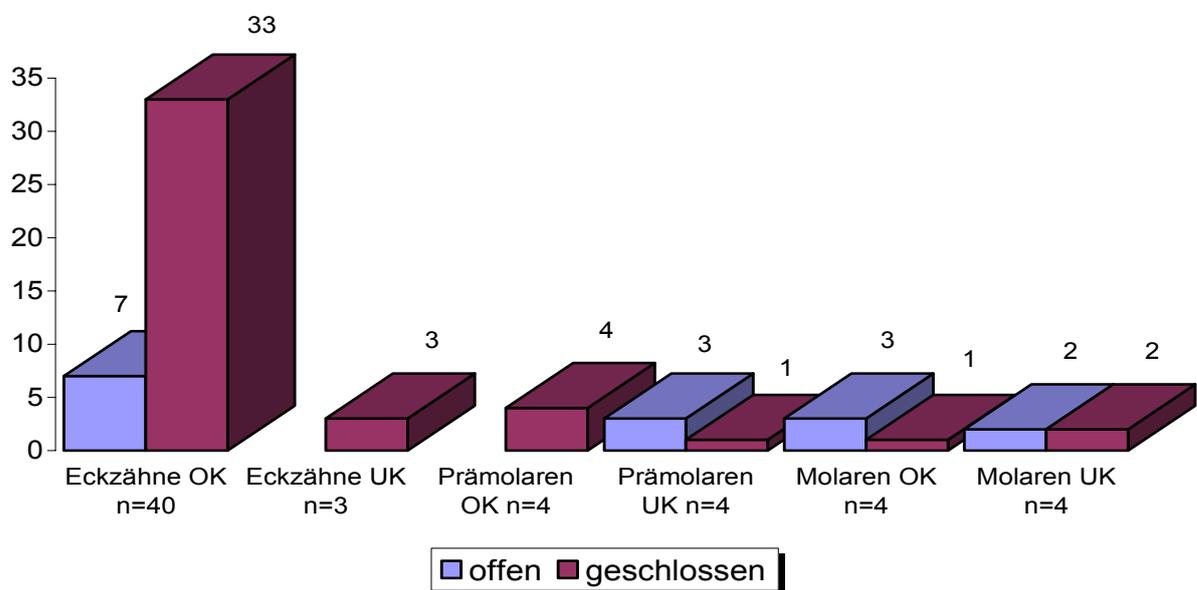
3.11 Klinische Nachuntersuchung

Die klinische Nachuntersuchung der 41 Patienten mit 59 retinierten und verlagerten Zähnen fand maximal nach acht Jahren und neun Monaten und minimal nach drei Jahren und fünf Monaten statt und lag im Mittel fünf Jahre und zehn Monate nach der chirurgischer Freilegung. Es wurden die Parodontalverhältnisse der betroffenen Zähne und deren umgebendes Gewebe untersucht und bewertet.

Um den Erfolg der beiden hier angewandten chirurgischen Freilegungen besser zu dokumentieren, wurden die Zähne ausschließlich in offene und geschlossene Elongation unterteilt.

Es wurden 40 Eckzähne des Oberkiefers und drei Eckzähne des Unterkiefers nachuntersucht. Jeweils vier Prämolaren im Ober- und Unterkiefer und ebenfalls vier Molaren im Ober- und im Unterkiefer konnten in die Statistik mit aufgenommen werden. Die Verteilung innerhalb der einzelnen Freilegungstechniken wird zur Verdeutlichung graphisch dargestellt.

Verteilung der nachuntersuchten Zähne



3.11.1 Taschensondierungstiefe (TST)

Die Taschentiefenmessung mit einer WHO-Sonde an sechs Messpunkten des eingestellten Zahnes sowie an seinem Kontrollzahn ergab keine signifikanten Unterschiede. So lag die mittlere Taschentiefe bei allen eingestellten Zähnen bei 2,13mm, bei den Kontrollzähnen bei 2,05mm.

Innerhalb der Gruppe der geschlossenen Elongationen war eine mittlere Taschentiefe von 2,04mm zu notieren. Die Gruppe der entsprechenden Kontrollzähne wies eine Taschentiefe von 2,02mm auf. In der Gruppe der offen therapierten Zähne wurde eine mittlere Taschentiefe von 2,36mm festgestellt, die Kontrollzähne dieser Gruppe hatten eine Taschentiefe von 2,16mm.

Der Signifikanz-Test nach Mann-Withney-U stellte einen Unterschied ($p=0,003$) der Taschentiefen zwischen den Freilegungsmethoden offen und geschlossen fest. Somit konnte in der Gruppe der geschlossen elongierten Zähne eine signifikant kleinere Taschentiefe festgestellt werden.

3.11.2 Mobilität und Sensibilität

75,4% der Zähne ($n=43$) zeigten keinerlei Beeinträchtigung in der thermischen Sensibilität und reagierten sofort. Bei 22,8% ($n=13$) wurde eine leicht verzögerte Reaktion auf Kälte (Provotest®) im Vergleich zum Kontrollzahn registriert. Ein Zahn (1,75%) zeigte keinerlei Reaktion. Dies konnte durch das vollständig obliterierte Pulpakavum, das auf dem Kontrollröntgenbild sichtbar wurde, erklärt werden. Die Patientin war zum Zeitpunkt der Freilegung eines schräg verlagerten palatinalen Zahnes 13 bereits 18 Jahre und zwei Monate alt und der Zahn hatte schon zu Therapiebeginn die komplette Wurzellänge entwickelt. Die Zähne, die eine verzögerte Reaktion zeigten, konnten zu fast gleichen Teilen sowohl der offenen (53,8% $n=7$) als auch mit 46,2% ($n=6$) der geschlossenen Elongation zugeordnet werden.

