

Diplomarbeit

Die kieferorthopädische Behandlung palatinal impaktierter Eckzähne unter besonderer Berücksichtigung der Behandlungsdauer

eingereicht von

Claudia Passrucker

Geb.Dat.: 14.09.1986

Zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der Zahnheilkunde

(Dr.ⁱⁿ med.dent.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt an der

Klinischen Abteilung für Kieferorthopädie

unter der Anleitung von

Univ.-Ass. Mag.^a DDr.ⁱⁿ Elisabeth Santigli

Zweitbetreuer

Univ.-Prof. Dr. Walther Wegscheider

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe. Ich habe sämtliche Autoren- und Verlagsrechte der verwendeten Literaturquellen beachtet, nur die angegebenen Quellen benützt und die den benutzen Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht.

Graz, Juni 2012

Danksagung

Während des Studiums und der Erarbeitung der vorliegenden Diplomarbeit haben mich viele Personen begleitet und unterstützt. Dafür möchte ich mich ganz herzlich bedanken.

Ganz besonderer Dank gilt:

Frau Univ.-Ass. Mag.^a DDr.ⁱⁿ Elisabeth Santigli für die hervorragende Unterstützung beim Schreiben dieser Arbeit. Jedes Treffen war eine Quelle neuer Motivation und Ideen. Die fürsorgliche Betreuung und familiäre Atmosphäre ermöglichten eine sehr angenehme Zusammenarbeit.

Herrn Univ.-Prof. Dr. med. univ. Walther Wegscheider für die freundliche Übernahme der Zweitkorrektur.

Großer Dank gilt meinen Eltern, die mich stets unterstützt haben und ohne sie mir das Studium in dieser Form nicht möglich gewesen wäre.

Harald, der mir immer Kraft gibt und mich motiviert meinem beruflichen Traum ein Stück näher zu kommen.

Zusammenfassung

Hintergrund und Ziel: Rund 3% der Eckzähne brechen nicht vollständig in die Okklusionsebene durch. Die kieferorthopädische Therapie von impaktierten Eckzähnen, mit oder ohne chirurgische Freilegung, ist eine wesentliche Maßnahme um negative okklusale Spätfolgen zu vermeiden. Aufgabe und Ziel der vorliegenden retrospektiven Untersuchung bestehen darin, die kieferorthopädische Behandlungsdauer retinierter und verlagertes Oberkiefer Eckzähne zu untersuchen. Mögliche Zusammenhänge zwischen anamnestischen, demographischen, anthropometrischen, topographischen und therapeutischen Merkmalen sowie der Behandlungsdauer sollen geprüft werden. Sie sind von prognostischem Interesse.

Material und Methoden: Zur Untersuchung der Fragestellung wurden retrospektiv Krankengeschichten von 41 PatientInnen, die zwischen 1972 und 2010 in der Kieferorthopädischen Abteilung der Medizinischen Universität Graz in Behandlung waren, ausgewertet. Insgesamt wurden 57 Oberkiefer Eckzähne von 16 männlichen und 25 weiblich Patienten beurteilt. Die Auswertung erfolgte mittels deskriptiver und explorativer Statistik. Für kategorielle Daten wurden Häufigkeiten, für kontinuierliche Daten Mittelwerte und Standardabweichungen berechnet. Zusammenhänge zwischen Endgrößen der Behandlungsdauer und möglichen bestimmenden Faktoren wurden untersucht.

Ergebnisse: Der Winkel α (Winkel der Zahnachse zur Okklusionsebene) und der Winkel β (Winkel der Zahnachse zur Mittellinie) stehen signifikant mit allen untersuchten Kenngrößen der Behandlungsdauer in negativer (α) bzw. positiver (β) Korrelation. Für α und β gelten Zusammenhänge zur Gesamtbehandlungsdauer ($r = -.442$ bzw. $r = .450$), zur Dauer ab Zug ($r = -.430$ bzw. $r = .441$), zur Gesamtzahl der Behandlungstermine ($r = -.489$ bzw. $r = .508$) und zur Zahl der Besuche ab Zug ($r = -.431$ bzw. $r = .447$). Je größer der Winkel α und je kleiner der Winkel β desto geringer die Behandlungsdauer bzw. die Anzahl der Besuche. PatientInnen mit vorangegangenem Gesichtstrauma haben eine signifikant kürzere Behandlungsdauer und benötigen signifikant weniger Behandlungssitzungen (Behandlungsdauer ab Zug: $p = .044$, Gesamtanzahl der Besuche $p = .017$). Letzteres gilt auch für PatientInnen mit schmalem Oberkiefer. Alle anderen geprüften Parameter zeigen keine signifikanten Zusammenhänge.

Diskussion und Schlussfolgerung: Die Ergebnisse für α und β stimmen mit jenen aus der Fachliteratur überein [1] [2]. Ein Zusammenhang zwischen Behandlungsdauer und dem Abstand zwischen Kronenspitze und Okklusionsebene kann nicht bestätigt werden. Die Tatsache, dass PatientInnen mit einem vorangegangenen Zahntrauma eine kürzere Behandlungsdauer haben, ist nicht schlüssig zu erklären und müsste in Studien größerer Fallzahl geprüft werden. Die kleine Fallzahl, retrospektive und unsortierte Daten aus Krankengeschichten sowie die vereinheitlichte statistische Auswertung unilateraler und bilateraler Eckzähne werden als Einschränkungen der vorliegenden Arbeit erkannt. Eine standardisierte Datenerhebung unter spezieller Berücksichtigung von für retinierte Eckzähne relevanter Parameter, kann zukünftige prospektive oder retrospektive Studien in ihrer Qualität verbessern. Aufgrund der niedrigen Prävalenz empfehlen sich Kooperationen mit anderen Kliniken und/oder niedergelassenen ZahnärztInnen. Ein vertieftes Wissen über eine mögliche Beschleunigung der Behandlungsdauer retinierter Eckzähne soll zu einer Verbesserung der Lebensqualität betroffener PatientInnen und KieferorthopädInnen beitragen.

Abstract

Background and Aim: Approximately 3% of the maxillary canines do not erupt completely into the occlusal plane. The orthodontic treatment, with or without surgical exposure is a decisive measure to prevent the number of possible negative occlusal sequelae. The purpose of this retrospective study was to investigate the duration of treatment after orthodontic therapy. Possible correlations between anamnestic, demographic, anthropometric, and topographical features and the therapeutic treatment should be tested. They are of prognostic interest.

Material and Methods: Records of 41 patients, who were treated in the orthodontic department at the Medical University of Graz between 1972 and 2010, have been retrospectively evaluated. Altogether 57 maxillary canines of 16 male and 25 female patients were assessed. The analysis was performed using descriptive and exploratory statistics. For categorical data frequencies were calculated, for continuous data mean values and standard deviations. Associations between characteristic parameters of treatment time and possible determining factors were examined.

Results: The inclination angle α (angle of the tooth axis to the occlusal plane) and angle β (angle of the tooth axis to the center line) are significantly correlated to all tested parameters of treatment duration in a negative (α) resp. positive (β) correlation. For α and β relationships apply to the total treatment duration ($r=.442$ resp. $r=.450$), the duration from force to end ($r=-.430$ resp. $r=.441$), the total number of visits ($r=-.489$ resp. $r=.508$) and the number of visits from force to end ($r=.431$ resp. $r=.447$). The larger the angle α and the smaller the angle β the lower is the treatment period or the number of visits. Patients with previous facial trauma have a significantly shorter duration of treatment and require significantly fewer treatment sessions (treatment duration from force to end: $p=.044$, total number of visits $p=.017$). The latter also applies to patients with narrow upper jaw. All other parameters tested showed no significant correlations.

Discussion and Conclusion: The results for α and β are consistent with the outcomes of other publications [1] [2]. A correlation between the distance from the crown tip to the occlusal plane and the treatment duration couldn't be confirmed. The fact that patients with a trauma had shorter treatment duration cannot be explained

conclusively. This should be examined closely in studies with a larger number of patients. The small sample size, retrospective and unsorted data from medical records and the unified statistical evaluation of unilateral and bilateral canines are recognized as limitations of the present work. A standardized data collection with special consideration of relevant parameters for impacted canines can improve future prospective or retrospective studies in quality. Due to the low prevalence cooperation with other hospitals and/or practicing dentists are recommended. A deeper knowledge about a possible acceleration of treatment duration of impacted canines should contribute to improve the quality of life of affected patients and orthodontics.

Inhaltsverzeichnis

<i>Eidesstattliche Erklärung</i>	<i>ii</i>
<i>Danksagung</i>	<i>iii</i>
<i>Zusammenfassung</i>	<i>iv</i>
<i>Abstract</i>	<i>vi</i>
<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>viii</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>xi</i>
<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>xii</i>
1 Einleitung	1
1.1 Die Entwicklung des Eckzahns	1
1.2 Definition der Retention, Dystopie vs. Impaktierung	2
1.3 Ätiologie der Retention von Oberkiefereckzähnen	3
1.4 Prävalenz der Impaktierung	5
1.5 Klassifizierung der Impaktierung.....	5
1.5.1 Mandibulär versus maxillär	5
1.5.2 Uni- versus bilateral	5
1.5.3 Palatinale Impaktierung/Retention	5
1.5.4 labiale (vestibuläre) Retention	6
1.5.5 Palatinal versus labial	7
1.6 Geschlechterverteilung	7
1.7 Spätfolgen bei Durchbruchsstörungen.....	8
2 Diagnostik	10
2.1 Anamnese, Inspektion, Palpation	10
2.2 Röntgenbefund	11
2.2.1 Panoramaröntgen, Kephalemetrie und Einzelzahnaufnahmen.....	11
2.2.2 Computertomographie	14
2.2.3 Digitale Volumetomographie (Cone-Beam Tomographie)	15

3	Therapiemöglichkeiten palatinal retinierter Eckzähne.....	19
3.1	Prophylaxe im Jugendalter	19
3.2	Keine Behandlung	20
3.3	Oralchirurgische Methoden.....	20
3.3.1	<i>Extraktion als letzter Ausweg.....</i>	20
3.3.2	<i>Autotransplantation.....</i>	22
3.3.3	<i>Kieferorthopädischer Lückenschluss.....</i>	24
3.4	Restaurative Maßnahmen mittels Implantaten.....	24
3.5	Oralchirurgische - kieferorthopädische Einreihung	24
3.5.1	<i>Oralchirurgische Freilegung - Lokale Exzision (Fensterung)</i>	25
3.5.2	<i>Oralchirurgische Freilegung - Geschlossene Elongation.....</i>	25
3.5.3	<i>Oralchirurgische Freilegung - Offene Elongation.....</i>	26
3.6	Behandlungsdauer.....	27
3.7	Kieferorthopädische Einreihung.....	29
3.7.1	<i>Phasen der Einstellung.....</i>	30
3.7.2	<i>Attachement als Fixierungshilfe.....</i>	31
3.7.3	<i>Kraftapplikation.....</i>	32
3.7.4	<i>Chirurgisch-kieferorthopädische Gesamtbehandlungsdauer.....</i>	33
3.7.5	<i>Beurteilung des Behandlungserfolgs.....</i>	35
4	Material & Methode	36
4.1	Datenbasis und Probandengut	36
4.2	Datenverarbeitung	38
4.2.1	<i>Einzeldatenblatt.....</i>	38
4.2.2	<i>Lagebestimmung der retinierten Eckzähne bei Therapiebeginn.....</i>	38
4.2.3	<i>Achsenneigung.....</i>	41
4.2.4	<i>Abstand Kronenspitze - Okklusionsebene.....</i>	41
4.2.5	<i>Therapeutische Maßnahmen.....</i>	42
4.2.6	<i>Zeitliche Parameter.....</i>	42
4.2.7	<i>Chirurgische Freilegung.....</i>	43
4.2.8	<i>Behandlungstermine.....</i>	43

5	<i>Ergebnisse - Deskriptive Statistik</i>	44
5.1	Demographische Merkmale	44
5.2	Kieferorthopädische Merkmale der Malokklusion	45
5.3	Therapeutische Merkmale	46
5.4	Parameter zur Topographie der retinierten Eckzähne	46
5.5	Kenngößen zur Behandlungsdauer der retinierten Eckzähne	47
6	<i>Ergebnisse - Explorative Statistik</i>	49
6.1	Zusammenhänge zwischen den Kenngößen der Behandlungsdauer und den demographischen Parametern.....	49
6.2	Zusammenhänge zwischen den Kenngößen der Behandlungsdauer und anamnestischen Merkmalen	49
6.3	Zusammenhänge zwischen den Kenngößen der Behandlungsdauer und den kieferorthopädischen Merkmalen der Malokklusion	49
6.4	Zusammenhänge zwischen den Kenngößen der Behandlungsdauer und topographischen Parametern.....	50
7	<i>Diskussion und Konklusion</i>	54
8	<i>Anhang</i>	61

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Zahndurchbruch von Milch- und bleibenden Zähnen.....	1
Abb. 2	Die laterale Inzisivuswurzel als Leitplanke für den Eckzahndurchbruch..	2
Abb. 3	Ursachenspektrum retinierter Eckzähne.....	3
Abb. 4	Palatinal impaktierter Eckzahn nach seiner Freilegung mit Attachment und Gummikette	6
Abb. 5	Pathologische Lageveränderungen eines Eckzahnes	6
Abb. 6	Labial impaktierter Eckzahn nach seiner Freilegung	7
Abb. 7	Orthopantomogramm: Resorption der Schneidzahnwurzel	9
Abb. 8	Orthopantomogramm: retinierte Oberkiefereckzähne.....	11
Abb. 9	Aufbissaufnahme zweier retinierter Oberkiefereckzähne	12
Abb. 10	„Buccal Object Rule“	13
Abb. 11	Digitaler Volumentomograph Planmeca Pro Max 3D	15
Abb. 12	Konusförmigen Röntgenstrahl (DVT).....	17
Abb. 13	Winkel des Eckzahnes zur Mittellinie.....	19
Abb. 14	Überlagerung der Schneidezähne durch die Eckzahnkrone.....	19
Abb. 15	Chirurgische Freilegung des Eckzahnes von bukkal	21
Abb. 16	Chirurgische Freilegung des Eckzahnes von palatinal	21
Abb. 17	Autotransplantation - Vorgehensweise	23
Abb. 18	Bikortikale Verankerung eines Implantates.....	24
Abb. 19	Ergebnis der Implantation.....	24
Abb. 20	Kortikotomiegestützte Freilegungsmethode nach Fischer	28
Abb. 21	Ballista Loop	29
Abb. 22	Eckzahntraktion mittels Easy Cuspid.....	29
Abb. 23	Fixiertes Federsystem mit Zugrichtung nach disto-kaudal.....	30
Abb. 24	Fixiertes Federsystem mit Zugrichtung nach disto-bukkal.....	30
Abb. 25	Eyelet	32
Abb. 26	Auszug aus der Datenmatrix und dem Codierungsblatt	39
Abb. 27	Beispiel Erhebungsdatenblatt.....	40
Abb. 28	Erfassung der Winkel nach der Methode von Crescini et al.	41
Abb. 29	Messung des Abstandes d nach der Methode von Crescini et. al.	42
Abb. 30	Boxplotdarstellung: Altersverteilung	44
Abb. 31	Boxplotdarstellung: Kenngrößen der Behandlungsdauer	48

Abb. 32	Korrelationsdarstellung: SNA – Winkel und Behandlungssitzungen.....	50
Abb. 33	Korrelationen des Winkels Alpha mit allen Kenngrößen der Behandlungsdauer	51
Abb. 34	Korrelationen des Winkels Beta mit allen Kenngrößen der Behandlungsdauer	52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Strahlenexpositionsvergleich.....	18
Tabelle 2	Alter- und Geschlechterverteilung der PatientInnen.....	44
Tabelle 3	Kieferorthopädische Merkmale der Malokklusion.....	45
Tabelle 4	Topographische Merkmale.....	46
Tabelle 5	Radiologische Merkmale	47
Tabelle 6	Kenngrößen der Behandlungsdauer	47
Tabelle 7	Korrelation zwischen den Kenngrößen der Behandlungsdauer mit einzelnen Parametern	53

1 Einleitung

1.1 Die Entwicklung des Eckzahns

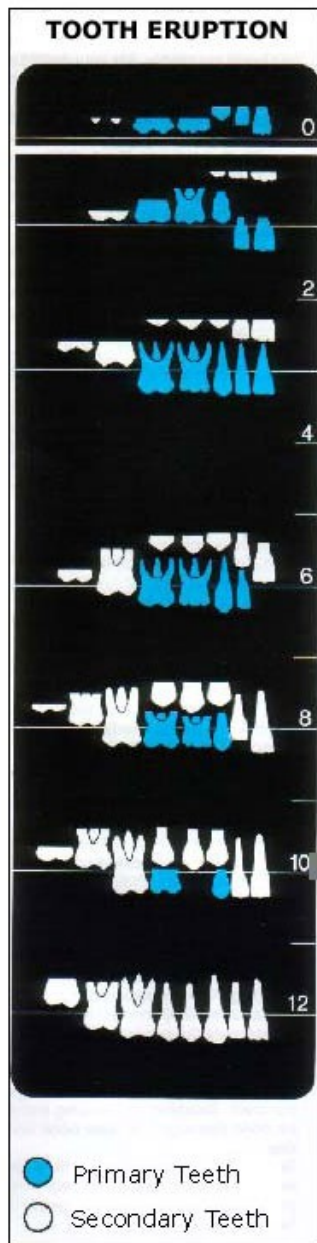


Abb. 1 Zahndurchbruch von Milch- und bleibenden Zähnen.
[<http://www.blissdentistry.net.au/images/childrens-teeth/tooth-eruption.jpg>]

Der maxillare Caninus macht nicht nur die längste Entwicklung aller Zähne durch, sondern hat auch den längsten und kompliziertesten Durchbruchweg im Kiefer zurückzulegen. Die Dauer von der Zahnkeimentwicklung bis zur vollständigen Eruption in die Okklusionsebene, beträgt im Schnitt 12 Jahre. Diese Charakteristik macht den Eckzahn sehr anfällig für zahlreiche ungünstige äußere Einflüsse, auf die noch eingegangen wird [3].