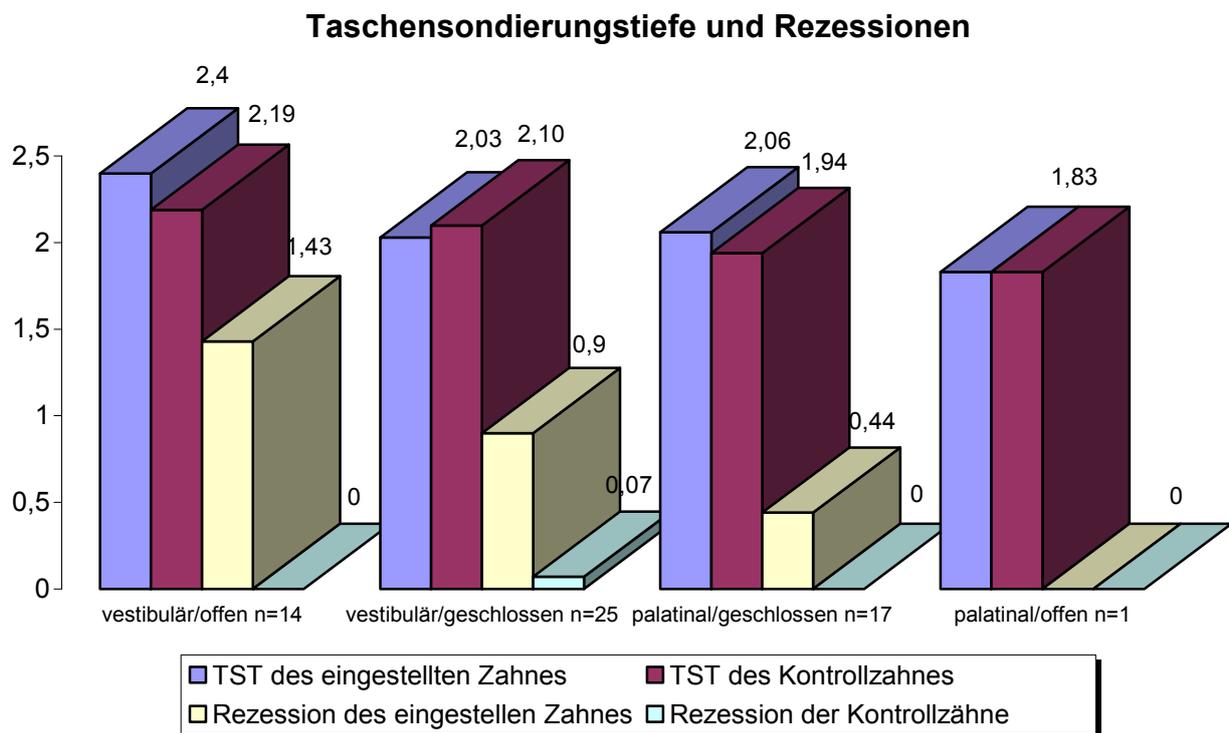
Eine erhöhte Mobilität konnte bei keinem der Zähne aus der Nachuntersuchungsgruppe festgestellt werden.

3.11.3 Zahnfarbe

Lediglich ein Zahn wies eine etwas dunklere Farbe im Vergleich zum Kontrollzahn auf. Alle übrigen Zähne hatten eine physiologische Farbe und wurden auch von keinem Patienten beanstandet.

3.11.4 Rezessionen

Bei 22 (37,9%) der eingestellten Zähne konnten Rezessionen festgestellt werden. Diese lagen im Durchschnitt bei 0,89mm, bei den entsprechenden Kontrollzähnen konnte nur ein Wert von 0,06mm ermittelt werden.



Beim Vergleich der Rezessionen hinsichtlich der Freilegungsmethoden (offen/geschlossen) konnte mit dem Mann-Whitney-U-Test kein signifikanter Unterschied ($p=0,290$) festgestellt werden.

3.11.5 Breite der befestigten Gingiva

Die befestigte Gingiva, die vom Gingivarand bis zur mukogingivalen Grenze abzüglich der Taschensondierungstiefe gemessen wird, betrug im Mittel an den eingestellten Zähnen 3,08mm und an den Kontrollzähnen 3,44mm. Zusammenhänge zwischen der Freilegungsmethode und der Breite der befestigten Gingiva lassen sich aus der nachfolgenden Tabelle entnehmen:

| <i>Ort der Verlagerung/ Freilegung</i> | <i>Breite der befestigten Gingiva am eingestellten Zahn</i> | <i>Breite der befestigten Gingiva am Kontrollzahn</i> |
|--|---|---|
| Vestibulär/offen n=14 | 2,29mm | 3,3mm |
| Vestibulär/geschlossen n=25 | 3,36mm | 3,58mm |
| Palatinal/geschlossen n=17 | 3,29mm | 3,39mm |
| Palatinal/offen n=1 | 3mm | 3mm |
| | 3,08mm | 3,44mm |

Datenbasis: n=57 Zähne, da 2 Extraktionsfälle

Die Breite der befestigten Gingiva war in der Gruppe der offen elongierten Zähne signifikant (p=0,017) kleiner als im Vergleich zur Gruppe der geschlossenen Elongationen.

3.11.6 Auswertung der allgemeinen Mundhygieneverhältnisse der Nachuntersuchungsgruppe

Mit der Erhebung des Plaque-Index, des Gingiva-Index und des Papillen-Blutungs-Index im gesamten Gebiss sollte ein Überblick über die Mundhygienegewohnheiten der Patienten gewonnen werden. Der Plaque-Index lag bei allen Patienten im Mittel bei 0,52, der Gingiva-Index bei 0,42. Bei der Erhebung des PBI in den einzelnen Gruppen kam es zu geringen Unterschieden. Dieser stellte sich nach Überprüfung durch den Mann-Whitney-U-Test als nicht signifikant ($p=0,421$) heraus.

| <i>Ort der Verlagerung/ Freilegung</i> | <i>Gingiva- Index</i> | <i>Plaque- Index</i> | <i>PBI der eingestellten Zähne</i> | <i>PBI der Kontrollzähne</i> |
|--|---------------------------|--------------------------|--|----------------------------------|
| Vestibulär/offen n=14 | 0,5 | 1,29 | 3,87 | 1,19 |
| Vestibulär/geschlossen n=25 | 0,32 | 0,21 | 3,33 | 1,17 |
| Palatinal/geschlossen n=17 | 0,47 | 0,36 | 4,16 | 1,47 |
| Palatinal/offen n=1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Gesamt | 0,42 | 0,52 | 3,65 | 1,24 |

4. Diskussion und Schlussfolgerung

Das Behandlungsergebnis retinierter und verlagertes Zähne, die kieferchirurgisch freigelegt und anschließend kieferorthopädisch eingestellt wurden, stellt immer noch einen viel diskutierten Themenkomplex dar. In der vorliegenden retrospektiven Studie wurden die Ergebnisse der verlagerten Zähne des ausgewählten Patientengutes nach kieferchirurgischer Freilegung und kieferorthopädischer Einstellung ausgewertet.

4.1 Diskussion der zeitlichen Zusammenhänge von Archiv- und Nachuntersuchungsgruppe

In der vorliegenden retrospektiven Langzeitstudie konnte hinsichtlich der gesamten Behandlungsdauer, die vom ersten Besuch beim Kieferorthopäden bis zum Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung gerechnet wurde, kein signifikanter Unterschied in den einzelnen Zahngruppen festgestellt werden. Ein Grund hierfür waren sicherlich die unterschiedlichen kieferorthopädischen Ausgangsbefunde wie Bisslage, Zahnfehlstellungen, Platzbilanz, ebenso wie die verschiedenen angewendeten kieferorthopädischen Therapiemaßnahmen, die mit einem unterschiedlichen Zeitaufwand verbunden waren.

Die Einstellungszeit der verlagerten Zähne vom OP-Termin bis zum völligen Einstellen des Zahnes in den Zahnbogen zeigte hingegen eine Signifikanz in den einzelnen Zahngruppen. Demnach konnten Molaren im Unterkiefer innerhalb von einem Jahr und drei Monaten am schnellsten, dicht gefolgt von Prämolaren und Frontzähnen des Oberkiefers (ein Jahr und fünf Monate bzw. ein Jahr und sechs Monate), eingestellt werden. Im Hinblick auf die Achsenneigungen der einzelnen Zahngruppen lässt sich eine Korrelation zwischen dem Winkel zwischen Okklusionsebene und Achsenneigung feststellen. Je senkrechter die Achsenneigung des einzustellenden Zahnes zum Zeitpunkt der Freilegung war, desto kürzer war die Zeit bis zur korrekten Eingliederung in den Zahnbogen.

KOMPSCH und ANHALT (1987) forderten für die erfolgreiche Einstellung verlagerter Eckzähne eine Abweichung der Durchbruchrichtung von nicht mehr als 45°, stellten aber in einer Nachuntersuchung fest, dass auch bei stärkeren Verlagerungen erfolgreiche Einordnungen möglich sind.

Diese Studie zeigt, ebenso wie die Nachuntersuchung von KOMPSCH und ANHALT (1987), dass Zähne, deren Achsenneigungen stärker von der Durchbruchrichtung abweichen, dennoch erfolgreich eingeordnet werden können, auch wenn dies mit einer evtl. längeren Einstellzeit verbunden ist.

4.2 Diskussion der Behandlungsergebnisse der Archiv- und Nachuntersuchungsgruppe

Die Behandlungsergebnisse der dieser Studie zugrunde liegenden Fälle zeigen sowohl beim Vergleich der beiden verwendeten Freilegungsmethoden als auch beim Vergleich innerhalb der einzelnen Zahngruppen (I-VII) keine statistisch feststellbaren Unterschiede. Die Ergebnisse wurden hinsichtlich der Einstellung in den Zahnbogen und dem physiologischen Kontakt zum Antagonisten bewertet. Somit wird bestätigt, dass in allen Zahngruppen ebenso wie mit jeder Freilegungsmethode gleiche Behandlungsergebnisse erzielt werden können. Die durchschnittlich besten Behandlungsergebnisse wurden in der Gruppe der Prämolaren im Oberkiefer erzielt.

4.3 Diskussion der Wurzelresorptionen in Archiv- und Nachuntersuchungsgruppe

Wurzelresorptionen der eingestellten Zähne, gemessen an der zu erwartenden Gesamtlänge der Zähne und im Vergleich zum Kontrollzahn der Gegenseite, konnten sowohl beim Vergleich bezüglich der Freilegungsmethode als auch im Bezug auf den Ort der Verlagerung (palatinal, vestibulär, zentral) statistisch nicht signifikant nachgewiesen werden. Hingegen kam es in 50 Fällen (31,25%) zu Resorptionen der Nachbarzähne, darunter 45 verlagerten Eckzähnen benachbarte Schneidezähne. Dieses Ergebnis stimmt mit der These von PASCHOS und RUDZKI-JANSON (2004) überein, welche besagt, dass sehr häufig mit Resorptionen lateraler Schneidezähne gerechnet werden kann, wenn ektopisch durchbrechende Eckzähne benachbart sind. Diese Tatsache mag zum einen auf die räumliche Nähe des Zahnfollikels des retinierten und verlagerten Eckzahnes zur Wurzelspitze des benachbarten Schneidezahnes zurückzuführen sein, da dieser einen zur Resorption stimulierenden Reiz auslöst. Zum anderen kommt es häufig in der zweiten Phase der Elongationsbehandlung zu Resorptionen der benachbarten Zähne, da hier der zu elongierende Zahn an den Wurzeln der Nachbarzähne hypomochlionartig vorbeibewegt wird.