Der Zahnkeim des bleibenden oberen Eckzahnes entwickelt sich ca. im vierten bis fünften Lebensmonat (Abb. 1) hoch im Alveolarknochen an der Vorderwand des Sinus maxillaris.

Mit ca. 3 Jahren befindet er sich unterhalb der Orbita, jedoch noch oberhalb der Nasenbodenebene, zwischen Nasen- und Kieferhöhle. Die Schneidezähne beginnen nach bukkal durchzutreten, mit zeitgleicher Resorption der Wurzeln ihrer Vorgänger. Mit ca. 6 Jahren befindet sich die Eckzahnkronenspitze auf Höhe des Nasenbodens. Der Zahn folgt einer mesiolabialen Bahn bis er das distale Ende der lateralen Incisivuswurzel erreicht, die ihm in der Folge als Leitplanke dient (Abb. 2) [4].



Abb. 2
Die lateralen Schneidezahnwurzel dient als Leitplanke für den Eckzahndurchbruch. [Diedrich P., Kieferorthopädie 4th ed., 2000, S78]

Mit Hilfe des lateralen Schneidezahnes kann sich der Zahn allmählich aus der Schrägposition aufrichten und ein vertikaler Durchbruchsverlauf wird ermöglicht. Der Caninus liegt immer noch palatinal der Milcheckzahnwurzel und in enger Beziehung zu den mesialen Wurzeln des ersten Prämolaren des Oberkiefers. Mit ca. 10 Jahren bewegt sich der Eckzahn immer weiter nach bukkal und resorbiert dabei von palatinal die Wurzel seines Vorgängers. Im Alter von ca. 12 Jahren erreicht er idealerweise seine endgültige Position im Zahnbogen [3] [5].

1.2 Definition der Retention, Dystopie vs. Impaktierung

Das kennzeichnende Symptom einer **Retention** oder **Dystopie** (Verlagerung) ist ein verzögerter Durchbruch des Zahnkeimes. Der Eckzahn kann sich in physiologischer oder unphysiologischer Lage im Kiefer befinden.

Die Dystopie ist eine Störung des Durchbruchs, bei der der Zahnkeim von seiner Normalposition abweicht.

Bei der Retention wiederum liegt eine korrekte Keimlage vor, die Okklusionsebene ist aber nach Abschluss des Wurzelwachstums noch nicht erreicht. Man unterscheidet teilretinierte von komplett retinierten Zähnen.

Impaktiert sind jene Zähne, die derart positioniert sind, dass es für sie unmöglich ist, durchzubrechen. Sie sind vollständig von Knochen umgeben [6].

Störfaktoren in kritischen Phasen der Dentition können zu einer Eckzahnretention führen, wie z. B. die Distalkippung, Rotation, Aplasie oder Atrophie des lateralen Inzisivus im Oberkiefer (Leitplankenverlust). Der Leitplankenverlust hat zur Folge,

dass sich der Eckzahn zunehmend in Richtung mesialer Schneidezähne bewegt. Resultierende Komplikationen sind beispielsweise eine Mesialklippung der Schneidezahnkronen, die Resorption der Wurzeln benachbarter Zähne und die Änderung des Durchbruchweges des Eckzahnes [5] [1] [4].

1.3 Ätiologie der Retention von Oberkiefereckzähnen

Warum Oberkiefereckzähne impaktieren ist bis heute weitgehend unklar. Meist führt ein multifaktorielles Geschehen zum Problem.

Allgemein werden fibrile Zustände, Hormonstörungen, Strahlenexposition, Vitamin D-Mangel, Syndrome (Apert, Down, Gardner usw.) und weitere genetisch bedingte Einflüsse als Ursache diskutiert [1] [6] [7].



Abb. 3 Ursachenspektrum retinierter Eckzähne. [Dietrich P, Kieferorthopädie 4th ed.,2000, S78]

Zahn- und kieferbezogene Ursachen, die zu einer Impaktierung beitragen, lassen sich wie folgt unterscheiden: [1] [4] [7] (Abb. 3)

- atypische Keimlage (hereditär oder traumatisch bedingt)
- Abweichung der Zahngröße und Kieferbogenlänge
- Engstand, bedingt durch zu frühen Verlust des Milcheckzahnes
- ankylotische Verbindung zwischen Zahnwurzel und Alveolarknochen
- Resorptionsstörung der Milcheckzahnwurzel
- Kieferspalt (führen zu einer Raumproblematik)
- Zystische und/oder neoplastische Veränderungen (Odontome, Zahnüberzahl)
- Kleine oder fehlende laterale Inzisivi
- Verkürzte bzw. aplastische Wurzel des lateralen Schneidezahns
- Traumatisch Ursachen
- Iatrogene Ursachen
- Idiopathische Ätiologie

Platzverhältnisse

Jacobs et al. [8] konnten in ihrer Reviewarbeit keine Studien finden, die darauf hinweisen, dass ein zu schmaler Oberkiefer oder ein verfrühter Verlust von Milchzähnen und daraus folgender Platzmangel für die Retention der Eckzähne verantwortlich ist. Dewel hat laut Jacobs et.al. festgestellt, dass Eckzähne sogar häufiger bei normaler Kieferbogenlänge impaktieren, als bei verkürzter. Die Autoren Bass und Jacoby haben sich in ihren Studien ebenfalls mit den Platzverhältnissen im Kiefer beschäftigt. Aus diesen geht hervor, dass 36% von 137 Patienten mit palatinal retinierten Eckzähnen (Studie von Bass) und 85% von 40 Patienten (Studie von Jacoby) keinen Engstand im Kieferbogen hatten, aber 100%, (n=10, Bass) und 83% (n=6, Jacoby) jener, die eine labiale Impaktierung aufweisen [8].

Nach der Theorie von Jacoby wird dem Eckzahn bei übermäßigem Platzangebot im Front- und Seitenzahnbereich erlaubt nach palatinal in den Knochen zu wandern und einen Platz hinter den Knospen der anderen Zähne zu finden. Von einigen solchen Fällen berichtet auch Reddy, der diese Ansicht unterstützt. Traumatische Verletzungen in der Frontzahnregion des Oberkiefers in der frühen Phase der Zahnentwicklung, werden ebenso als ätiologischer Faktor in Betracht gezogen [4] [8].

Das kongenitale Fehlen von Zähnen beeinflusst offenbar die Platzsituation im Oberkiefer. Kongenital fehlende oder missgebildete laterale Schneidezähne sind häufig gemeinsam mit einer Impaktierung/Retention der Eckzähne zu finden. Diese Kombination lässt sich wie bereits beschrieben aufgrund des Führungsverlustes erklären. Jacobs berichtet ebenso in seiner Studie über die Ergebnisse von Bass. In dessen Untersuchung hatten 36 von 150 PatientInnen (24%) mit impaktierten Eckzähnen ebenso nicht angelegte Zähne vorzuweisen (3. Molaren ausgeschlossen). Die Resultate von Bjerklin, Kurol und Valentin, die sich mit der gleichen Thematik beschäftigen, geben ebenfalls Hinweise auf den Zusammenhang zwischen Anlage- und Eruptionsstörungen. Die Vererbung von Impaktierungen spielt hier wohl eine tragendere Rolle, als bisher angenommen [8].

1.4 Prävalenz der Impaktierung

Von allen Impaktierungen ist der Oberkiefer Eckzahn nach den dritten Molaren am zweithäufigsten betroffen. In Abhängigkeit der zitierten Literatur schwankt der Prozentsatz der Impaktionshäufigkeit. Dachi und Howell [9] berichten, dass die Prävalenz von maxillär impaktierten Eckzähnen bei 0,92% liegt. Thilander und Myrberg fanden bei 1,7% der schwedischen Bevölkerung und bei 3% der saudiarabischen Bevölkerung eine Eckzahnimpaktierung [10] [11].

1.5 Klassifizierung der Impaktierung

1.5.1 Mandibulär versus maxillär

Der Eckzahn ist 10–20 mal häufiger in der Maxilla verlagert, als in der Mandibula [4].

1.5.2 Uni- versus bilateral

Eine unilaterale Retention tritt fünfmal häufiger auf als eine bilaterale und der linke Oberkiefer ist prädisponiert [4]. Nach Dachi und Howell [9] kommen 8-10% aller palatinal impaktierten Oberkiefer Eckzähne bilateral vor, bei Jacobs [12] liegt das bilaterale Auftreten bei 17 bis 45% aller Impaktierungsfälle.

1.5.3 Palatinale Impaktierung/Retention

In der kieferorthopädischen Praxis ist die palatinale Retention oberer Eckzähne die am häufigsten auftretende Art der Verlagerung (Abb. 4). Eine frühe Milcheckzahnextraktion führt laut Ericson und Kurol zu einem Spontandurchbruch, unter der Bedingung, dass die Eckzahnkrone zwar über, aber nicht mesial der Wurzelfläche des oberen seitlichen Schneidezahnes hinausragt. Sollte das nicht der Fall sein, ist eine chirurgische Freilegung meist unvermeidbar [13].

Abb. 4 Palatinal impaktierter Eckzahn nach seiner Freilegung mit Attachment und Gummikette.
 [Bishara SE., Clinical Management of impacted maxillary canines, 1998]



Während der kieferorthopädischen Behandlung muss zuerst genügend Platz für den durchbrechenden Zahn geschaffen werden. Dieser ist in der Regel zwischen 7,5 und 8 mm breit und damit um 1-1,5 mm breiter als sein Vorgänger. Die Lage des palatinal impaktierten Zahns lässt sich wie folgt unterteilen [4]:

- a) Horizontallage, apikal vom zentralen und lateralen Schneidezahn mit der Spitze in Richtung Mittellinie.
- b) Lage im Bereich des zahnlosen Areals mit mesialer Kippung des Eckzahnes gegen den lateralen Inzisivus.
- c) Impaktierung in vertikaler Lage im zahnlosen Areal.

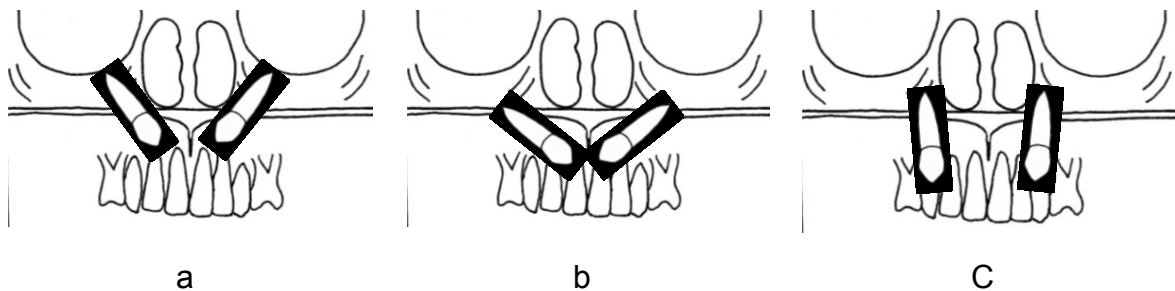


Abb. 5 pathologische Lageveränderungen des Eckzahnes [Passrucker C]

1.5.4 labiale (vestibuläre) Retention

Durch Verschiebung der Mittellinie und eines dadurch verursachten Platzmangels, oder der ektopen Wanderung der Eckzahnwurzel über die laterale Schneidezahnwurzel, kann es zu einer labialen Retention kommen (Abb. 6).

Die Feststellung der genauen Position ist eines der Hauptkriterien für eine erfolgreiche Therapie. Durch das Finden der individuell richtigen Operationsmethode (Schleimhautexzision, apikaler Verschiebelappen oder Tunnelverfahren) wird das Behandlungsergebnis stabil und ästhetisch befriedigend [13].

Abb. 6 Labial impaktierter Eckzahn nach seiner Freilegung. Das Attachment wurde so geklebt, dass die Richtung der Kraft den Eckzahn vom Nachbarzahn weg bewegt, um Komplikationen zu vermeiden. [Bishara SE., Clinical Management of impacted maxillary canines, 1998]



1.5.5 Palatinal versus labial

Das Verhältnis von palatinal zu labial impaktierten Zähnen beträgt 2 zu 1 [14]. Jacobs schreibt in seiner Publikation über die Ergebnisse von Peck et.al, die sich auf das Vorkommen und die Unterschiede bei Durchbruchsstörungen in der europäischen und asiatischen Population konzentrieren. Die Untersuchungen zwischen Europäern und Asiaten ergeben, dass bei letzteren nur halb so viele retinierte Oberkiefereckzähne vorliegen. Im Vergleich zu Asiaten werden bei Europäern 5-mal so häufig palatinale Impaktierungen dokumentiert [12].

Labial impaktierte Eckzähne sind wie bereits oben beschrieben, oft mit einer unzureichenden Kieferbogenlänge assoziiert [10].

Über 50 % der im Raum Asien lebenden Bevölkerung besitzt einen kegelförmigen, sich nach vorne zuspitzenden Kieferbogen, bei dem es in der Frontzahnregion zu einem Engstand kommt. Sind die Eckzähne labial impaktiert, befinden sie sich häufig im bukkalen Hoch- und Außenstand [4].

1.6 Geschlechterverteilung

In Untersuchungen wurde festgestellt, dass Frauen ein mehr als doppelt so hohes Risiko (1,17%) einer Impaktierung haben als Männer (0,51%) [9]. Laut Kuffinec et al. beträgt das Verhältnis Frauen zu Männern 2,5:1 [4].

1.7 Spätfolgen bei Durchbruchsstörungen

Ob ein unbehandelter retinierter Zahn Probleme bereitet, ist von Patient zu Patient unterschiedlich. Der Eckzahn kann einerseits bis ans Lebensende des PatientInnen ohne Schwierigkeiten zu bereiten im Kiefer verweilen, andererseits kann er aber auch Komplikationen mit sich bringen, die Auswirkungen auf das gesamte stomatognathe System haben.

Folgende Spätkomplikationen sind möglicherweise assoziiert mit einer Eckzahnretention [10]:

- Bukkal oder palatinale Fehlposition des Eckzahnes
- Platzmangel durch Wanderung der Nachbarzähne
- Okklusionsstörungen
- Verlust der Eckzahnführung
- interne Resorptionen (als Folge einer chronischen Pulpitis)
- Ausbildung follikulärer Zysten
- externe Wurzelresorptionen des Nachbarzahnes
- Infektionen assoziiert mit Teileruptionen
- Schmerzen
- Verminderte Ästhetik
- Kombinationen oben genannter Komplikationen

Aufgrund der bestehenden Gefahr von Spätfolgen (Ästhetik, Asymmetrie), ist es angezeigt eine genaue Überwachung der Entwicklung und Verfolgung des Eruptionsweges dieser Zähne während der halbjährlichen Untersuchung in der Praxis durchzuführen.

Retinierte bzw. verlagerte Zähne sind für die Kaufunktion nicht nutzbar. Die fehlende Eckzahnführung hat Einfluss auf den Funktionsablauf und die Belastung der Restbezaugung bei Seit- und Vorwärtsbewegungen [1] [10].

In der Studie von Liu et al. [15] wurde festgestellt, dass besonders die Mesialverlagerung der retinierten Eckzähne die Häufigkeit des Auftretens von Wurzelresorptionen an den lateralen Schneidezähnen beeinflusst (Abb. 7). Je weiter die Zahnkrone des impaktierten Zahnes nach mesial verlagert ist, desto höher ist auch die Wurzelresorptionsrate des benachbarten Schneidezahns. Resorptionen an den lateralen Inzisiven werden bei 27,2% (von 210

nachuntersuchten retinierten Eckzähne) festgestellt. In der CT-Studie von Ericson und Kuroi [16] waren es 38% und ganze 66,7% bei Walker et. al. [17]

Nach Verlust der persistierenden Milchzähne ergeben sich ästhetisch unschöne Lücken im Zahnbogen, welche zu Zahnkippungen mit konsekutiven Okklusionsstörungen führen können.

Engstand begünstigt Schmutznischenentstehung, daher ist aus karies- und parodontalprophylaktischen Gründen eine Behandlung sinnvoll [1].



Abb. 7 Das Orthopantomogramm zeigt schwerwiegende Resorption aller Schneidzahnwurzeln durch Verlagerung der palatinalen Eckzähne. [Nute SJ, Severe incisor resorption by impacted maxillary canines:case report and literature review, 2004]

2 Diagnostik

2.1 Anamnese, Inspektion, Palpation

Die schriftliche wie auch mündliche Erhebung der Anamnese ist Voraussetzung für jede Diagnosestellung. Es ist bei retinierten Eckzähnen unter anderem ein etwaiges familiäres Vorkommen von Impaktierungen und Nichtanlagen zu erfragen, ebenso, ob ein Milchzahntrauma (Intrusion mit Verletzung des Zahnkeims) im Kindesalter stattgefunden hat [18].