KOMPSCHE und ANHALT (1987) stellten zudem in einer Nachuntersuchung von 36 Patienten mit 43 zu mobilisierenden Zähnen fest, dass signifikant höhere Resorptionen der Nachbarzähne bei ausschließlicher Therapie mit festsitzenden Behelfen zu beobachten waren als bei einer kombinierten Mobilisation von herausnehmbaren und festsitzenden kieferorthopädischen Apparaturen.

Dass heutzutage zur Einstellung verlagelter Zähne nur moderat angewandte orthodontische Kräfte zum Einsatz kommen, wird dadurch gestützt, dass in der vorliegenden Arbeit bei keinem der nachuntersuchten Zähne ein erhöhter Lockerungsgrad festzustellen war.

4.4 Diskussion der Verankerungsmethode

In drei Fällen (10,7%) der 28 revidierten Zähne musste die initiale Operation auf Grund einer Lockerung des Eyelets erneut wiederholt werden. Dieser, auf die Gesamtmenge der freigelegten Zähne betrachtet, doch sehr geringe Wert bestätigt die von BECKER et al. (1996) durchgeführte Studie.

Diese besagt, dass die Befestigung des Attachments während der Freilegung weitaus bessere Ergebnisse erzielt, als bei einer Durchführung zu einem späterem Zeitpunkt zu erwarten wäre, und dass es bei Verwendung eines Eyelets zu einer geringeren Verlustrate als bei Verwendung eines herkömmlichen Brackets kommt.

Auch DROSCH et al. waren sich schon 1977 darüber einig, dass alle anderen Methoden zur Anbringung einer Verankerungsmöglichkeit für eine Zugkraft an einem retinierten Zahn mit der Einführung des Direct-Bonding-Systems überholt sind. LUTZ und BURKKART (1974) zeigten, dass es trotz Variationen hinsichtlich der Vorgehensweise (unterschiedlich stark konzentrierte Phosphorsäuren bei unterschiedlich langen Einwirkzeiten) dennoch nicht zu einer Schädigung der Pulpa führt. Dies konnte bei der Überprüfung der Vitalität mittels Kälte (Provotest®) in der Nachuntersuchungsgruppe bestätigt werden, da das völlige Fehlen einer Reaktion lediglich bei einem Zahn der Fall war. Hierbei muss erwähnt werden, dass die Patientin zum Zeitpunkt der Freilegung bereits 18 Jahre und zwei Monate alt war und der Zahn seine komplette Wurzellänge entwickelt hatte.

4.5 Diskussion der parodontalen Verhältnisse in der Nachuntersuchungsgruppe

Zur statistischen Auswertung dieser retrospektiven Langzeitstudie konnten die Daten von 41 Patienten, die 59 verlagerte Zähne aufwiesen, herangezogen werden. Um die Effektivität der einzelnen Freilegungsmethoden, der offenen bzw. geschlossenen Elongation, besser beurteilen zu können, wurde jeder Aspekt der parodontalen Verhältnisse hinsichtlich der chirurgischen Verfahrensweisen getrennt betrachtet.

Wie bei BECKER et al. (1983) wurde der parodontale Zustand in Hinblick auf Plaque-Index (PI), Gingiva-Index (GI), Breite der befestigten Gingiva, Rezessionen und Taschensondierungstiefe (TST) untersucht.

4.5.1 Diskussion der Taschensondierungstiefe (TST)

Zwischen den freigelegten Zähnen und ihren Kontrollzähnen konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Sondierungstiefe festgestellt werden. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen der Studie von BECKER et al. (1983), die bei einer Nachuntersuchung von 23 ehemals verlagerten Eckzähnen einen signifikanten Unterschied der Taschensondierungstiefe im Vergleich zu den Kontrollzähnen der Gegenseite herausgefunden haben. Zu demselben Ergebnis kamen auch 1987 RECHMANN et al., die 83 Eckzähne auf ihre mukogingivale Situation nach operativer Freilegung untersuchten. Betrachtet man aber in der vorliegenden Studie die Taschensondierungstiefe hinsichtlich der Wahl der Freilegungsmethode, so konnte sehr klar herausgestellt werden, dass die Taschentiefen der durch geschlossene Elongation eruptierten Zähne deutlich kleinere Werte aufwiesen als die zu vergleichenden Zähne der offenen Elongation. Damit stimmt die vorliegende Studie sowohl mit den Ergebnissen von BECKER (1999) als auch mit den Ergebnissen von VERMETTE et al. (1995) und CRESCINI et al. (1994) überein.

Dort wird ebenfalls die Methode der geschlossenen Elongation bevorzugt, da die Ergebnisse mit einem natürlichen Durchbruch vergleichbar sind und das parodontale Attachment nicht beeinträchtigt wird.

4.5.2 Diskussion der Breite der befestigten Gingiva und der Rezessionen

Bei Betrachtung der Breite der befestigten Gingiva konnten in der Gruppe der offen elongierten Zähne im Vergleich zur Gruppe der geschlossenen Elongationen signifikant kleinere Werte festgestellt werden. Hingegen zeigte sich beim Vergleich der Rezessionen bei den unterschiedlichen Freilegungsmethoden kein signifikanter Unterschied. Jedoch lagen die gemittelten Rezessionen beider Gruppen deutlich höher als im Vergleich mit den Kontrollzähnen.