Danach erfolgt die klinische Untersuchung durch Inspektion und Palpation. Durch intraorale Palpation ist es möglich die labiale Eckzahnwölbung in Abhängigkeit vom Alter zu ertasten. Bei palatinaler Impaktierung fehlt eine solche. Asymmetrien können ebenfalls mittels Palpation festgestellt werden [10].

Normalerweise kann ein Oberkiefer Eckzahn im Alter von ca. 8 bis 9 Jahren im labialen Sulkus, oberhalb des Milcheckzahnes klinisch palpiert werden. Jene, die in dieser Art und Weise ertastet werden können, eruptieren laut Kuftinec et al. [4] physiologisch. Das Verbleiben des Milcheckzahnes über das 13. Lebensjahr hinaus, mit keinem Anzeichen einer labialen Zahnfleischvorwölbung, weist auf einen impaktierten Eckzahn hin und es sollte ein Röntgenbild angefertigt werden.

Gemäß Ericson und Kurol [16] ist das Nichtertasten eines Eckzahnes unter der Mukosa jedoch kein Beweis für eine Retention. Anhand von 505 untersuchten Schulkindern zwischen 10 und 12 Jahren fanden die Autoren heraus, dass bei 29% der 10 Jährigen, bei 5% der 11 Jährigen, aber nur noch bei 3% der 12 Jährigen, die Eckzähne nicht zu ertasten waren.

Auch die Position des lateralen Schneidezahnes sollte immer im Zuge der Erstuntersuchung überprüft werden. Dieser läuft Gefahr, dass der Eckzahn seine Wurzel resorbiert. Ein nach labial verdrängter Incisivus kann als Ursache einen nach mesial deplatzierten Eckzahn haben. Ein nach distal gekippter lateraler Schneidezahn wird häufig durch einen palatinal und mesial impaktierten Eckzahn verursacht. Eine klinische Untersuchung sollte deshalb stets durch radiologische Aufnahmen ergänzt werden [4].

2.2 Röntgenbefund

Im Rahmen einer kieferorthopädischen Diagnosestellung, Behandlungsplanung und –überwachung muss eine genaue Befunderhebung durch radiologische Methoden sichergestellt werden. Vor allem die Form und die Ausdehnung von interdentaler und interradiärer Knochenatrophien, Wurzellängen und Alveolarspaltbreiten, sowie pathologische Veränderungen in der periapikalen Region, lassen sich durch radiologische Aufnahmen darstellen [19].

2.2.1 Panoramaröntgen, Kephalemetrie und Einzelzahnaufnahmen

Orthopantomogramm

Das zahnärztliche Orthopantomogramm (OPG) gibt einen panoramaartigen Überblick über Ober- und Unterkiefersituation. Die Darstellung der Zähne in der Übersicht, mitsamt den Kiefergelenken und den Kieferhöhlenböden in einem Bild bei geringer Strahlenbelastung, sowie der raschen Exposition und Bildnachbearbeitung sind als Vorteil zu nennen. Das OPG ist die am häufigsten verwendete diagnostische Technik zur Identifizierung von Impaktierungen [20].

Ist der Zahn im Gegensatz zu den anderen Zähnen oder im Vergleich zum Eckzahn der Gegenseite vergrößert, befindet sich dieser näher an der Röhre und dies lässt auf eine palatinale Impaktierung schließen (Abb. 8). Umgekehrt, also bei Verkleinerung im Bild, ist der Zahn labial impaktiert. Diese Methode der Diagnostik ist ausreichend, wenn der Eckzahn weder rotiert, noch in Kontakt mit der Schneidzahnwurzel des Nachbarn steht [21].



Abb. 8 Orthopantomogramm: retinierte Oberkiefereckzähne (Pfeile weiß). Der rechte Eckzahn wirkt vergrößert. Dies ist ein Hinweis für eine palatinale Verlagerung. [Patientenbefund, Klinische Abteilung für Kieferorthopädie, Graz]

Im Falle einer Diagnosestellung mittels einer einfachen Panoramaröntgenaufnahme, ist die Verwendung eines CT- oder DVT- Bildes in Frage zu stellen, da dies eine erhöhte Strahlenbelastung für den Patienten bedeuten würde [22].

Die Zuverlässigkeit der Panoramaröntgentechnik liegt jedoch bei nur ca. 60%. Bei ca. 40% kommt es zu Problemen bei der genauen Lokalisation des Eckzahnes und es sind weiterführende diagnostische Maßnahmen nötig [23].

Kephalometrie

Ergänzende Informationen zur Hilfestellung der Lokalisation und Beziehung zu umgebenden Strukturen, wie z.B. Sinus Maxillaris und Nasenboden, können durch das laterale und frontale Kephhalogramm (Fernröntgen) erhalten werden [10]. Es zeigt ebenso die anterior-posteriore Position, eventuelle Kippung und Vertikallage des Eckzahns. Das seitliche Fernröntgen zählt zur Routinediagnostik in der Kieferorthopädie für die allgemeine Behandlungsplanung. Zur erweiterten Diagnostik retinierter Eckzähne ist die Kephhalometrie jedoch durch die Computertomographie und Cone Beam Tomographie abgelöst worden [7].

Okklusalaufnahme

Diese Aufnahmetechnik dient vor allem zur Darstellung pathologischer Strukturveränderungen am harten Gaumen. Bei dieser Technik verläuft die Strahlenrichtung nicht quer, sondern längs zum Zahn. Bei anteriorer und lateraler Aufbissaufnahme sind horizontale Verlagerungen der Eckzähne sichtbar (Abb. 9). Ebenso kann die labiopalatinale Position dargestellt werden [12].



Abb. 9 Aufbissaufnahme zweier retinierter Oberkiefereckzähne
[<http://www.medeco.de/index.php?id=338>]

Die genannten Methoden sollten jedoch durch zusätzliche Einzelaufnahmen in distal- oder mesialexzentrischer Projektionsrichtung ergänzt werden, um Überlagerungen von Strukturen auszuschließen. Überlagerungsfehler gestalten die Interpretation der Röntgenaufnahmen des Öfteren schwierig und die Ergebnisse sind teilweise unzuverlässig [10].

Einzelbildaufnahme

Sollte der Zahn sich noch innerhalb des Alveolarfortsatzes befinden, müssen Röntgenbilder in verschiedenen Winkeln aufgenommen werden (Abb. 10). Unter Verwendung der „Buccal Object Rule“ kann ein impaktierter Eckzahn lokalisiert werden. Diese Regel besagt, dass bei zwei Einzelzahnaufnahmen im Vergleich, das Objekt, das sich bukkal befindet, gegen die Strahlengangsrichtung wandert, im Gegensatz zum sich palatinal befindlichen Objekt [14].

Wenn diese Bewegung nur sehr klein ausfällt steht der Dens Caninus normal, also zentral im Alveolarkammknochen [4]. Wandert der gefragte Zahn jedoch mit der Bewegung des Strahlers mit, befindet er sich palatinal [21].

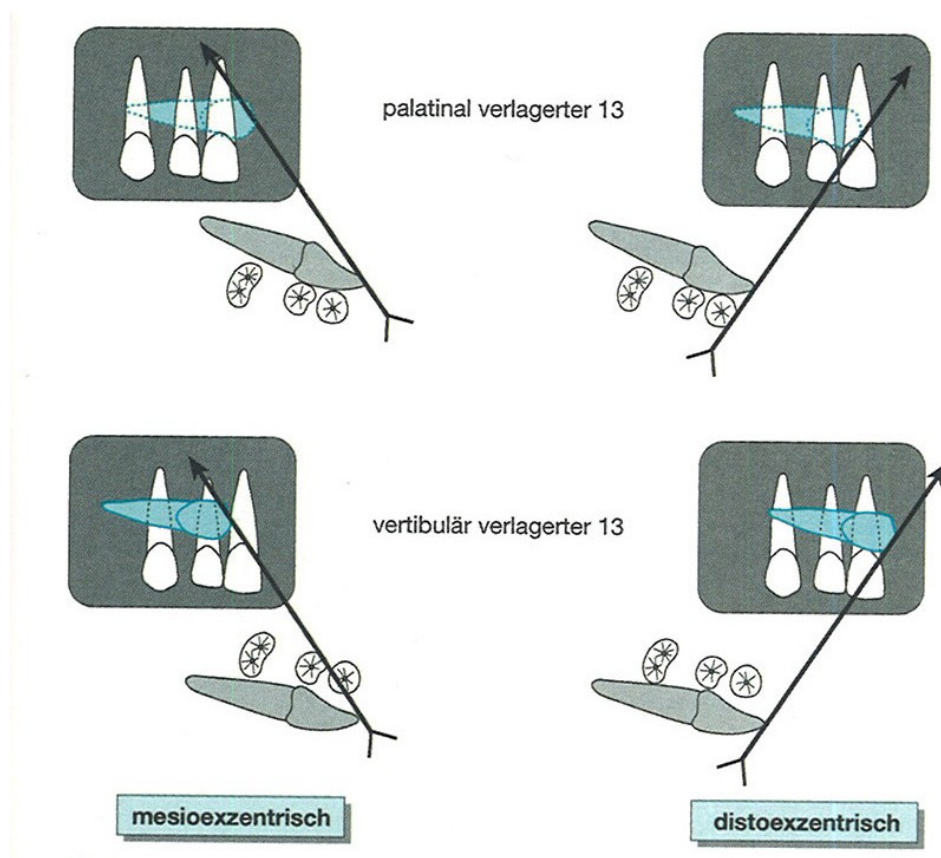


Abb. 10
Lokalisation eines verlagerten Eckzahnes. Es werden zwei Aufnahmen bei gleicher Lage des Films angefertigt: eine von mesial, eine von distal. Durch die scheinbare Wanderung des Eckzahnes in Bezug auf die durchgebrochenen Zähne lassen sich die palatinale Verlagerung (mit der Änderung der Richtung des Zentralstrahls) und die vestibuläre Verlagerung (entgegen der Änderung der Richtung des Zentralstrahls) unterscheiden. [Pasler FA, Visser H, Taschenatlas der zahnärztlichen Radiologie, S111]

2.2.2 Computertomographie

Die Verwendung einer Computertomographie zur Diagnostik in der Kieferorthopädie ist ein sehr kontroverses Thema. Die hohe Strahlenbelastung ist als erheblicher Nachteil zu nennen, daher sollte diese Methode nur bei strenger Indikation zur röntgenologischen Abklärung in Betracht gezogen werden.

Indikation eines 3D - CT Bildes:

- Die Informationen von herkömmlichen Untersuchungen bringen keine klare Diagnose hervor;
- der klinische Verdacht auf Wurzelresorption des angrenzenden Zahnes besteht und die Therapieplanung ist vom CT abhängig;
- Uni- oder bilateral impaktierte Eckzähne liegen vor und die Therapieplanung ist vom CT abhängig;

Kontraindikation eines 3D- CT Bildes:

- Die Position kann mittels OPG oder Einzelzahnaufnahmen festgestellt werden.
- Die Krone kann palatinal palpirt werden;
- Ein DVT steht zur Verfügung;

Allgemein:

- Schwangerschaft

Dreidimensionale Aufnahmen mittels Computertomographie sind bei oben genannten Indikationskriterien anzuwenden. Die Bildausgabe erfolgt digital und es lässt sich eindeutig die Position des Zahnes im Kiefer auf dem Bildschirm mittels Software dreidimensional beurteilen. Die Rekonstruktion der axialen Schichtbilder geschieht in Echtzeit.

3D-Scans helfen dem Untersucher die Position des impaktierten Eckzahnes zu eruieren und dessen Verbindung mit den umgebenden Strukturen zu veranschaulichen. Die Kenntnis der absoluten Position des impaktierten Zahnes im Kieferknochen ist deshalb so ausschlaggebend, da Wurzelspitzen der angrenzenden Zähne in Gefahr sein könnten und mögliche Resorptionen frühzeitig erkannt und verhindert werden können. Zugleich lässt sich die Führung

in der therapeutischen Phase nachvollziehen und eine Prävention von iatrogenen Schädigungen kann erfolgen [23].

Die Computertomographie wird aus einer Vielzahl von Detektorsignalen berechnet und das Objekt in einem Raster abgebildet, daher ist diese Technik weitgehend Überlagerungsfrei. Die Kosten und der Aufwand dieser Maschinen, sowie auch die hohe Dosis an Strahlenbelastung für die PatientInnen schränken dessen Anwendung jedoch ein [24].

2.2.3 Digitale Volumentomographie (Cone-Beam Tomographie)

Die vor allem für die Zahnmedizin, Oralchirurgie und Mund- Kiefer-Chirurgie entwickelte Cone-Beam Computertomographie, oder auch digitale Volumentomographie genannt, stellt eine neue Generation der Bildgebungsverfahren dar. Es ist ein sehr vielversprechendes Gerät aufgrund dessen Schnelligkeit der Volumsdarstellung und der im Vergleich zum CT geringeren Strahlenbelastung für die PatientInnen [24].

Seit Oktober 2007 besitzt die Universitätsklinik für Zahn-Mund- und Kieferheilkunde Graz im Department für Zahnärztliche Chirurgie und Röntgenologie ein Cone-Beam Tomographie Gerät (Planmeca Pro Max 3D®). Durch den Einsatz verschiedener Sensoren kann das Planmeca Pro Max 3D® neben 3D Scans auch Fernröntgen und Panoramaschichtaufnahmen herstellen und hat somit den Vorteil auch in zahnärztlichen Praxen eingesetzt zu werden.



Abb. 11
Digitaler Volumentomograph Planmeca Pro Max 3D
[<http://www.baumgartner-rath.de/produkte/dentalprodukte/3d-roentgengeraeete/images/Planmeca-ProMax-3D.jpg>.]

Indikation für DVT:

Zu den Einsatzbereichen zählen die Diagnostik von Kiefergelenkserkrankungen, zur präimplantologischen Beurteilung des Knochenangebots in der Implantologie, sowie die Diagnostik von intraossären Defekten in der Parodontologie [19].

Die Cone-Beam Computertomographie dient aber auch zur Diagnosegewährleistung bei Verdacht auf folgeschweren Verlagerungen von Eckzähne [15].

Technische Details zur DVT:

Im Gegensatz zur Computertomographie besitzt der digitale Volumentomograph (Abb. 11) einen konusförmigen Strahlungskegel (Abb. 12) und eine Bildverstärkerröhre mit Flachbilddetektor. Die hohe Bildqualität kommt dadurch zustande, da die Auflösung bei über 2 Linienpaaren pro Millimeter liegt und die Voxelgröße 0,125 mm beträgt. Man erhält sehr gute Kontrastergebnisse durch 4096 Graustufen, die auf einem 12-Bit Flachbilddetektor dargestellt werden. Es ist nur ein Umlauf nötig, um das gesamte Aufnahmefeld zu erfassen. Das Scanvolumen kann je nach Fragestellung individuell zwischen ganzer Schädelaufnahme und Detailscan ausgewählt werden. Der Patient befindet sich für ca. 76 Sekunden in dem sich 360° rotierenden Aufnahmegerät. Die Strahlenbelastung fällt jedoch geringer aus als beim herkömmlichen CT, da die Expositionszeit nur 18 Sekunden beträgt [19]. Da der Röntgenstrahl gepulst ist, beträgt die eigentliche Belichtungsdauer schlussendlich nur 6 Sekunden. Die Röhrenspannung liegt beim Planmeca Pro Max 3D® bei 50-84kV und die Röhrenstromstärke je nach Knochenvolumen und -dichte zwischen 0,5 und 16mA [25].

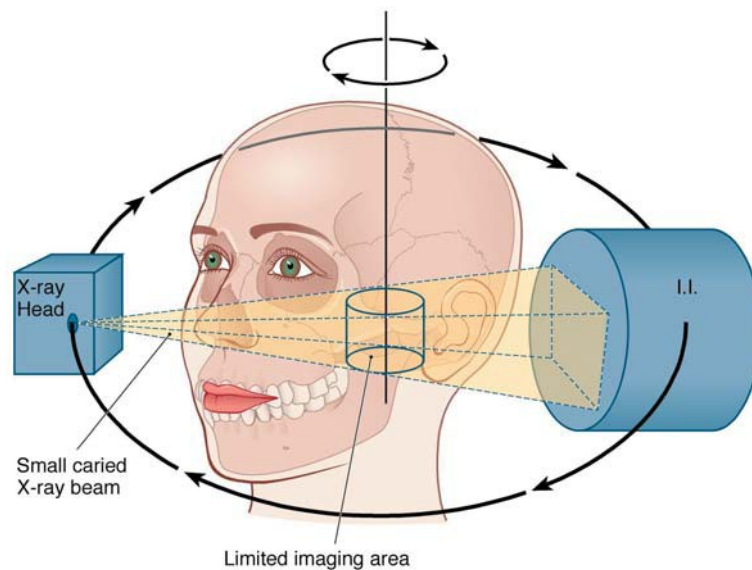


Abb. 12
 Darstellung des konusförmigen Röntgenstrahls, der von der Röntgenquelle aus auf den Bildverstärker trifft und durch 360°-Rotation ein zylindrisches Volumen von 3x4 cm bzw. 6x6 cm erfasst. [www.ndg-hno.de/resources/HNO-Mitteilungen+2008.pdf, S 49]

Auch die Bildqualität ist zufriedenstellend und es kommt zu keinen Verzerrungen und Überlagerungen. Mit Hilfe der DVT lassen sich Schnitte in der axialen, frontalen und sagittalen Ebene mit einer Dicke von 1,125 bis 2 mm darstellen, die danach rechnergestützt dreidimensional rekonstruiert werden.