Zu dem gleichen Ergebnis kamen auch WISTH et al. (1976), die die geschlossene Elongation nach einer Langzeitnachuntersuchung als die schonendere Vorgehensweise gegenüber dem offenen Verfahren beschrieben. Dennoch stellten die Autoren dem Behandler nach Gegenüberstellung der Vorteile beider Freilegungsmethoden (bei der offenen Elongation kürzere Behandlungszeiten und visuelle Kontrolle der Bewegung des Zahnes) frei, die Therapieart zu wählen, die er bevorzuge, da die Unterschiede der beiden Therapiemöglichkeiten hinsichtlich der parodontalen Verhältnisse doch sehr gering seien.

Ebenso beschreibt WATTED et al. (2000) die geschlossene Elongation als ein in jüngster Zeit ausschließlich verwendetes chirurgisches Freilegungsverfahren, da hier der natürliche Zahndurchbruch nachempfunden wird und hinsichtlich Gingivaverlauf und Attachmentniveau physiologische Verhältnisse entstehen.

ODENRICK und MODEER (1978) verglichen ebenfalls die offene und geschlossene Freilegungsmethode miteinander. Die geringeren parodontalen Probleme bei der geschlossenen Elongation führten sie auf die erleichterte orale Hygienemöglichkeit gegenüber anderen chirurgischen Verfahrensweisen zurück.

Somit verifiziert die vorliegende retrospektive Studie bereits vorliegende Arbeiten, die die Vorteile der geschlossenen Elongation als bevorzugenswert beurteilen.

4.5.3 Diskussion der Mundhygieneverhältnisse in der Nachuntersuchungsgruppe

Um einen Überblick über die Mundhygieneverhältnisse der Patienten zu gewinnen, wurden bei den 41 zur Nachuntersuchung erschienen Patienten der Plaque-Index (PI), der Gingiva-Index (GI) und der Papillen-Blutungs-Index (PBI) des gesamten Gebisses erhoben. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Freilegungsmethoden hinsichtlich dieser Parameter festgestellt werden.

Die Ursache mag zum Einem an dem selektiertem Patientengut, welches sich zu dieser Nachuntersuchung eingefunden hat, liegen. Dieses kann in der Regel als motivierter, engagierter und mit einer höheren Compliance ausgestattet eingestuft werden. Zum anderen führt HARZER et al. (1989) die besseren Mundhygienegewohnheiten auf die kieferorthopädische Behandlung zurück, da die drei- bis vierwöchigen Kontrollen über einen jahrelangen Zeitraum generell motivierend auf das Mundhygieneverhalten wirken.

5. Zusammenfassung

Die Zielsetzung dieser vorliegenden Studie lag in einer Erfolgsbewertung der unterschiedlichen Freilegungsmethoden (offene bzw. geschlossene Elongation) im Rahmen einer kieferchirurgisch-kieferorthopädischen Behandlung retinierter und verlagerter Zähne.

Zur Klärung der Fragestellung wurden die Unterlagen von 124 Patienten, die zwischen November 1995 und Februar 2001 kieferchirurgisch auf Grund einer Freilegung eines oder mehrerer Zähne behandelt wurden, herangezogen. Das Patientenkollektiv bestand aus 57 männlichen und 67 weiblichen Patienten mit insgesamt 160 retinierten und verlagerten Zähnen. 41 Patienten konnten nachuntersucht werden. Die Patienten waren zum Zeitpunkt der chirurgischen Freilegung durchschnittlich 14 Jahre und zwei Monate alt und befanden sich bereits im Schnitt ein Jahr und zehn Monate in kieferorthopädischer Behandlung. Zusätzlich zur Verlagerung konnten Platzmangel (52,3%), enge Keimlage (15,6%) und Nichtanlagen (11,3%; exkl. Weisheitszähne) am häufigsten als Nebenbefunde diagnostiziert werden. Die Achsenneigung der retinierten und verlagerten Zähne lag zu 65,6% im „schräg“ definierten Bereich zwischen 30° und 75° bzw. über 105°. Das Wurzelwachstum war bei 51,9% zu 2/3 bzw. bei 42,5% komplett abgeschlossen. Die kieferorthopädische Behandlung wurde nach dem operativen Eingriff durchschnittlich nach 15 Tagen fortgesetzt und im Schnitt nach zwei Jahren abgeschlossen. 90% der Zähne wurden mit ausschließlich festsitzenden Apparaturen eingestellt.

Sechs Zähne mussten vor Abschluss der Behandlung extrahiert werden, da sie sich als nicht einstellbar erwiesen.

Die Ergebnisse wurden hinsichtlich der dentalen Ausgangslage, der Behandlungsergebnisse, der zeitlichen Parameter und der parodontalen Verhältnisse betrachtet.

Die wesentlichen Aussagen dieser retrospektiven Studie lassen sich wie folgt darstellen:

- Zähne, deren Achsenneigungen stärker als 45° von der Durchbruchrichtung abweichen, können erfolgreich eingeordnet werden, auch wenn dies mit einer evtl. längeren Einstellzeit verbunden ist
- Die Behandlungsergebnisse, bezogen auf Einstellung in den Zahnbogen und physiologischen Kontakt zum Antagonisten, ergaben keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der beiden Freilegungsmethoden. Somit kann mit beiden Freilegungsmethoden ein funktionell gutes Ergebnis erzielt werden
- Ein Zahn lässt sich, hinsichtlich der Zeit, umso schneller in den Zahnbogen einordnen, je senkrechter er zur Okklusionsebene steht
- Molaren weisen in der Regel die kürzesten Einstellungszeiten nach chirurgischer Freilegung auf
- 17,5% der operierten Zähne mussten revidiert werden
- Es konnten keine Wurzelverkürzungen im Vergleich zur Ausgangssituation festgestellt werden
- In 22,3% der Fälle kam es zu einer Resorption der behandelten Zähne bzw. in 31,3% zu einer Resorption der benachbarten Zähne
- Die parodontalen Verhältnisse nach geschlossener Elongation stellen sich geringfügig, statistisch aber nicht signifikant besser dar als nach offener Elongation.

Die Einordnung retinierter und verlagertes Zähne ist bis heute eine komplexe interdisziplinäre Behandlungsaufgabe und stellt für den Behandler eine Herausforderung dar, deren Ergebnis erheblich von der Ausgangslage bei Behandlungsbeginn abhängt. Mit den Ergebnissen dieser Studie konnte gezeigt werden, dass die geschlossene Elongation gegenüber anderen Behandlungsmethoden einen geringen Vorteil im Hinblick auf die posttherapeutischen parodontalen Verhältnisse hat.

Die vorliegende Arbeit bestätigt in wesentlichen Teilen die Aussagen der themenbezogenen wissenschaftlichen Literatur, die überwiegend der geschlossenen Methode zur Einstellung retinierter und verlagertes Zähne den Vorzug gibt.

6. Schrifttum

Adloff P.:

Über Zahnretention.

Dtsch Zahnärztl Wschr. 13, 289 (1910)

Becker A.:

Palatal canine displacement: guidance theory or an anomaly of genetic origin?

Angle Orthod. 65: 95-8 (1995)

Becker A.:

Einordnung verlagerter Zähne: kieferorthopädisches Problemmanagement mit festsitzenden Behandlungsmechaniken.

DÄV / Hanser (1999)

Becker A., Kohavi D., Zilberman Y.:

Periodontal status following the alignment of palatally impacted canine teeth.

Am J Orthod. Volume 84, Nr. 4: 332-336 (1983)

Becker A., Shpack N., Shteyer A.:

Attachment bonding to impacted teeth at the time of surgical exposure.

Eur J Orthod. 18: 457-463 (1996)

Beckers H., Neufang H.J.:

Zur operativen Freilegung und orthodontischen Einordnung retinierter und verlagertes Eckzähne.

Dtsch Zahnärztl Z. 38, 532-537 (1983)

Van Beek H.:

Kieferorthopädisch-chirurgische Behandlung impaktierter oberer Eckzähne.

Inf Orthod Kieferorthop 34; 89-94 (2002)

Berten J.L., Schmelzeisen R., Schwarz M.:

Die operative Freilegung retinierter und verlagertes Zähne der zweiten Dentition.

1. Kieferorthopädische Indikation und Prognose.

Dtsch Zahnärztl Z. 42 167-170 (1987)

Bishara S., Orth D., Kommer D., McNeil M., Montagano L., Oesterle L., Youngquist W.:

Management of impacted canines.

Am J Orthod. 69: 371-387 (1976)

Brin I., Becker A., Shalav M.:

Position of the maxillary permanent canine in relation to anomalous or missing lateral incisors: a population study.

Eur J Orthod. 8: 12-16 (1986)

Bull H.-G., Lentrodt J., Zentner C.:

Technik und Ergebnisse der chirurgisch-kieferorthopädischen Einordnung verlagerter und retinierter Eckzähne.

Fortschr Kiefer- u. Gesichtschir. 21, 101 (1976)

Crescini A., Clauser C., Giorgetti R., Cortellini P., Pini Prato GP.:

Tunnel traction of infraosseous impacted maxillary canines. A three-year periodontal follow-up.

Am J Orthod Dentofac Orthop. 105: 61-72 (1994)

Dausch-Neumann D.:

Der Durchbruchsweg bleibender Eckzähne.

Fortschr Kieferorthop. 31: 9-16 (1970)

Deutsche Gesellschaft für Parodontologie (DGP):

Neue verbesserte Nomenklatur für die Parodontopathien.

Dtsch Zahnärztl Z. 42: 851 (1987)

Diedrich P.:

Bracket-Adhäsivtechnik in der Zahnheilkunde.

München, Wien; Hauser (1983)

Diedrich P.:

Die kieferorthopädische Einordnung retinierter Zähne.

Dt. Zahnärzte Kalender S. 85 (1986)

Droschl H., Eskici A., Pilarz G.F.:

Behandlung retinierter Front- und Eckzähne – eine gemeinsame Aufgabe für Kieferchirurgen und Kieferorthopäden.

Fortschr Kieferorthop. 38: 161-170 (1977)

Ericson S., Kurol J.:

Radiographic assessment of maxillary canine eruption in children with clinical signs of eruption disturbance.

Eur J Orthod. 8: 133-140 (1986)

Ericson S., Kurol J.:

CT diagnosis of ectopically erupting maxillary canines – a case report.

Eur J Orthod. 10: 115-120 (1988)

Fleischer-Peters A.:

Ursächliche Zusammenhänge bei der Dentitio tarda.

Fortschr Kieferorthop. 31, 27 (1970)

Freisfeld M., Schüller H.:

Anwendungsmöglichkeiten der Computertomographie in der Kieferorthopädie.

Prakt Kieferorthop. 6: 169-182 (1992)

Fritz U., Diedrich P., Ehmer A.: (I)

Implantatgestützte orthodontische Verankerung.

ZM 93, Nr. 22: 2822-2829, 16.11.2003

Fritz U., Diedrich P., Kinzinger G., Al-Said M.: (II)

Die Verankerungsqualität von Miniimplantaten gegenüber Zug- und Extrusionskräften.

Fortschr Kieferorthop. 64: 293-304 (2003)

Gabka J., Kaspar E.:

Statistische Übersicht über retinierte Zähne.

Fortschr Kieferorthop. 36: 331-339 (1975)

Gaulis R., Joho J.-P.:

Parodonte marginal de canines supérieures incluses. Evaluation suite à différentes méthodes d'accès chirurgical et de système orthodontique.