Ein Vorteil der Digitalen Volumentomographie ist, dass durch eine spezielle Software das Rohdatenmaterial ausgewertet wird (Dauer maximal 3 Minuten) und auch die Transaktion auf externe Computer mit wieder abrufbaren 3D-Darstellung möglich ist und dort weiterbearbeitet werden kann.

Die Nachteile des Gerätes sind die Artefaktanfälligkeit, die jedoch geringer ausfällt als bei der Computertomographie, die hohen Kosten des Gerätes und die aufwendige EDV, die benötigt wird [19].

Um aussagekräftige Vergleiche über die Strahlenexposition anzustellen, müssten die Testbedingungen und technischen Parameter der verschiedenen Geräte unter gleichen Bedingungen ausgewertet werden, was sich als sehr schwierig gestaltet. An der Universität Düsseldorf wurde eine Dissertation über den Vergleich der Strahlenexposition bei der Digitalen- Volumentomographie (Gerät: DVT 9000), der Panoramaschichtaufnahme (Gerät: Sirona Orthophos C) und der Computertomographie (Gerät: Somatom Plus 4) veröffentlicht.

„Die Bestimmung der Strahlenexposition erfolgte an einem Alderson-Rando-Phantom mit Hilfe von Thermolumineszenzdosimetern (CaF₂- und LiF-TLDs)“ [26]. Die Ergebnisse werden in Tabelle 1 veranschaulicht.

Tabelle 1
Vergleich der Strahlenexposition zwischen Panoramaröntgen (Sirona Orthophos C), CT (Somatom Plus 4) und DVT (DVT 9000) an einem Alderson-Rado-Phantom. Dosiswerte sind in Millisievert angegeben. [26]

Messort	Orthophos C	Somatom Plus 4			DVT 9000
kV u. mA	73 kV 15 mA	140 kV 94 mA	140 kV 60 mA	140 kV 43 mA	110kV, 1,6-8,21 mA
Regio Incisivi	0,03 mSv	5,37 mSv	2,31 mSv	1,69 mSv	4,2 mSv
Kieferwinkel li	0,7 mSv	12,97 mSv	3,41 mSv	2,91 mSv	2,3 mSv
Kieferwinkel re	0,5 mSv	13,03 mSv	3,13 mSv	3,07 mSv	2,3 mSv
Regio 6er OK	0,3 mSv	23,09 mSv	10,64 mSv	5,58 mSv	3 mSv

Es wird berichtet, dass Röhrenspannung und –stromstärke, Field of View (FOV) und die Bauart des Cone-Beam Gerätes Einfluss auf die Strahlendosis haben [25]. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die DVT dieselben Rekonstruktionsmöglichkeiten von knöchernen Strukturen wie die CT ermöglicht, jedoch eine geringere Strahlenexposition als die Standard-CT-Aufnahme (94 mA) aufweist und damit in ähnlicher Größenordnung liegt wie die „dosisreduzierte“ CT-Untersuchung (43 mA).

3 Therapiemöglichkeiten palatinal retinierter Eckzähne

Die endgültige Entscheidung, ob ein impaktierter Eckzahn freigelegt und in die Okklusionsebene geführt werden kann oder dieser entfernt werden muss, wird durch radiologische Positionsmessung gefällt. Dabei stützt man sich auf folgende Informationen:

- Eckzahnwinkel zur Mittellinie (Abb. 13)
- Fortschritt der Wurzelbildung
- Überlagerung der lateralen Scheidezahnwurzel durch die Eckzahnkrone (Abb. 14)
- Vorhandensein von Wurzelanomalien

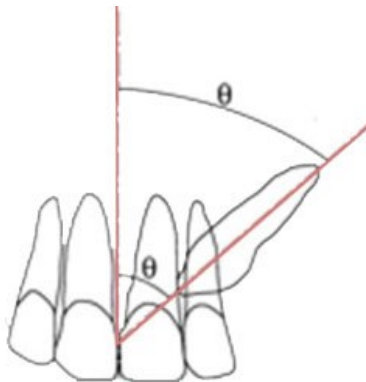


Abb. 13 Winkel des Eckzahnes zur Mittellinie
[Mohammed et al., Assessment of radiographic factors affecting surgical exposure and orthodontic alignment of impacted canines of the palate: A 15-year retrospective study,2009]

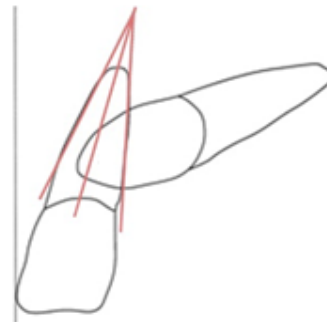


Abb. 14 Überlagerung durch die Eckzahnkrone
[Mohammed et al., Assessment of radiographic factors affecting surgical exposure and orthodontic alignment of impacted canines of the palate: A 15-year retrospective study,2009]

Aus ästhetischen und funktionellen Gründen ist eine Therapie von impaktierten Eckzähnen anzustreben. Es gibt unterschiedlichste Behandlungsmöglichkeiten für PatientInnen mit uni- oder bilateral impaktierten Eckzähnen [27].

3.1 Prophylaxe im Jugendalter

Impaktierte Eckzähne sind bei Erwachsenen schwerer zu behandeln, als bei Jugendlichen. Zuccati et al. verweisen auf die Studie von Becker, welcher behauptet, dass die Erfolgsrate bei den über 30-jährigen nur bei 41% liegt, bei jenen zwischen 20 und 30 Jahren aber bei 100%. Signifikante Unterschiede sind auch bei der Behandlungsdauer zu erkennen, die bei Erwachsenen deutlich länger ausfällt, als bei Jugendlichen [2].

3.2 Keine Behandlung

Keine Behandlung erfolgt, wenn der/die PatientIn eine solche ablehnt. In solchen Fällen sollten Behandelnde nach sorgfältiger Aufklärung der PatientenInnen, den impaktierten Zahn in periodischen Abständen kontrollieren, um pathologische Veränderungen frühzeitig zu erkennen. Die Prognose für die dauerhafte Erhaltung des Milcheckzahns ist schlecht, denn in den meisten Fällen kommt es zur Wurzelresorption und der Milchzahn fällt aus oder muss extrahiert werden [10].

3.3 Oralchirurgische Methoden

3.3.1 Extraktion als letzter Ausweg

Der Eckzahn sollte nur bei Ankylosierung, unmöglicher Transplantation, externer oder interner Wurzelresorption und schwerer Impaktierung (z.B. wenn der Eckzahn zwischen den Wurzeln der zentralen und lateralen Schneidezähne steckt und die Bewegung des Zahnes die beiden Nachbarzähne gefährdet) entfernt werden. Die Entfernung eines labial impaktierten Eckzahnes führt zwar anfänglich zu einer verbesserten Ästhetik, aber verkompliziert bzw. gefährdet das kieferorthopädische Gesamtergebnis [10].

In Abb. 15 und Abb. 16 sind die chirurgischen Entfernungsmöglichkeiten eines Impaktierten Eckzahnes bildlich dargestellt.

Milchzahnextraktion:

Vor allem Störungen des Zahnfollikels können Eckzähne dazu bringen, abnorme Durchbruchwege zu wählen. Durch das Entfernen des Milcheckzahnes kann Entzündungsgewebe mit entfernt werden und eine dadurch entstehende Dekompression einer zystischen Läsion eventuell dazu beitragen, dass der Nachfolgezahn seinen normalen Durchbruchweg selbst findet. [28]

Wenn die periapikale Ansicht zeigt, dass der bleibende Eckzahn den Milchzahn nicht vertikal resorbiert, übermäßig nach mesial kippt oder etwa am lateralen Inzisiv vorbeigleitet, ist die Therapie der Wahl die Milchzahnextraktion, um einen geraden Durchbruch zu ermöglichen [4].

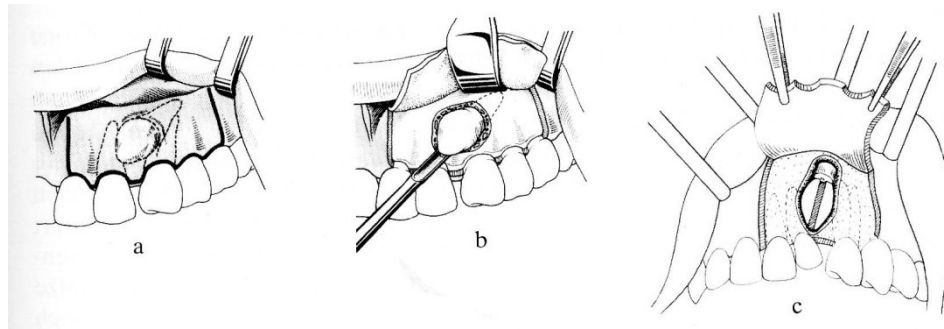


Abb. 15
 Chirurgische Entfernung des impaktierten Oberkiefereckzahnes von bukkal. a) Schnittführung. Der Zahnfleischrand mit einem oder zwei Entlastungsschnitten ist zu bevorzugen. b) Lockerung mit dem Hebel. c) Liegt die Krone direkt neben den Wurzeln der Nachbarzähne, sind die quere sowie die Längsdurchtrennung – wie am Gaumen – angezeigt. [Schroll K, Watzek G, Zahnärztliche Chirurgie, S287]

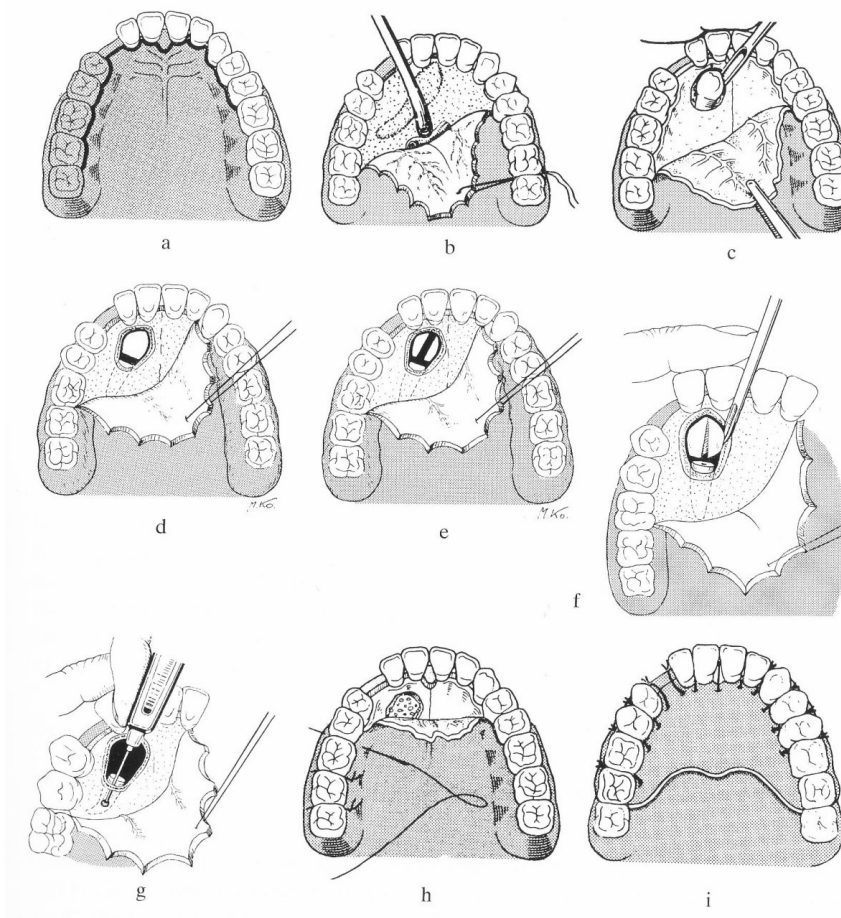


Abb. 16
 Chirurgische Entfernung eines impaktierten Oberkiefereckzahn von palatinal. a) Schnittführung, b) Abschiebung des Weichteillappens, c) Freilegung, Lockerung und Entfernung des Zahnes mit dem Beinschen Hebel. d) Quere Durchtrennung am Zahnhals, e) zusätzliche Längsdurchtrennung der Krone. f) Nach der queren sowie der Längsdurchtrennung lassen sich die Kronenteile mit dem Beinschen Hebel lockern und in den durch die Trennung geschaffenen Raum luxieren, g) Bei Fraktur (gekrümmter Wurzelspitze) wird der Knochen an der palatinalen Seite der Wurzel mit Rosenbohrern entfernt. h) Nach der Revision wird die Knochenhöhle mit einem resorbierbaren Gelatinschwämmchen versorgt. i) Wundverschluss durch Papillennähte. Eine Tiefziehschiene kann eingesetzt werden. [Schroll K, Watzek G, Zahnärztliche Chirurgie, S283]

3.3.2 Autotransplantation

„Die Autotransplantation weist eine günstige Langzeitprognose auf, wenn die Zahnwurzeln des Transplantates zum Zeitpunkt der Operation zu drei Viertel oder vier Viertel ausgebildet sind und ein offenes Foramen apicale vorliegt. Ist das Wurzelwachstum vollständig abgeschlossen, sinkt die Erfolgsprognose“ [29] (Abb. 17).

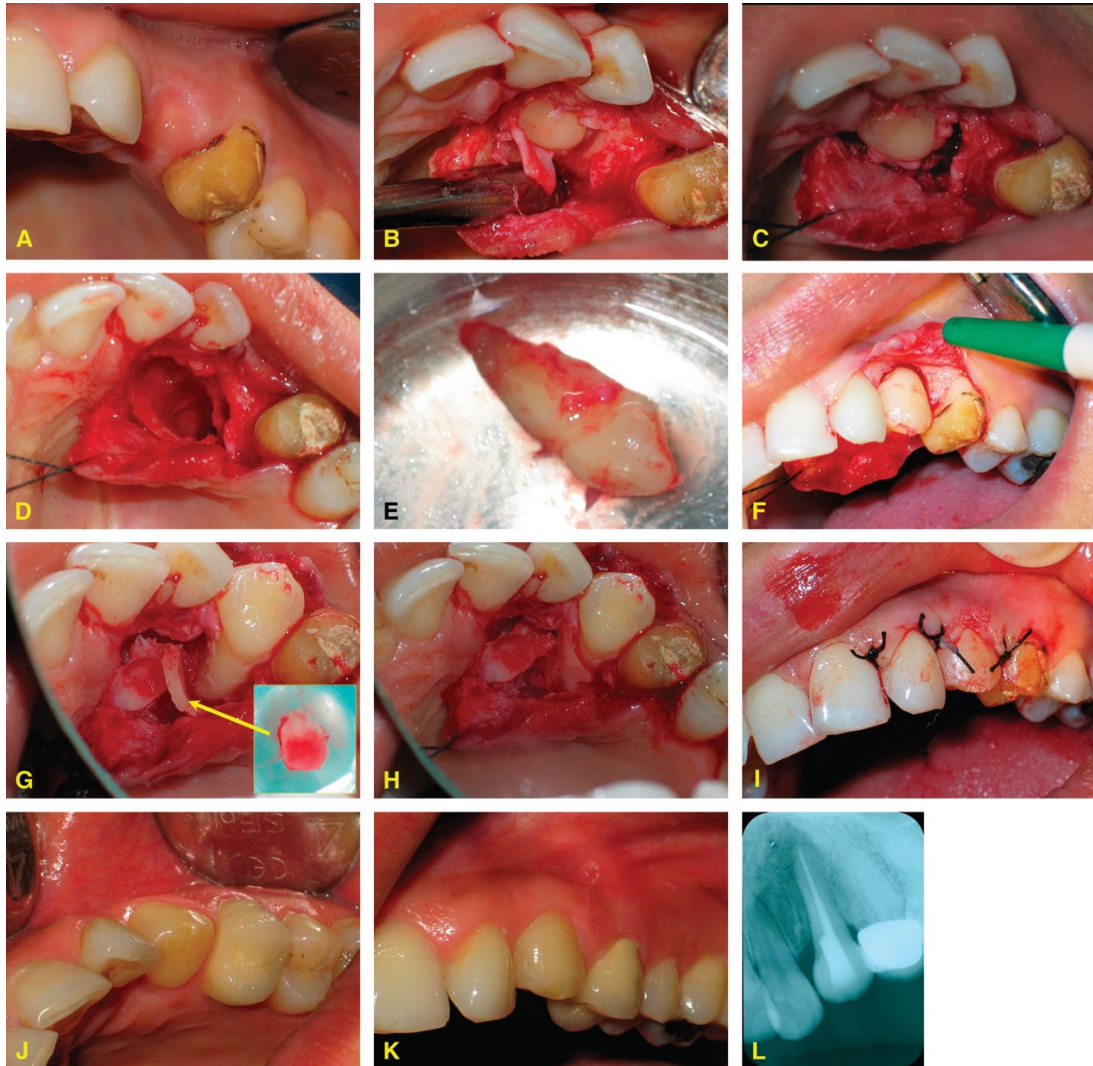
Für eine erfolgreiche Autotransplantation von retinierten Eckzähnen müssen folgende Bedingungen erfüllt sein. Es muss festgestellt werden, ob genug Platz im Kieferbogen vorhanden ist und ebenso darf kein traumatischer Kontakt zu den Unterkiefereckzähnen bestehen. Es folgt die Dokumentation des Zahnstatus und der Mundhygiene [30].