Schweiz Mschr Zahnheilk. 6, 1249 (1978)

Glatzmaier J.:

Das Orthosystem – Neue Verankerungsmöglichkeiten mit orthodontischen Implantaten.

ZBay 42-44, 11-2000

Hansson C., Linder-Aronson S.:

Gingival status after orthodontic treatment of impacted upper canines.

Europ Orthodont Soc Trans. 433 (1972)

Harzer W., Mahdi Y., Reinhardt A., Tellkamp H.:

Erfolgsbewertung der chirurgisch-kieferorthopädischen Einordnung retinierter Eckzähne.

Informationen 4/89

Heckmann U.:

Retention von Zähnen, ihre Ursachen und Behandlungsmöglichkeiten.

Zahnärztl. Welt 67, 8 (1966)

Hitchin AD.:

The impacted maxillary canine.

Br Dent J. 100: 1-12 (1956)

Hotz R.:

Orthodontie in der täglichen Praxis.

Hans Huber, Bern, S.383 (1970)

Jacoby H.:

The etiology of maxillary canine impactions.

Am J Orthod. 84: 125-132 (1983)

Karwetzky R.:

Die Bedeutung der Eckzahneinordnung beim Lückenschluss im Oberkiefer.

Fortschr Kieferorthop. 30: 189-193 (1969)

Klein B.:

Über Retention der Zähne.

Österr.-Ung. Vjschr Zahnheilk. 31: 272 (1915)

Kohavi D., Zilberman Y., Becker A.:

Surgical exposure, orthodontic movement und final tooth position as factors in perodontal breakdown of treated palatally impacted canines.

Am J Orthodont. 56: 589 (1969)

Kompsch G., Anhalt H.:

Die kieferorthopädische Einordnung verlagerter Zähne – Indikation, Technik und Ergebnisse.

Dtsch Zahnärztl Z. 42: 162-166 (1987)

Krüger E.:

Operationslehre für Zahnärzte.

Quintessenz Verlag Berlin (1993), 8. Auflage

Luniatschek F.:

Ursachen und Formen der Zahnretention.

Dtsch Mschr Zahnheilk. 24: 265 (1906)

Lutz F., Burkkart R.:

Das Concise Enamel Bond System, eine Alternative?

Schweiz Mschr Zahnheilk. 84, 10; 1113 (1974)

McBride L.J.:

Traction – a surgical / orthodontic procedure.

Am J Orthod. 76: 287-299 (1979)

McKay Ch.:

The unerupted maxillary canine.

Brit dent J. 145: 207 (1978)

Metzler C.:

Neue kieferorthopädische Behandlungsmöglichkeiten mit Implantaten des Orthosystem.

1. Orthosystem-Kurs an der Universität Bern

Schweiz Monatsschr Zahnmed. 108 (7): 698-699 (1998)

Miller BH.:

The influence of congenitally missing teeth on the eruption of the upper canine.

Dent Pract Dent Rec. 13: 497-504 (1963)

Müller H.-P.:

Parodontologie.

Stuttgart; New York: Thieme (2001) (Checklisten der Zahnmedizin)

Odenrick L., Modeer T.:

Periodontal status following surgical-orthodontic alignment of impacted teeth.

Acta Odontol Scand. 36: 233-236 (1978)

Paschos E., Rudzki-Janson I.:

Eckzahnverlagerung – Ätiologie, Komplikationen und Diagnostik.

BZB/Juni/04/BLZK&KZVB 36-38

Rechmann P., Schreiner G., Herforth A.:

Nachuntersuchung zur parodontalen und mukogingivalen Situation nach operativer Eckzahnfreilegung.

Dtsch Zahnärztl Z. 42: 489-493 (1987)

Reichart P.:

Zur Technik der operativen Freilegung retinierter Zähne.

Zahnärztl Prax. März 11; 34 (3) 110-2; (1983)

Reitan K.:

Clinical and histologic observation on tooth movement during and after orthodontic treatment.

Am J Orthod. 53: 721 (1967)

Sass T.:

Zur Einordnung retinierter Eckzähne des Oberkiefers unter prognostisch ungünstigen Voraussetzungen.

Dtsch Zahnärztl Z. 42: 174-176 (1987)

Saxer UP., Mühlemann R.:

Motivation und Aufklärung.

Schweiz Mschr Zahnheilk. 85: 905 (1975)

Scheff J.:

Retention; Rudimentärzähne, Verwachsung des Zahnbeines mit dem Knochen.

Handbuch der Zahnheilkunde, Alfred Hölder, Wien und Leipzig, S. 688 (1909)

Schilli W., Krekeler G.:

Der verlagerte Zahn.
Quintessenz, Berlin (1984)

Schmelzeisen R., Berten J.L., Schwarz M.:

Die operative Freilegung retinierter und verlagerte Zähne der zweiten Dentition.
2. Planung und Durchführung der Freilegung
Dtsch Zahnärztl Z. 42: 171-173 (1987)

Schour I., Massler M.:

The development of the human dentition.
J Am Dent Assoc. 28: 1153-60 (1941)

Shapira Y., Kuflinec M.:

Treatment of impacted cuspids. The hazard lasso.
Angle Orthodont. 51: 203-7 (1981)

Silness J., Löe H.:

Periodontal diseases in pregnancy. II. Correlation between oral hygiene and periodontal condition.
Acta Odontol Scand. 22: 121 (1963)

Sliwowska B., Miethke R.-R.:

Implantate als Verankerungselemente in der kieferorthopädischen Therapie.
ZM 91, Nr. 23, 2776-2779, 01.12.2001

Stahl F., Grabowski R., Wigger K.:

Epidemiologischer Stellenwert der „genetisch determinierten Störanfälligkeit der Gebissentwicklung“ nach Hoffmeister.