Das Ergebnis einer Autotransplantation wird von einigen Faktoren stark beeinflusst (Operationsmethode, extraorale Lagerzeit, vitale Ligamentzellen an der Wurzel, endodontische Vorgehensweise, Mundhygiene des Patienten etc.).

Die am häufigsten auftretenden Hauptkomplikationen nach Autotransplantation sind Zahnzementresorption, dentoalveoläre Ankylose und Keimbildung mit Kalzifizierung [31].

Abb. 17

Autotransplantation: A) Präoperatives äußerliches Erscheinungsbild. B) Lappenabhebung um die Operationsgebiet darzustellen. C) Elevation des impaktierten Zahnes. D) Erscheinungsbild nach der Entfernung des Eckzahnes. E) Extrahierter Eckzahn in Kochsalzlösung F) Einpflanzung des Eckzahnes in die künstlich hergestellte Alveole. G) Wiederherstellung der palatinal entstandenen Dehiszenz mit zuvor reseziertem Knochen. H) Erscheinungsbild vor Lappenrückklappung. I) Stabilisation des Flaps mit Hilfe von Nähten. J und K) postoperatives Ergebnis. L) Klinisches und radiologisches Ergebnis nach 6 Jahren. [Arikan F, Nizam N, Sonmez S, 5-Year Longitudinal Study of Survival Rate and Periodontal Parameter Changes at Sites of Maxillary Canine Autotransplantation, 2008]



3.3.3 Kieferorthopädischer Lückenschluss

Nach Extraktion des impaktierten Eckzahnes können mit Hilfe von festsitzenden Apparaturen Korrekturen am Zahnbogen durchgeführt werden. "Closing Loops", Gummiketten, Zugfedern oder ähnliches bieten eine gute Möglichkeit Bewegungen des ersten Prämolaren in die Eckzahnposition durchzuführen. Beim kieferorthopädischen Lückenschluss ist darauf zu achten, dass die Wurzeln am Ende der Behandlung parallel zueinander stehen und es zu keiner Mittellinienverschiebung kommt [32].

3.4 Restaurative Maßnahmen mittels Implantaten

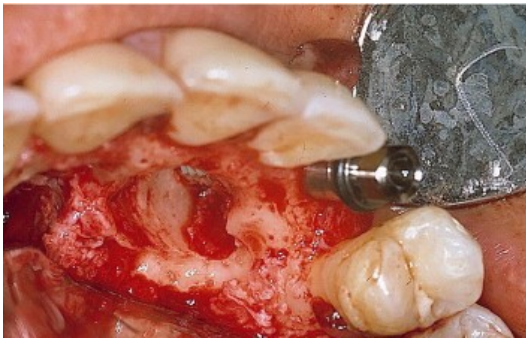


Abb. 18
Das Implantat des linken oberen Eckzahnes wird bikortikal verankert. [Peñarrocha M, Peñarrocha M, García-Mira B, Larrazabal C, Extraction of impacted maxillary canines with simultaneous implant placement,2007]



Abb. 19
Intraorale Ansicht des Ergebnisses nach der Zementierung der fertigen Krone am linken oberen Eckzahn. [Peñarrocha M, Peñarrocha M, García-Mira B, Larrazabal C, Extraction of impacted maxillary canines with simultaneous implant placement,2007]

Sollten impaktierte Oberkiefereckzähne nicht kieferorthopädisch behandelbar oder mittels Autotransplantat reimplantierbar sein, ist die Extraktion mit anschließender Einsetzung eines Implantats eine Alternative (Abb. 18 und Abb. 19) [33].

3.5 Oralchirurgische - kieferorthopädische Einreihung

Es gibt zahlreiche Operationstechniken, die die Exposition von impaktierten Eckzähnen beschreiben. Methoden wie z.B. Drahtligaturen und Lappenauflappung wurden ursprünglich vorgeschlagen. Viele Verfahren waren jedoch mit einer schlechten parodontalen Heilung, Attachmentverlust, Gingivarezession und Entzündungen assoziiert. Neuere Lappenplastiken versprechen zufriedenstellendere Heilungsergebnisse [7].

Bevor man chirurgische Interventionen veranlasst, sollte sichergestellt werden, dass präoperativ genügend Platz im Kiefer vorhanden ist, um dem Eckzahn einen reibungslosen Durchbruch zu ermöglichen.

Zur Platzschaffung können verschiedenste kieferorthopädische Vorrichtungen, wie z.B. Headgears, Loops, intermaxilläre Gummizüge, spezielle Federn, Alastik Ketten uvm. verwendet werden. Nach Platzschaffung sollte der Patient einem Oralchirurgen vorgestellt werden, der den Impaktierten Eckzahn freilegt [14].

3.5.1 Oralchirurgische Freilegung - Lokale Exzision (Fensterung)

Die Methode der lokalen Exzision kommt idealerweise zum Einsatz, wenn der Eckzahn einen korrekten axialen Neigungswinkel aufweist und keine Aufrichtung während des Durchbruchs nötig ist. Die Nachteile dieses Verfahrens sind einerseits der sehr langsame Durchbruch und die dadurch bedingte lange Behandlungsdauer. Der Durchbruchsweg kann in diesem Fall kieferorthopädisch nicht beeinflusst werden [10].

Kokich und Mathews bevorzugen eine sehr frühe Freilegung des retinierten Eckzahnes und zwar noch vor Beginn der kieferorthopädischen Behandlung. Es wird ein „Fenster“ angelegt, welches die Kommunikation zwischen Eckzahn und Mundhöhle gewährleistet. Ein solches entsteht durch Abpräparation eines Mucoperiostallappens und zahnumgebender Knochenentfernung. Die Zähne sind danach in der Regel selbstständig innerhalb von 6 bis 8 Monaten dazu fähig bis zur Okklusionsebene durchzubrechen. Die effektive Einreihung in den Zahnbogen mit Hilfe von Brackets hat im Anschluss zu erfolgen [13].

3.5.2 Oralchirurgische Freilegung - Geschlossene Elongation

Führt die Exzision als alleinige Maßnahme nicht zum gewünschten Ergebnis oder wird sie von vorneherein als nicht wirkungsvoll angesehen, ist eine operative Freilegung und Anbringung von Attachments zur aktiven Bewegung des impaktierten Zahnes anzustreben.

Der Operationsablauf der geschlossenen Elongation involviert die Abhebung eines palatinalen Mucoperiostallappens. Sollte die Krone von Knochen bedeckt sein, wird dieser zuvor vorsichtig entfernt, um das Bonding zu ermöglichen.

Intraoperativ befestigt man ein Klebebracket. Nach Anbringung eines Goldkettchens an der vorliegenden Krone mit Bracket, wird der Flap in seine präoperative Position zurückgeklappt. Nur die Goldkette ragt, je nach Verlagerung, bukkal oder palatinal heraus. Die Übertragung der kieferorthopädischen Traktion erfolgt über ein Kettchen oder eine Drahtligatur und startet eine Woche nach der Operation [34]. Durch die direkte Kraftanwendung kann man eine kontrollierte Bewegung durchführen und die Gefahr benachbarte Wurzeln zu verletzen, sinkt. Sollte während des operativen Eingriffs zu unerwarteten Blutungen kommen, die das Bonding des Attachments erschweren, soll laut Vanarsdall und Corn ein Wundverband für ca. 7-10 Tage angelegt werden, um das Gewebe zu schützen. Nach Entfernung des Verbandes kann das durch direktes Bonding angebrachte Attachment, an der getrockneten Stelle befestigt werden [10].

3.5.3 Oralchirurgische Freilegung - Offene Elongation

Nach Verabreichung der Lokalanästhesie wird mit einem elektrochirurgischen Messer das oberflächlich gelegene Gewebe entfernt. Danach wird das palatinale Mukoperiost vom Knochen abgetragen. Bei palatinaler Impaktierung wird ein Schleimhautlappen von der mesiopalatinalen Seite des zweiten Prämolaren abgehoben. Bei labialer Impaktierung erfolgt die Anhebung des Flaps von der mesiobukkalen Seite des zweiten Prämolaren bis zur distolabialen Seite des lateralen Inzisivus. Die Knochendecke und das follikuläre Gewebe über dem impaktierten Eckzahn wird mittels Rosenbohrer mit Kochsalzspülung entfernt, um die kieferorthopädische Fixierhilfe anbringen zu können. Die Schmelz-Zementgrenze muss dabei unberührt bleiben. Der Schmelz wird ca. 60 Sekunden mit einer 37%igen Phosphorsäure angeätzt. Wichtig ist, dass das Behandlungsfeld so trocken wie möglich gelegt wird, da es ansonsten zu einem unzureichenden Bonding mit Attachmentverlust kommt. Für das Bonding wird ein lichthärtender Zement verwendet. Die Wunde wird mit einem parodontalen Verband versorgt. Kieferorthopädische Brackets werden 3 bis 7 Tage später befestigt und 50 - 60 g Zug mittels elastischen Ketten appliziert [7] [27].

Lewis [35] bevorzugt eine zweizeitige Methode: zuerst wird der Zahn chirurgisch freigelegt und ein Wundverband angelegt. Nach Abschluss der Wundheilung nach ca. 3-4 Wochen wird der Verband entfernt und ein Attachement befestigt.

Das zweite Vorgehen ist einzeitig: nach chirurgischer Exposition wird das Attachement direkt angeklebt. Das darüber liegende Gewebe sollte vorsichtig exzidiert und ein Parodontalverband angebracht werden. Der Zink-Eugenol Verband verhindert, dass das Granulationsgewebe das Attachment wieder überlagert und minimiert die Beschwerden des Patienten. Ein Vorteil dieser Methodik ist, dass der/die BehandlerIn den Zug und den Eruptionsweg unter direkter Sicht kontrollieren und eventuell kompensieren kann. Dies kann Wurzelresorptionen verhindern [10].

Ältere Methoden zur Freilegung beinhalten radikale Knochenentfernung, um dem Zahn den Durchbruch zu erleichtern. McDonald und Yap [36] fanden aber heraus, je mehr Knochen intraoperativ entfernt wird, desto größer ist der Knochenverlust nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung.

3.6 Behandlungsdauer

Laut Zuccati et al. [2] brauchen jene Eckzahnspitzen, die weit von der Okklusionsebene entfernt liegen, eine längere Behandlungszeit als andere. Das gleiche gilt für die mesial der lateralen Incisivusachse verlagerten Eckzähne. Diese brauchen im Durchschnitt um 10 Sitzungen mehr als jene die distal verlagert sind. Ebenso fanden die Autoren in ihrer retrospektiven Studie heraus, dass weniger gekippte Zähne eine längere Behandlungszeit in Anspruch nehmen. Dies lässt sich jedoch offenbar darauf zurückführen, dass die behandelnden ZahnärztInnen bei einer nur leicht gekippten Eckzahnposition auf eine Spontaneruption hoffen und deshalb zu keiner verfrühten chirurgischen Exposition tendieren. Bei horizontaler Inklination werden dagegen sofortige Behandlungsmaßnahmen eingeleitet.

Die Freilegung des Zahns über die Schmelz-Zement Grenze hinaus zeigt, dass zunehmend Alveolarknochen verloren geht. 2006 wurde ein Operationsverfahren in Verbindung mit kieferorthopädischer Behandlung vorgestellt, von welcher behauptet wird, dass sich die Behandlungszeit wesentlich verkürzt. Die „Kortikotomiegestützte Kieferheilkunde“ (engl.: corticotomy-assisted exposure) wurde bereits 1893 zum ersten Mal beschrieben. Dabei wird der Knochen gezielt

geschwächt, um die originale Knochenstruktur weitgehend zu erhalten. Anhand von sechs PatientInnen mit bilateralen Impaktierten Eckzähnen vergleicht man in der Studie von Fischer [37] zwei Operationstechniken, indem man die Dauer der Behandlung aufzeichnet. Ein Eckzahn wird mit Hilfe einer gewöhnlichen Expositionsmethode freigelegt, auf der anderen Oberkieferseite verwendet man die „kortikotomiegestützte Technik“ (Abb. 20). Beim Vergleich der zwei Methoden stellte man fest, dass bei dieser neuen Freilegungsmethode in relativ kurzer Behandlungszeit kontrollierte körperliche Zahnbewegungen über große Distanzen durchgeführt werden, ohne dass es zu einem erhöhten Risiko für Wurzelresorptionen oder einem negativen Einfluss auf die Stabilität des Behandlungsergebnisses kommt. In allen sechs Fällen ist die Behandlungszeit auf der kortikotomiegestützten Seite zu 28-33% verringert worden. Beim Vergleich der Knochenhöhe am periapikalen Röntgenbild konnte man ebenso keine klinischen Unterschiede feststellen. Die Zahnbewegung beträgt im Durchschnitt 1.06mm/Monat vs. 0.75mm/Monat bei herkömmlicher Freilegungsmethode. [37]

Abb. 20 Kortikotomiegestützte Freilegungsmethode nach Fischer
Fischer TJ, Orthodontic treatment acceleration with corticotomy-assisted exposure of palatally impacted canines, 2007]



3.7 Kieferorthopädische Einreihung

Bei der kieferorthopädischen Einreihung eines impaktierten Eckzahnes sollte darauf geachtet werden, dass ein möglichst dem natürlichen Verlauf identer Durchbruchsweg nachgeahmt wird.

Normale Gingivabedingungen bilden sich nur, wenn bei Anwendung des Tunnelverfahrens darauf geachtet wird, dass der Zahn später im Zentrum des Alveolarknochens steht. Ein nach labial gerichteter Zug ist zu vermeiden, um Gingivarückbildungen entgegenzuwirken. Eine mögliche Vorgehensweise ist der Einsatz eines sogenannten „Ballista Loops“ (Abb. 21) [13].

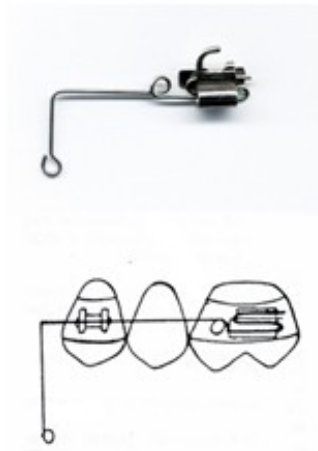


Abb. 21 Ballista Loop
[[http:// www.lucianosol.blogspot.com](http://www.lucianosol.blogspot.com)]

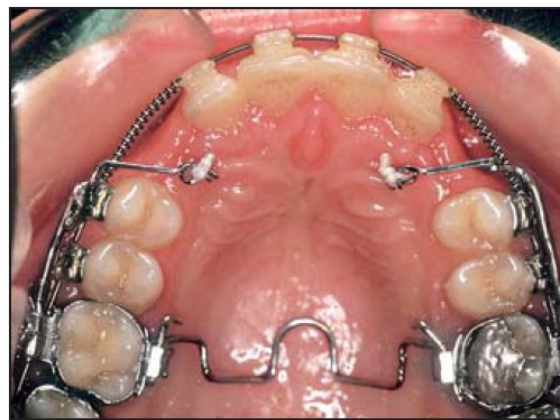


Abb. 22 Eckzahntraktion mittels Easy Cuspid [23]

Caprioglio et al. verwenden in ihrer Studie ein modifiziertes Gerät namens „Easy Cuspid“ (Abb.22), mit dessen Hilfe man Rotationen und einem Verankerungsverlust entgegenwirken kann. Dieses Gerät kann für uni- und auch für bilaterale Impaktierungen eingesetzt werden [23].

Fournier et al. behauptet, dass labial (vestibulär) impaktierte Eckzähne bei jungen Patienten nach chirurgischer Freilegung meist von selbst und auf natürliche Weise durchbrechen. Bei älteren Patienten hingegen, die Verwendung einer Zugvorrichtung indiziert ist. Elastische Ketten oder Zugfedern können ebenfalls als Zugvorrichtung verwendet werden [38].

3.7.1 Phasen der Einstellung

Nach Anbringung der Zugvorrichtung, kann die aktive Einordnung des retinierten Zahnes etwa ein bis drei Tage postoperativ beginnen. Die kieferorthopädische Einstellung erfolgt in fünf Phasen.

- ❖ Nivellierungsphase
- ❖ Führungsphase
- ❖ Kontraktionsphase
- ❖ Justierungsphase
- ❖ Retentionsphase

In der **Nivellierungsphase** wird eine weitestgehende Korrektur der Zahnbogenform und Zahnposition in horizontaler, als auch vertikaler Ebene angestrebt. Ebenso wird begonnen, die verlagerten Zähne in den Zahnbogen einzuordnen (Abb. 23 und Abb. 24). Durch kieferorthopädische Lückenöffnung kann einem Platzmangel entgegengewirkt werden. In dieser Phase wird der Eckzahn von den Wurzeln benachbarter Zähne wegbewegt. In der Regel plant man für diese Phase 4-6 Monate ein, je nach Ausgangslage.

Die Anforderungen die an einen Nivellierungsbogen gestellt werden sind einerseits ein hohes Elastizitätsvermögen, geringer Verformungswiderstand, großer Aktivierungsbereich und andererseits auch Formbarkeit, Gewebsverträglichkeit und Resistenz gegenüber Kaubelastungskräften.

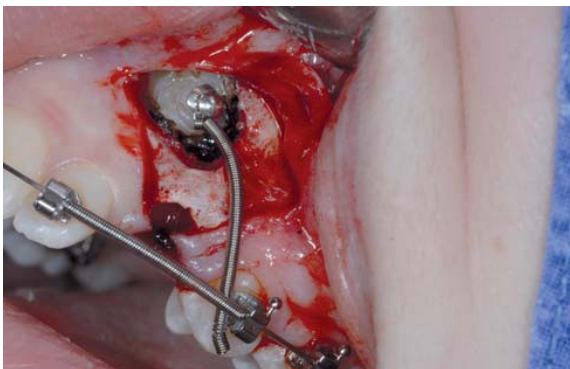


Abb. 23
Fixiertes Federsystem ausgerichtet in die erforderliche Zugrichtung disto-kaudal.
[Patientenkartei, Kieferorthoädische Abteilung, Graz]



Abb. 24
Fixiertes Federsystem ausgerichtet in die erforderliche Zugrichtung nach disto-bukkal.
[Patientenkartei, Kieferorthoädische Abteilung, Graz]

Danach erfolgt in der zweiten Phase, auch **Führungsphase** genannt. Die aktive Führung des Eckzahnes in Richtung der Kauebene. Die Retraktion der Eckzähne erfolgt in der Regel in die Lücken der entfernten ersten Prämolaren mit anschließender Einstellung einer Neutralverzahnung. Begleitend auftretende Malokklusionen werden, wenn dies nicht schon erfolgt ist, ebenso behandelt. Dazu zählen der Ausgleich einer stark ausgeprägten Spee'schen Kurve, Mittellinienkorrektur, vertikale Überbisskorrektur etc.

In der dritten Phase, der **Kontraktionsphase**, wird die sagittale Frontzahnstufe korrigiert. Ein Restlückenverschluss zwischen Eckzahn und lateralem Inzisivus erfolgt.

Anschließend beginnt die **Justierungsphase**, in der die Feineinstellung des Zahnes mit Achsoptimierung und Interkuspitationsverbesserung durchgeführt wird. Den Abschluss bildet eine **Retentionsphase** in der das Behandlungsergebnis stabilisiert werden soll [18].

3.7.2 *Attachement als Fixierungshilfe*

Ursprünglich wurde eine Umschlingung mittels Ligaturendraht durchgeführt, jedoch musste hierfür die Krone des Eckzahnes weitgehend vom Knochen freigelegt werden. Parodontale Schädigungen und Verletzungen der Nachbarzähne mit anschließender Ankylosierung ließen erkennen, dass diese Methode keine ideale Lösung darstellt. Ebenso wurden externe Wurzelresorptionen bei 8 – 14% dieser Patienten diagnostiziert [10].

Eine weitere Variante der Zugvorrichtungen sind die intrakoronale Attachments. Diese werden eingeschraubt oder zementiert. Sie führen jedoch zu einer dauerhaften Verletzung des Schmelzmantels und bergen die Gefahr einer Pulpaeröffnung in sich. Eine anschließende Restauration der Zahnhartsubstanz ist notwendig. Eine weitere Möglichkeit bildet die Bebänderung. Sie ersetzt weitestgehend die Umschlingung mittels Lassodraht, eine großräumige Freilegung des retinierten Zahnes wird aber dennoch erfordert.

Durch die Einführung der Schmelz-Ätz-Technik wurden die oben genannten Methoden jedoch hinfällig. Die einfache Handhabung, die hohe Haftfestigkeit, die geringere Freilegung der Schmelzoberfläche und die daraus resultierenden verbesserte parodontale Wundheilung, sind als wesentliche Vorteile zu nennen [39].

Nach Becker [39] zählt das Eyelet (Abb. 25) zu denen am erfolgversprechendsten Fixierungshilfen am Markt (Jahr 2010). Es wurde festgestellt, dass eine siebenmal so große Haftbeständigkeit gegenüber einem herkömmlichen Bracket besteht.

Um das Eyelet zu befestigen wird die Schmelzoberfläche üblicherweise 30s mit 30%iger Phosphorsäure angeätzt. Danach wird das mit Adhäsiv beschickte Attachment auf dem Zahn platziert und ausgehärtet. Um eine sichere Übertragung der orthodontischen Kraft zu gewährleisten, wird ein Goldkettchen oder ein ausgeglühter Stahl- oder Messingdraht am Attachment fixiert.



Abb. 25 Eyelet [<http://www.ortho-direct.com/details.php?prodId=186>]

3.7.3 Kraftapplikation

Die Art und Richtung der Zahnbewegung, die Wurzeloberfläche, sowie das Kraftfeld, das von der umgebenden Muskulatur gebildet wird, bestimmen die benötigte Kraffteinwirkung.

Je nach gewünschter Bewegung, kippend oder körperlich, muss eine individuelle Kraftgröße ausgewählt werden. 0,2 bis 0,3 N/cm² werden empfohlen, da diese Kraffteinwirkung als besonders schonend für die Wurzeloberfläche gilt. Es wird hierbei die Blutversorgung des Zahnhalteapparates nicht vollständig durchbrochen. Im Laufe der Behandlung kann die Kraftapplikation auf 1 bis 2 N/cm² erhöht werden [1].

3.7.4 Chirurgisch-kieferorthopädische Gesamtbehandlungsdauer

Nach eingehender Diagnostik muss man zunächst entscheiden, ob der Zahn in den Kieferbogen einzuordnen ist oder ob er entfernt werden muss. Letzteres sollt nur in hoffnungslosen Fällen in Frage kommen. Zur Bemessung der rein kieferorthopädischen Therapiedauer sind zwei Behandlungsabschnitte zu berücksichtigen:

- 1) Raumschaffung bei einem Platzmangel
- 2) postoperative kieferorthopädische Bewegung nach Freilegung des impaktierten Eckzahnes [18].

Iramaneerat et al. [40] haben in ihrer retrospektiven Studie 1998 die Behandlungsdauer von 50 PatientInnen mit impaktierten Eckzähnen evaluiert. Diese waren im Alter zwischen 11 und 16 Jahren. 25 PatientInnen sind einer einfachen Exzision unterzogen worden mit anschließender Anlegung eines Wundverbandes und späterer Anklebung eines Attachments. Die anderen 25 TeilnehmerInnen haben Attachments mit Goldkettchen direkt nach der chirurgischen Freilegung aufgeklebt bekommen und anschließend ist der Flap wieder zurückgeklappt worden. Für beide Gruppen hat die mittlere Behandlungsdauer, von der Freilegung des impaktierten Zahnes bis zum Debonding 28,8 Monate betragen. Die Zeitspanne bis der Eckzahn in der Okklusionsebene eingegliedert worden ist, hat bei ersterer Gruppe (einfache Exzision) 17,7 Monate und 19,3 Monate bei jenen mit Goldkettchenapplikation gedauert.

Erstaunlicherweise haben Zuccati et al. in ihrer retrospektiven Studie herausgefunden, dass weniger gekippte Zähne (Vertikallage) eine längere Behandlungszeit in Anspruch nehmen. Eine erhöhte Knochendichte oder eine große Distanz zwischen Kronenspitze und Okklusionsebene (Abstand d) könnten hierfür ein Grund für die Durchbruchsstörung, trotz günstiger Inklination, sein. Ebenso besteht die Vermutung, dass BehandlerInnen bei einer nur leicht gekippten Eckzahnposition auf eine Spontaneruption gewartet haben. Bei horizontaler Inklination sind hingegen sofortige Behandlungsmaßnahmen eingeleitet worden [2].

In der Publikation von Stewart et al. [41] sind 47 PatientInnen mit mindestens einem impaktierten Eckzahn auf die Fragestellung untersucht worden, ob uni- oder bilaterale Impaktionen eine unterschiedliche Behandlungsdauer erwarten lassen. Parallel dazu hat es eine Kontrollgruppe von 47 Personen, die keine Impaktierung aufweisen, gegeben. Die durchschnittliche Laufzeit der Behandlung hat 25,8 Monate für die unilateral-impaktierte und 32,3 Monate für die bilateral-impaktierte Gruppe betragen. Bei der Kontrollgruppe ohne Retentionen, ist eine Durchbruchzeit von 22,4 Monaten ermittelt worden. Je jünger der Patient und je größer die Verschiebung ist, desto länger dauert die Behandlung. Hat der Abstand d des Zahnes weniger als 14 mm betragen, ist die durchschnittliche Zeit des Verfahrens 23,9 Monate, andernfalls 31,1 Monate gewesen.

Mohammed et al. [27] kommen zu folgendem Ergebnis: von 146 impaktierten Eckzähnen (PatientInnen zwischen 12 und 24 Jahren), die kieferorthopädisch behandelt worden sind, wandern 70,54% (n=103) der Zähne innerhalb von 9-12 Monaten in die korrekte Position. 29,46% (n=43) müssen aufgrund einer Ankylosierung chirurgisch entfernt werden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass je weiter sich der Eckzahn der Mittellinie der Horizontalebene und dem apikalen Drittel der lateralen Schneidezahnwurzel in der Vertikalebene nähert, desto schlechter ist die Prognose. Der Einfluss des vergrößerten Eckzahnwinkels zur Mittellinie ist nicht überraschend. Je größer der Winkel β (horizontale Lage), desto schwieriger ist es den Zahn kieferorthopädisch einzureihen [27].

Bisherige Studien über die kieferorthopädische Behandlungszeiten ergeben, dass vor allem die PatientInnencompliance (Einhaltung der Behandlungstermine, Mundhygiene, Headgearkooperation), die Anzahl der platzierten Brackets und Bänder, die Anzahl der Sitzungen und Prämolarenextraktionen, sowie die Lage des Eckzahns zur Mittellinie als Erfolgsfaktoren für die Dauer der Behandlung ausschlaggebend sind [41].

3.7.5 Beurteilung des Behandlungserfolgs

Im Idealfall steht der chirurgisch-kieferorthopädisch behandelte Zahn nach Beendigung der Therapie in der Mitte des Alveolarkamms in einer stabilen Position, umgeben von gesundem Parodontium. Dies ist jedoch nicht immer der Fall, denn einem abnormalen bukkalen oder lingualen Durchbruch fehlt häufig die befestigte Gingiva, wodurch das Auftreten einer gingivalen Rezession begünstigt werden kann [42].

4 Material & Methode

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sind die klinischen Aufzeichnungen von 41 Patienten (25 weiblich; 16 männlich) mit insgesamt 57 palatinal verlagerten Eckzähnen mit Hilfe eines Suchlaufs im wissenschaftlichen Verwaltungsprogramm der kieferorthopädischen Abteilung herausgesucht worden.

Ziel dieser Arbeit ist es in einer retrospektiven Studie herauszufinden, ob und wenn ja, welche Parameter einen möglichen Einfluss auf die kombiniert chirurgisch-kieferorthopädische bzw. rein kieferorthopädische Behandlungsdauer retinierter Oberkiefer Eckzähne haben.

4.1 Datenbasis und Probandengut

Die Kriterien für den Suchlauf und der Einschluss in die Untersuchung sind folgende:

- Die PatientInnen haben mindestens einen palatinal impaktierten/retinierten Eckzahn.
- Diagnostische Unterlagen einschließlich Panoramaröntgen und Fernröntgen für die kieferorthopädische Planung sind vorhanden.
- Daten zur Bestimmung der Behandlungsdauer sind vollständig.
- Der Zeitpunkt der Freilegung ist bekannt.
- Sofern eine chirurgische Freilegung vorgenommen worden ist, ist die geschlossene Technik mit intraoperativer Klebung eines Attachments angewandt worden.
- Die Behandlungsmethode (festsitzend, abnehmbar oder Kombination beider) ist nachvollziehbar.
- Die Anzahl der Behandlungstermine (gesamt bzw. ab kieferorthopädischem Zug) ist den Aufzeichnungen zu entnehmen.

Der Untersuchung stehen die anonymisierten Krankengeschichten jener PatientInnen zur Verfügung, bei denen im Zeitraum von Jänner 1972 bis Jänner 2010 eine oder zwei retinierte Eckzähne im Oberkiefer diagnostiziert, kieferorthopädisch behandelt und teilweise auch oralchirurgisch freilegt worden sind.

Folgende Angaben wurden für eine weitere kritische Analyse herangezogen:

1. Geburtsdatum und Geschlecht;
2. Dentale Klassifikation (Klasse I, II und III gesondert für rechts und links);
3. Skelettale Klassifikation (Klasse I, II/1, II/2, III sowie SNA, SNB, ANB);
4. Eckzahnneigung α : Winkel zwischen der Längsachse und der Okklusionsebene (Abb. 25);
5. Eckzahnneigung β : Winkel zwischen der Längsachse und der vertikalen Bezugslinie (Mittellinie) (Abb. 25);
6. Der Abstand d der Eckzahnspitze zur Okklusionsebene mit zusätzlicher kategorialer Einteilung in ≤ 10 mm, ≥ 10 mm;
7. Genaue Lokalisation: Lage nach Quadrant (1.Q; 2.Q); Lage im Alveolarfortsatz (zentral; bukkal; palatinal); sowie unilaterales oder bilaterales Vorkommen;
8. Beurteilung des Engstandes (vorhanden; nicht vorhanden);
9. Angabe eines vorangegangenen Gesichtstraumas (ja; nein);
10. Zeitpunkt der Aufnahme, des Behandlungsbeginns und des Behandlungsendes;
11. Zeitpunkt der chirurgischen Freilegung;
12. Zahl der Sitzungen von der chirurgischen Freilegung bis zur Entlassung, sowie Gesamtanzahl der Besuche vom Behandlungsbeginn bis zur Entlassung;.

Die zu analysierenden Unterlagen liegen teils in handschriftlicher, teils in digitalisierter Form vor. Sie umfassen die Karteikarten, auf denen der Behandlungsverlauf verzeichnet ist, den Anamnesebogen, sowie die Röntgenbilder (Orthopantomogramm, Fernröntgen, Einzelzahnaufnahmen und Aufbissaufnahmen).

4.2 Datenverarbeitung

Nach Extraktion der Patientendaten aus den Krankengeschichten in Einzeldatenblätter, werden diese in eine Datenmatrix (EXCEL-Datei) unter Angabe einer ID-Nummer ohne Patientennamen übergeführt. In dieser sind das Patientenalter, der Behandlungszeitraum mit Anzahl der Behandlungen, sowie die Röntgenbefunde verzeichnet, aus welchen die Art, das Ausmaß und die Lokalisation der Verlagerung näher bestimmt werden können. (Auszug der Datenmatrix mit der dazugehörigen Codierung dargestellt in Abb. 26. Die gesamte Datenmatrix und das Codierungsblatt sind im Anhang vorzufinden).

Von hier an erfolgt die Weiterverarbeitung der Datensammlung ausschließlich in anonymisierter Form. Eine rückschließende Zusammenführung von anonymer ID und Patientenidentität ist nur über die Verknüpfung der bei der Betreuerin hinterlegten Liste (Name und ID) möglich.

4.2.1 Einzeldatenblatt

Für die Untersuchung ist ein Erhebungsbogen ausgewählter kieferorthopädisch relevanter Parameter erstellt und für jeden retinierten Oberkiefer Eckzahn ein solches Einzeldatenblatt (Abb. 27) ausgefüllt worden.

Zur Verwaltung und Auswertung der Daten ist eine Microsoft-Excel-Datenmatrix angelegt worden. Die einzelnen Parameter sind entsprechend der Vorlage numerisch codiert. Die statistischen Berechnungen sind mit Hilfe von SPSS für Windows, Version 16 durchgeführt worden.

4.2.2 Lagebestimmung der retinierten Eckzähne bei Therapiebeginn

Um die Art und das Ausmaß der Durchbruchsstörung zu erfassen, sind die verlagerten Zähne in 3 Gruppen aufgeteilt worden: in vestibulär, palatinal und in zentral verlagerte Eckzähne. Ein Eckzahn ist dann als palatinal bzw. vestibulär verlagert und retiniert angesehen worden, wenn anhand der Aufzeichnungen der BehandlerInnen in der Karteikarte, sowie anhand der Fotounterlagen, der Röntgenbilder (OPG und in einigen Fällen Oberkieferaufbissaufnahmen) ersichtlich gewesen ist, dass er oral bzw. bukkal des Alveolarkamms steht. Als zentral verlagert und retiniert sind jene Zähne bezeichnet worden, die sich zwar achsengerecht und in normal zu erwartender Lage bezüglich des Alveolarkamms

befinden, jedoch ihrer Vertikalentwicklung nach schon wesentlich weiter in Richtung der Okklusionsebene hätten durchgebrochen sein müssen.