Fortschr Kieferorthop. 64: 243-55 (2003)

Tay F., Pang A., Yuen S.:

Unerupted maxillary anterior supernumerary teeth: report of 204 cases.

J Dent Child. 51: 289-94 (1984)

Trauner R., Byloff-Clar H., Stephantschitz E.:

Die Vererbung und Entwicklung der Zahn- und Kieferstellungsanomalien.

Fortschr Kieferorthop. 22: 1-71 (1961)

Tränkmann J.:

Möglichkeiten und Grenzen der Einordnung retinierter und verlagertes Eckzähne.

Zahnärztl. Prax. Okt. 6; 23(19); 514-518; (1972)

Tränkmann J.:

Häufigkeit retinierter Zähne der zweiten Dentition.

Dtsch Zahnärztl Z. 28: 415-420 (1973)

Tränkmann J.:

Die orthodontische Vertikalbelastung operativ freigelegter retinierter Zähne.

Dtsch Z Mund-Kiefer-Gesichts-Chir. 4: 161-165 (1980)

Tränkmann J.:

Zur Indikation der Freilegung retinierter Zähne.

Zahnärztl Prax. Okt , 33; 439-449 (1982)

Vanardall RL, Corn H.:

Soft-tissue management of labially positioned unerupted teeth.

Am J Orthod. 72: 53-64 (1977)

Vermette ME, Kokich VG, Kennedy DB:

Uncovering labially impacted teeth: apically positioned flap and closed-eruption technique.

Angle Orthod. 65: 23-32 (1995)

Watted N., Teuscher T., Wieber M., Peters Ch.:

Behandlungssystematik zur Einordnung palatinal verlagerter Oberkiefereckzähne.

Quintessenz 50, 12, 1241-1250 (1999)

Watted N., Teuscher T., Wieber M., Peters Ch.:

Behandlungssystematik zur Einordnung bukkal verlagerter Oberkiefereckzähne.

Quintessenz 51, 6, 589-598 (2000)

Watted N., Teuscher T., Reinhart E.: (I)

Einordnung verlagerter Eckzähne im Oberkiefer.

Teil 1: Palatinal verlagerte Eckzähne.

Kieferorthop. 13: 19-34, (1999)

Watted N., Teuscher T., Reinhart E.: (II)

Einordnung verlagerter Eckzähne im Oberkiefer.

Teil 2: Bukkal verlagerte Eckzähne.

Kieferorthop. 13:103-114 (1999)

Watted N., Teuscher T., Hugo B.:

Behandlungskonzept zur kontrollierten Einstellung palatinal verlagerter Oberkiefereckzähne.

Kieferorthop. 18: 93-103 (2004)

Wehrbein H., Glatzmaier J., Mundwiller U., Diedrich P.: (I)

Das Orthosystem – ein neues Implantatsystem zur orthodontischen Verankerung am Gaumen.

Fortschr Kieferorthop. 57 (3): 142-153 (1996)

Wehrbein H., Merz BR., Diedrich P., Glatzmaier J.: (II)

The use of palatal implants for orthodontic anchorage – Design and clinical application of the orthosystem.

Clin Oral Impl Res. 7: 410-416 (1996)

Wieber M., Witt E.:

Langzeitbeobachtung nach Einstellung von verlagerten Zähnen mit besonderer Berücksichtigung von Ästhetik, Parodontalstatus und Sensibilität – Ein Patientenbericht.

Inf Orthod Kieferorthop. 34: 9-16 (2002)

Wisth P.J., Norderval K., Booe O.E.:

Periodontal status of orthodontically treated impacted canines.

Angle Orthodont. 46, 69 (1976)

Wisth P.J., Norderval K., Booe O.E.:

Comparison of two surgical methods in combined surgical-orthodontic correction of impacted maxillary canines.

Acta Odontolog Scand. 34: 53-57 (1976)

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Dr. Christian Michel möchte ich meinen herzlichen Dank für die freundliche Überlassung des Dissertationsthemas, die fachlichen Anregungen während der Arbeit sowie für die Erstellung des Referates aussprechen.

Herrn Prof. Dr. A. Renk danke ich für die Übernahme des Koreferates.

Weiterhin gilt mein Dank dem Praxisteam Prof. Michel, ohne deren Hilfsbereitschaft beim Auffinden und Durchsehen der vielen Patientenunterlagen ich verloren gewesen wäre.

Danken möchte ich auch all den kieferorthopädisch tätigen Kollegen, die mir sehr unbürokratisch Einsicht in ihre Unterlagen gewährten und beratend zur Seite standen.

Frau Martin aus der Bibliothek der ZMK Würzburg danke ich für die geduldige Unterstützung bei der Literaturrecherche.

Zuletzt möchte ich allen Freunden, Kommilitonen und Mitarbeitern der Universität danken, die mich bei dieser Arbeit motiviert, unterstützt und begleitet haben.

Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Stefanie Wolf
Geburtsort: Würzburg
Geburtsdatum: 08.10.1978
Familienstand: ledig, keine Kinder
Nationalität: deutsch
Wohnort: Scheffelstr. 7a
97072 Würzburg

Schul- und Hochschulausbildung:

09/1985 – 07/1989 Pleicher Grundschule Würzburg
09/1989 – 06/1998 Siebold-Gymnasium Würzburg
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife
05/2000 – 06/2005 Studium der Zahnmedizin
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
06/2005 Approbation als Zahnärztin

Berufsausbildung:

08/1998 – 07/2000 Ausbildung zur Zahnarzthelferin

Famulatur:

07/2005 – 10/2005 Cook Islands Dental Association Rarotonga

Berufstätigkeit:

Seit 03/2006 Vorbereitungsassistentin bei Würzburg



S. Wolf