ID	PatNr	Sex	Geb.	Aufnahme	TH-Beginn	TH-Ende	Zug ab	Freilegung	Kl. Re. Dent.	Kl. Li. Dent.	Syndrom	SNA
v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13
1	1	1	17.12.1992	25.01.2006	10.05.2006	04.07.2010	23.11.2006	1	2	2	1	83,1
2	1	1	17.12.1992	25.01.2006	10.05.2006	28.06.2010	23.11.2006	1	2	2	1	83,1
3	2	2	17.10.1954	31.01.1972	31.01.1972	07.11.1975	08.08.1974	0	2	2	2	85
4	3	1	03.12.1959	06.07.1972	18.07.1972	05.12.1974	26.06.1974	0	2	2	1	78
5	4	2	26.03.1985	18.03.1999	20.05.1999	13.10.2004	30.03.1999	1	2	2	1	87,5
6	4	2	26.03.1985	18.03.1999	20.05.1999	13.10.2004	30.03.1999	1	2	2	1	87,5
7	5	1	31.10.1968	14.07.1993	01.09.1993	06.04.1998	17.03.1995	1	2	2	1	85
8	5	1	31.10.1968	14.07.1993	01.09.1993	06.04.1998	17.03.1995	1	2	2	1	85
9	6	1	22.08.1978	14.09.1989	20.10.1989	25.02.1993	29.08.1990	1	1	1	0	76,4
10	7	1	20.02.1993	24.04.2006	30.05.2006	10.10.2010	17.09.2007	0	2	2	1	89,4
11	8	2	23.05.1975	08.05.1990	11.09.1990	18.03.1996	25.01.1991	1	2	1	0	79
12	9	1	22.03.1963	09.09.2002	08.10.2002	13.12.2005	01.04.2003	1	1	1	0	79,2
13	10	2	30.08.1964	13.04.1976	15.04.1976	02.12.1977	07.05.1976	1	2	2	1	83
14	10	2	30.08.1964	13.04.1976	15.04.1976	02.12.1977	07.05.1976	1	2	2	1	83
15	11	2	27.07.1950	14.10.1975	27.02.1976	14.04.1977	16.10.1975	1	2	1	0	86
16	12	2	07.02.1969	02.02.1982	11.03.1982	21.04.1986	19.07.1983	0	2	2	2	85
17	13	2	15.05.1989	23.04.2002	20.08.2002	18.09.2006	08.08.2003	1	2	2	2	77,5
18	13	2	15.05.1989	23.04.2002	20.08.2002	18.09.2006	08.08.2003	1	2	2	2	77,5
19	14	1	29.12.1982	28.10.1996	03.04.1997	26.03.2001	22.09.1997	1	2	1	2	75
20	15	2	22.11.1991	29.11.2006	12.03.2007	17.01.2010	12.01.2009	0	2	2	2	85,5
21	15	2	22.11.1991	29.11.2006	12.03.2007	19.02.2010	12.01.2009	0	2	2	2	85,5
22	16	2	24.04.1961	18.03.1976	05.05.1976	08.04.1981	05.05.1976	1	2	2	0	80
23	16	2	24.04.1961	18.03.1976	05.05.1976	08.04.1981	05.05.1976	1	2	2	0	80
24	17	1	10.04.1977	28.04.1992	26.05.1992	30.05.1995	29.06.1992	1	1	1	0	78
25	18	2	03.06.1961	18.01.1990	20.03.1990	14.12.1993	03.12.1990	0	1	2	3	79
26	19	2	11.07.1962	11.07.1973	12.07.1973	02.12.1977	16.07.1973	1	2	2	1	80
Nr	Frage						Antwortart				Code	
v1	ID- Zahn						Zahl				Eingabewert	
v2	Patientennummer (PTNR)						Zahl				Eingabewert	
Stammdaten												
v3	Sex						männlich/weiblich				1/2	
v4	Geburtsdatum						Datum				(TT.MM.JJJJ)	
Behandlungsbeginn												
v5	Aufnahme						Datum				(TT.MM.JJJJ)	
v6	Behandlungsbeginn						Datum				(TT.MM.JJJJ)	
v7	Behandlungsende						Datum				(TT.MM.JJJJ)	
Freilegung und Zug												
v8	Zug ab						Datum				(TT.MM.JJJJ)	
v9	Freilegung						ja/nein				1/0	
Dentale Klasse												
v10	Kl. Re. Dent.						Klasse I / Klasse II / Klasse III				1 / 2 / 3	
v11	Kl. Li. Dent.						Klasse I / Klasse II / Klasse III				1 / 2 / 3	
Skelettal												
v12	Syndrom						Klasse I \ Klasse II/1 \ Klasse II/2 \ Klasse III				0 \ 1 \ 2 \ 3	
v13	SNA in °						Zahl + 1 Kommastelle				Eingabewert	
v14	SNB in °						Zahl + 1 Kommastelle				Eingabewert	
v15	ANB in °						Zahl + 1 Kommastelle				Eingabewert	
v16	Engstand						ja/nein				1 / 0	
Vermessung												
v17	Winkel Alpha						Zahl				Eingabewert	
v18	Winke Beta						Zahl				Eingabewert	
v19	Quadrant						1.Quadrant/2.Quadrant				1/2	
v20	Abstand ZS - OE						Zahl				Eingabewert	
v21	Kategorieeinteilung (Abstand ZS-OE) <= 10, >10						kleiner/gleich 10 \ größer 10				1 \ 2	
Anamnese												
v22	Gesichtstrauma						ja/nein				1 / 0	
Lokalisation												
v23	Vorkommen						unilateral / bilateral				1 / 2	
v24	Lokalisation						zentral/bukkal/palatinal				0 / 1 / 2	
Besuche:												
v25	Anzahl der Besuche						Zahl				Eingabewert	
v26	Anzahl Besuche ab Zug						Zahl				Eingabewert	
Sonstiges:												
v27	Zahnbogenform OK						elliptisch / omega-förmig / spitz				1 / 2 / 3	
zusätzliche Angaben und Bemerkungen												

Abb. 26 Auszug aus der Datenmatrix (oben) und dem dazugehörigen Codierungsblatt erstellt mit Microsoft Office Excel 97-2003

4.2.3 Achsenneigung

Die Art der Verlagerung und die Achsenneigung des jeweils retinierten Eckzahnes ist anhand des Panoramaraöntgens vermessen und festgehalten worden. Diese modifizierte Vermessungsmethode von Ericson & Curol haben auch Crescini et al. [43] in ihrer Studie angewendet. Die Okklusionsebene ergibt sich aus der Verbindung der distobukkalen Höckerspitzen der oberen Molaren. Der entstandene Winkel zwischen der Achse des verlagerten Zahnes und der Molarenverbindungsline wird mit Hilfe eines Winkelmessers gemessen.

Als vertikale Bezugslinie wird die Mittellinie zwischen der Längsachse der beiden mittleren Schneidezähne definiert und der Winkel zwischen dieser und der Achse des verlagerten Zahnes aufgezeichnet. (Abb. 28)

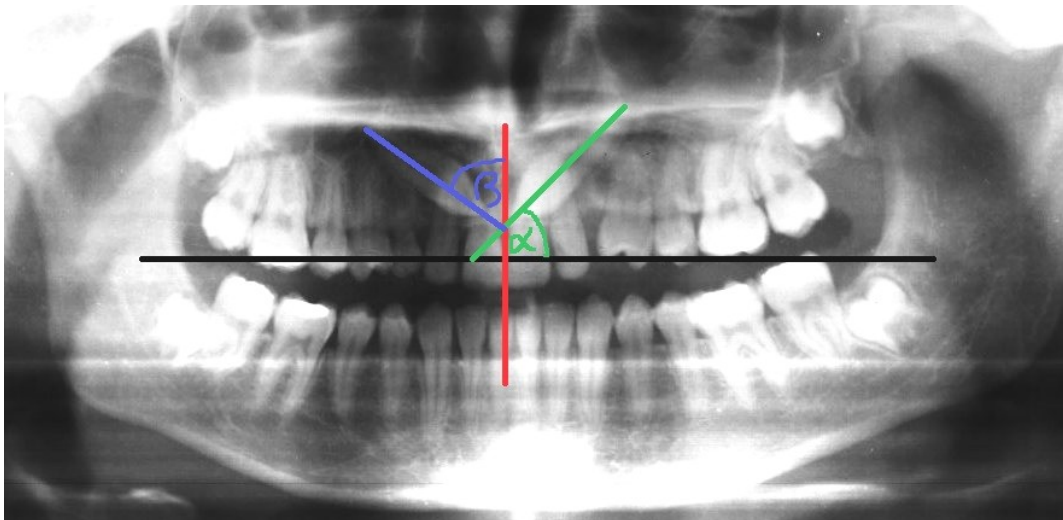


Abb. 28 Erfassung der Winkel nach der Methode von Crescini et al. zwischen Eckzahnachse und Okklusionsebene (Winkel α), sowie Eckzahnachse und Mittellinie (Winkel β), anhand der Panoramaraöntgen.

4.2.4 Abstand Kronenspitze - Okklusionsebene

Anschließend wird der Abstand (d) der Kronenspitze der behandelten Zähne zur Okklusionsebene gemessen (Abstand zwischen der Kronenspitze und dem Schnittpunkt dieser Linie mit der Okklusionsebene in mm). Die Aufteilung der untersuchten Zähne erfolgt in zwei Gruppen: die erste beinhaltet jene Zähne mit dem Abstand d kleiner/gleich 10 mm, die zweite mit einem Abstand größer als 10 mm (Abb. 29).

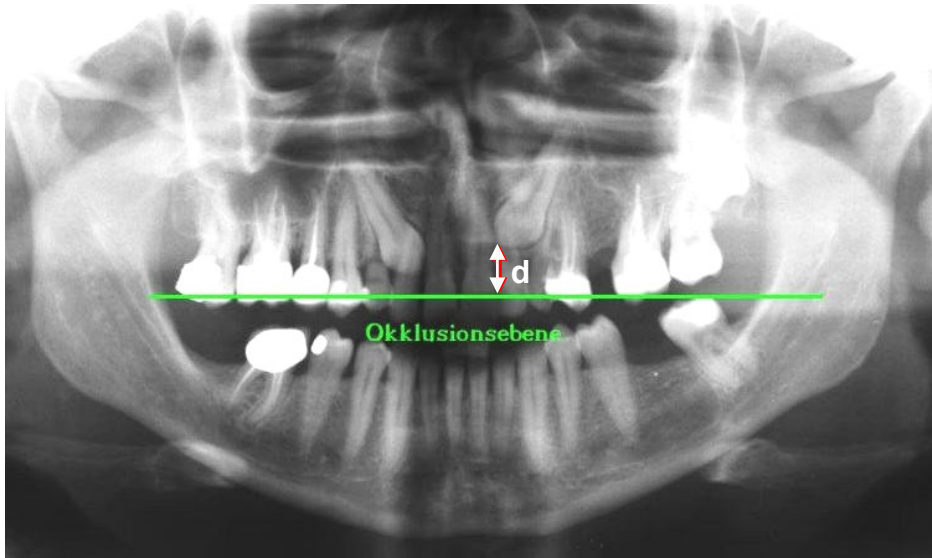


Abb. 29
Messung des Abstandes d nach der Methode von Crescini et. al. zwischen
Kronenspitze des retinierten Eckzahnes und Okklusionsebene in mm (Pfeil weiß).

4.2.5 Therapeutische Maßnahmen

Therapiemaßnahmen können anhand der Karteieinträge der kieferorthopädischen Unterlagen dokumentiert und chronologisch ausgewertet werden. Bei den kieferorthopädischen Apparaturen, welche zur Einstellung der Zähne zum Einsatz gekommen sind, gibt es eine Einteilung wie folgt:

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

4.2.6 Zeitliche Parameter

Es werden der Beginn und der Zeitpunkt der Bandabnahme festgehalten und daraus die Dauer der kieferorthopädischen Behandlung berechnet.

Die Kenngrößen werden wie folgt festgelegt:

1. Behandlungsdauer gesamt (in Monaten): Gesamtbehandlungsdauer von der 1. Behandlungssitzung bis zur Entlassung.
2. Behandlungsdauer ab Zug (in Monaten): Darunter ist jene Periode vom Zeitpunkt der chirurgischen Freilegung bis zur letzten Behandlungssitzung zu verstehen.

4.2.7 Chirurgische Freilegung

Der Zeitpunkt der chirurgischen Freilegung, wenn eine solche stattgefunden hat, ist notiert worden.

4.2.8 Behandlungstermine

Zusätzlich ist die Gesamtanzahl der Behandlungstermine und jene zwischen chirurgischer Freilegung und der Behandlungsbeendigung gezählt worden. (Anzahl der Besuche, Besuche ab Zug)

5 Ergebnisse - Deskriptive Statistik

Die Daten der 41 ausgewählten Patienten, die im Zeitraum von 1972 bis 2010 behandelt worden sind, sind retrospektiv für diese Studie ausgewertet und analysiert worden.

5.1 Demographische Merkmale

Insgesamt (n=41) sind 16 männliche (39,5%) und 25 weibliche Teilnehmer (TN) (60,5%) mit 57 impaktierten Eckzähnen (EZ) in die Studie aufgenommen worden, somit liegt eine Geschlechtererteilung von 1: 1,5 vor (Tabelle 2).

Die Patienten sind bei Behandlungsbeginn im Durchschnitt 16,8 Jahre ($\pm 7,01$; Min. 9,4 J; Max 39,6 J).

	<i>weiblich</i>	<i>männlich</i>	<i>gesamt</i>
Anzahl der Patienten gesamt	25	16	41
Anzahl impaktierter Eckzähne	35	22	57
min Alter (in Jahren)	9.4	11.2	9.4
max Alter (in Jahren)	39.4	39.6	39.6
Mittelwert Alter (in Jahren)	17.0	16.6	16.8
SD	7.3	6.8	7.01

Tabelle 2 Alter- und Geschlechterverteilung der PatientInnen mit retinierten Eckzähnen

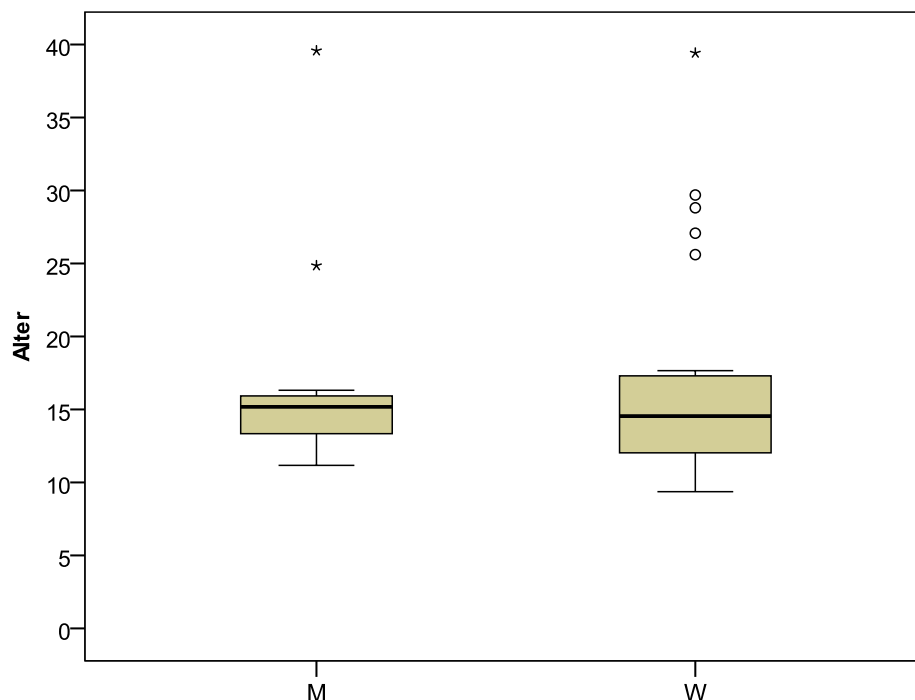


Abb. 30
Die Altersverteilung von 41 PatientInnen mit 57 retinierten Eckzähnen. (M) steht für männliche und (W) für weibliche PatientInnen.

5.2 Kieferorthopädische Merkmale der Malokklusion

Aus den Krankengeschichten ist zu entnehmen, dass 68,3% (n=28) der ProbandInnen einen Engstand (unbekannten Ausmaßes) bereits bei Behandlungsbeginn aufweisen, sowie 19,5% (n=8) ein Gesichtstrauma in der Kindheit erlitten haben (Tabelle 3).

Die kieferorthopädischen Eigenschaften der unterschiedlichen Malokklusionen der PatientInnen werden in Tabelle 3 veranschaulicht.

	%	(n)	
Freilegung erfolgt	70,7	(29)	Ein Großteil (36,6%) der PatientInnen hat eine Normalverzahnung (Klasse I nach Angle). 31,7% (n=13) weisen eine Klasse II/1 (Distalbiss nach Angle), 22% (n=9) eine Klasse II/2 (Deckbiss nach Angle) und 9,8% (n=4) eine Klasse III (Progenie nach Angle) auf.
Engstand vorhanden	68,3	(28)	
Gesichtstrauma	19,5	(8)	
Dentale Klasse rechts (n=40)			
Klasse I	26,8	(11)	In 24 untersuchten Fällen (58,5%) wird links und in 28 Fällen (68,3%) rechts eine dentale Klasse II dokumentiert. Die Zahnbogenform des Oberkiefers ist primär elliptisch (87,8%).
Klasse II	68,3	(28)	
Klasse III	2,4	(1)	
Dentale Klasse links (n=40)			
Klasse I	36,6	(15)	
Klasse II	58,5	(24)	
Klasse III	2,4	(1)	
Syndrom (n=41)			
Klasse I	36,6	(15)	
Klasse II/1	31,7	(13)	
Klasse II/2	22,0	(9)	
Klasse III	9,8	(4)	
Zahnbogenform Oberkiefer(n=41)			
elliptisch	87,8	(36)	
omegaförmig	7,3	(3)	
spitz	4,9	(2)	

Tabelle 3
Kieferorthopädische Merkmale der Malokklusion von 41 PatientInnen mit 57 retinierten Eckzähnen.

5.3 Therapeutische Merkmale

a) kieferorthopädische therapeutische Merkmale:

Alle PatientInnen haben eine Behandlung mit festsitzenden Apparaturen erhalten. Eine ausschließlich festsitzende Therapie ist bei 63,4% durchgeführt worden. 29,3% sind mit einer Kombination aus festsitzenden Brackets und Headgear, sowie jeweils 7,3% der PatientInnen sind entweder zusätzlich mit Kinnkappe oder anderen herausnehmbaren kieferorthopädischen Geräten therapiert worden.

b) chirurgische therapeutische Merkmale:

Bei 29 Patienten (70,7%) hat die Notwendigkeit den retinierten Eckzahn chirurgisch freizulegen bestanden (Tabelle 3). An der Abteilung für orale Chirurgie der Medizinischen Universität Graz wird die geschlossene Elongation als primäre Freilegungsmethode gewählt.

5.4 Parameter zur Topographie der retinierten Eckzähne

Vorkommen	%	(n)
unilateral	61,0	(25)
bilateral	39,0	(16)
1. Quadrant	52,6	(30)
2. Quadrant	38,6	(22)
Lokalisation		
zentral	29,3	(12)
bukkal	19,5	(8)
palatinal	48,8	(20)
Abstand KS-OE		
> 10 mm	43,9	(25)
≤ 10 mm	47,5	(27)

Bei 61 % (n=25) der PatientInnen liegt eine unilaterale Retention vor, eine beidseitige Verlagerung im Oberkiefer ergibt sich bei 39% (n=16). 29,3% aus 57 Canini sind zentral, 19,5% bukkal und 48,8% palatinal retiniert. Der rechte Oberkiefer ist hierbei bevorzugt betroffen (52,6%).

Tabelle 4
Topographische Merkmale von 41 PatientInnen mit 57 retinierten Eckzähnen.

Die Messungen anhand der Röntgenbilder ergeben, dass der mittlere Abstand der Kronenspitze zur Okklusionsebene (d) 11,3 mm beträgt. (\pm 6,8; 3mm; 39mm) (Tabelle 5).

Eine Kategorisierung in 2 Gruppen ist erfolgt. 43,9% (n=25) ProbandInnen sind in die Kategorie 1 mit einem Kronen-Okklusionsebenen- Abstand von weniger als 10

mm einzustufen. Bei 47,5 (n=27) Untersuchten ist die Distanz größer gleich 10 mm (Tabelle 4).

Die Achsenneigungen der betroffenen Zähne bezogen auf die Okklusionsebene stellen sich wie folgt dar: Der Winkel Alpha (Winkel zwischen Zahnachse und Okklusionsebene) beträgt durchschnittlich 54,9° (n=52; ±19,2; 14°; 101°) (Tabelle 5).

Variable	Anzahl (n)	Mittelwert	S	Min	Max
SNA in °*	41	81,3	3,9	75	89,4
SNB in °*	41	78,4	3,4	73,1	86,4
ANB in °*	41	3,0	2,1	0,0	7,0
Winkel Alpha**	52	54,9	19,2	14	101
Winkel Beta**	52	35,3	18,8	-11	76
Abstand d (mm)***	52	11,3	6,8	3	39

Tabelle 5 Radiologische Merkmale von 41 PatientInnen mit 57 retinierten Eckzähnen:
 * Fernröntgendurchzeichnung der österreichischen Gesellschaft für Kieferorthopädie
 ** Achsenneigungen: Vermessungsmethode nach Crescini et al.
 *** Abstand d zur Okklusionsebene nach Crescini et al.

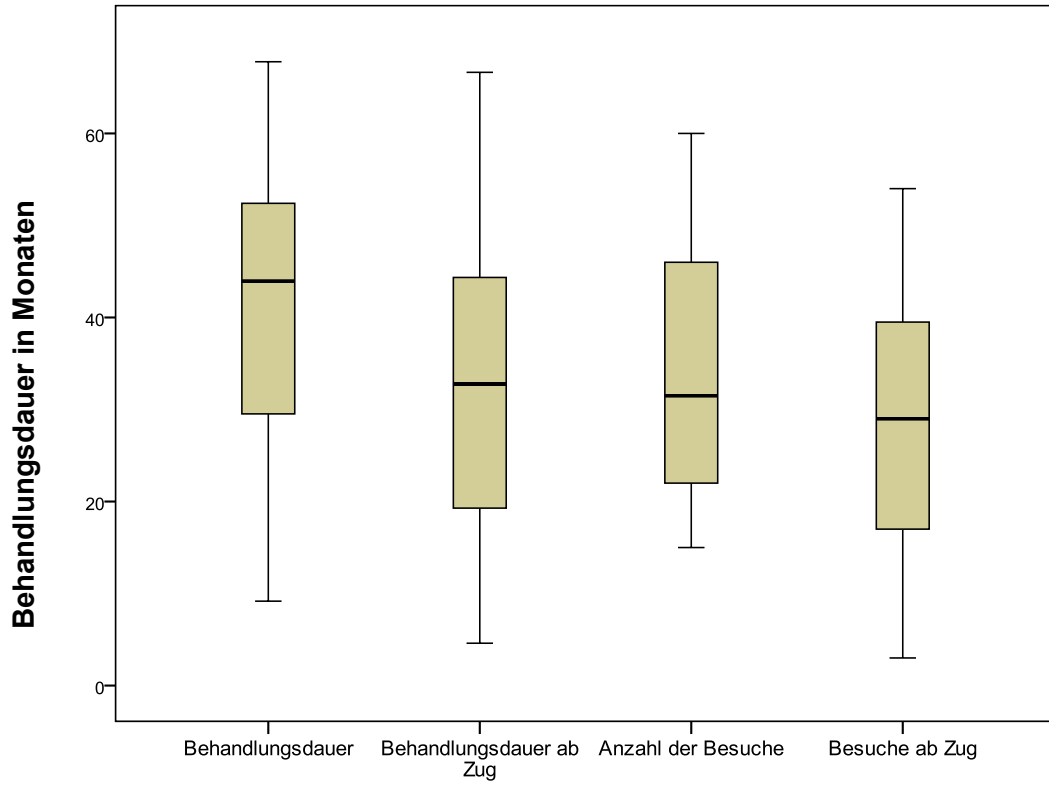
5.5 Kenngrößen zur Behandlungsdauer der retinierten Eckzähne

Die Behandlungsdauer der PatientInnen (n=38), dargestellt in Tabelle 6, liegt bei durchschnittlich 41,2 Monate (15,7; 9,2; 67,7) mit einer Gesamtbesuchsanzahl (n=34) von 34,3 Sitzungen (± 12,8). Die präorthodontische Einstellungsdauer vor der chirurgischen Freilegung bzw. vor Zugbeginn beträgt durchschnittlich 8 Monate (Tabelle 6, Abb. 31).

Tabelle 6 Kenngrößen der Behandlungsdauer von 41 PatientInnen mit 57 retinierten Eckzähnen.

Variable	Anzahl (n)	Mittelwert	S	Min	Max
Behandlungsdauer (in Monaten)	38	41,2	15,7	9,2	67,7
Besuchsanzahl gesamt (Anzahl)	34	34,3	12,8	15	60
Dauer ab Zug (in Monaten)	36	33,2	17,2	4,6	66,6
Besuche ab Zug (Anzahl)	31	28,4	13,5	3	54

Abb. 31 Kenngrößen der Behandlungsdauer von 41 PatientInnen mit 57 retinierten Eckzähnen. Zeitangaben in Monaten.



6 Ergebnisse - Explorative Statistik

6.1 Zusammenhänge zwischen den Kenngrößen der Behandlungsdauer und den demographischen Parametern

Der Mann-Whitney U Test hat ergeben, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und den in der Fragestellung erhobenen Parametern (Behandlungsdauer, Behandlungsdauer ab Zug, Anzahl der Besuche und Anzahl Besuche ab Zug) besteht. Es konnte ebenso kein Zusammenhang mit dem Alter festgestellt werden (Pearson Korrelationskoeffizient).

6.2 Zusammenhänge zwischen den Kenngrößen der Behandlungsdauer und anamnestischen Merkmalen

Beim Vergleich der anamnestischen Parameter mit den Kenngrößen der Behandlungsdauer hat sich eine exakte Signifikanz zwischen der Behandlungsdauer ab Zug ($p=0,044$) und der Gesamtanzahl der Besuche ($p=0,017$) mit dem Auftreten von Gesichtstraumata ergeben. PatientInnen mit Gesichtstraumata hatten signifikant weniger Behandlungssitzungen.

Die weiteren Parameter, wie die Durchführung einer Freilegung oder das Vorhandensein von einem Engstand, zeigen in dieser retrospektiven Studie keinen Einfluss auf die Behandlungsdauer ($p \leq 0,05$) (Mann-Whitney U Test).

6.3 Zusammenhänge zwischen den Kenngrößen der Behandlungsdauer und den kieferorthopädischen Merkmalen der Malokklusion

Beim Kruskal-Wallis Testverfahren sind keine signifikanten Zusammenhänge zwischen dentaler oder skelettaler Klassifikation, Lokalisation bzw. Zahnbogenform und der Behandlungsdauer (gesamt und ab Zug) oder Besuchsanzahl (gesamt und ab Zug) zu finden gewesen.

6.4 Zusammenhänge zwischen den Kenngrößen der Behandlungsdauer und topographischen Parametern

Die Korrelationsanalyse nach Pearson identifiziert Messparameter, die Beziehungen zueinander haben.

Die Größe des Neigungswinkels Alpha und auch Beta zeigen jeweils hohe Signifikanz zur Behandlungsdauer (gesamt und ab Zug) und der Anzahl der Sitzungen (gesamt und ab Zug) (Tabelle 7, S. 53). Der Winkel α steht in einer negativen Korrelation zu den Kenngrößen der Behandlungsdauer (Abb. 33). Je spitzer dieser Winkel ist, desto länger dauert die Einreihung in die Okklusionsebene und desto mehr Besuche beim Kieferorthopäden sind zur korrekten Positionierung in die Zahnreihe und Stabilisation des Therapieergebnisses notwendig (für α : Gesamtbehandlungsdauer: $r = -0.442$, Dauer ab Zug: $r = -0.430$, Besuche gesamt: $r = -0.489$, Besuche ab Zug: $r = -0.431$). Der Winkel β hat einen positiven Zusammenhang (Abb. 34) zu allen Kenngrößen der Behandlungsdauer. Je steiler die Eckzahnposition (je kleiner der Winkel), desto kürzer die Behandlungsdauer und desto weniger Behandlungssitzungen sind nötig (für β : Gesamtbehandlungsdauer: $r = 0.450$, Dauer ab Zug: $r = 0.441$, Besuche gesamt: $r = 0.508$, Besuche ab Zug: $r = 0.447$).

Der SNA Winkel zeigt einen sehr schwach signifikanten Zusammenhang ($p = 0,05$) zur Gesamtbesuchsanzahl. Je größer der SNA Winkel ist, desto weniger Behandlungen werden durchgeführt (Abb. 32).

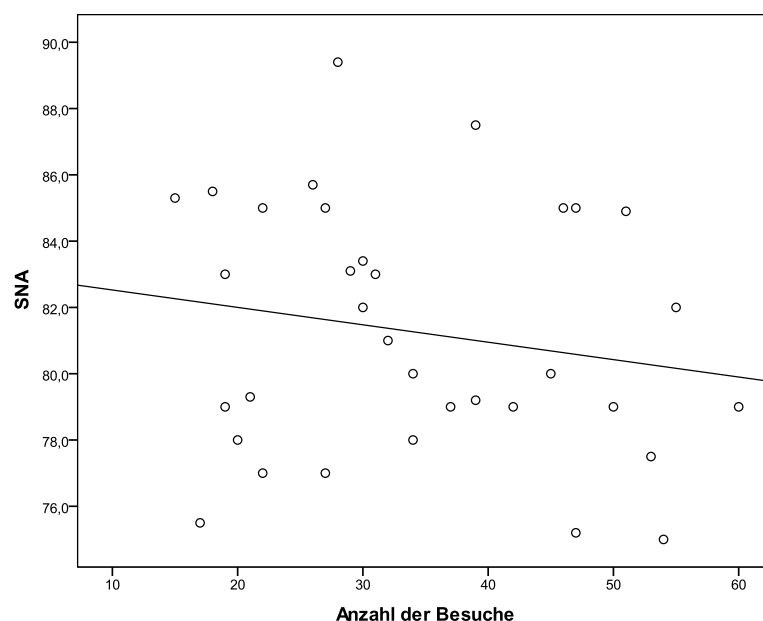
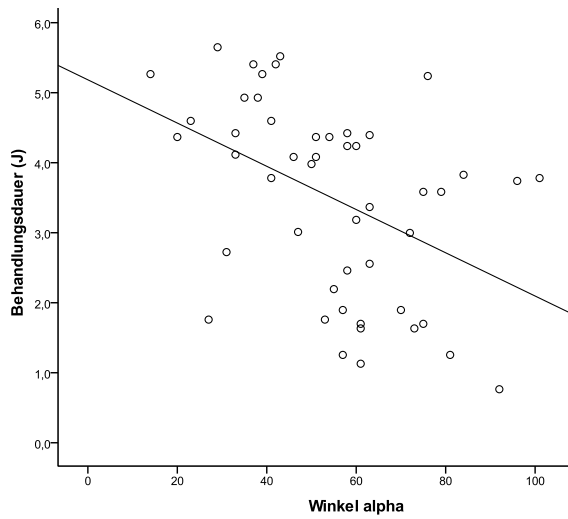
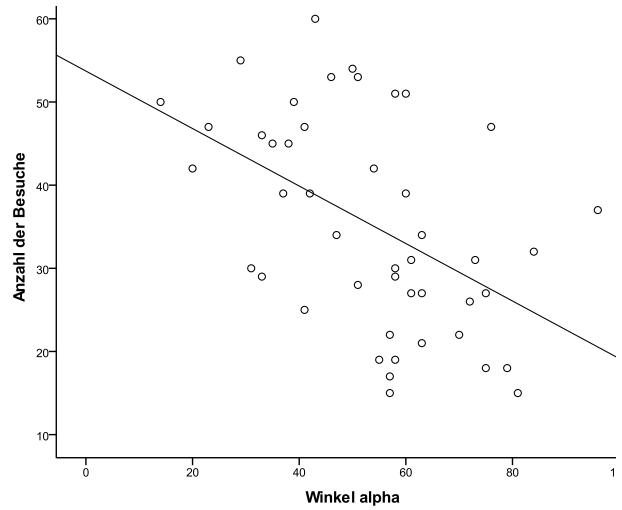


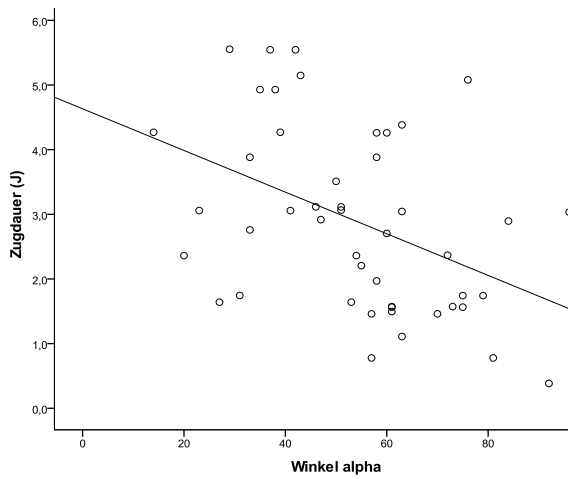
Abb. 32 Negativkorrelation zwischen SNA – Winkel und der Gesamtanzahl der Besuche von 41 PatientInnen mit 57 retinierten Eckzähnen.



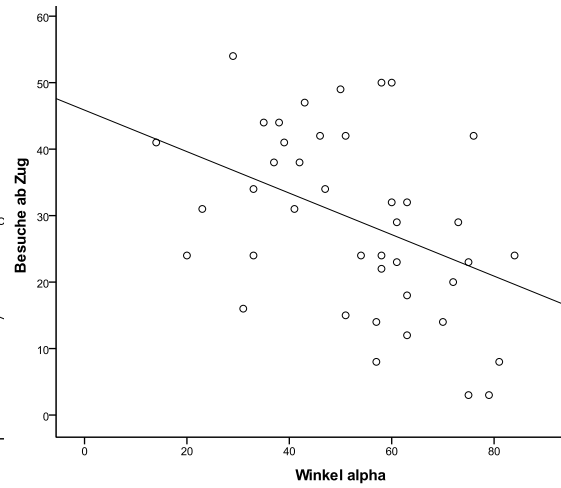
a



b



c



d

Abb. 33
Darstellung der negativen Korrelation des Winkels Alpha mit der Gesamtbehandlungsdauer (a), der Gesamtanzahl der Besuche (b), der Behandlungsdauer ab Zug (c) und der Anzahl der Besuche ab Zug (d) gemessen an 41 PatientInnen mit 57 retinierten Eckzähnen.

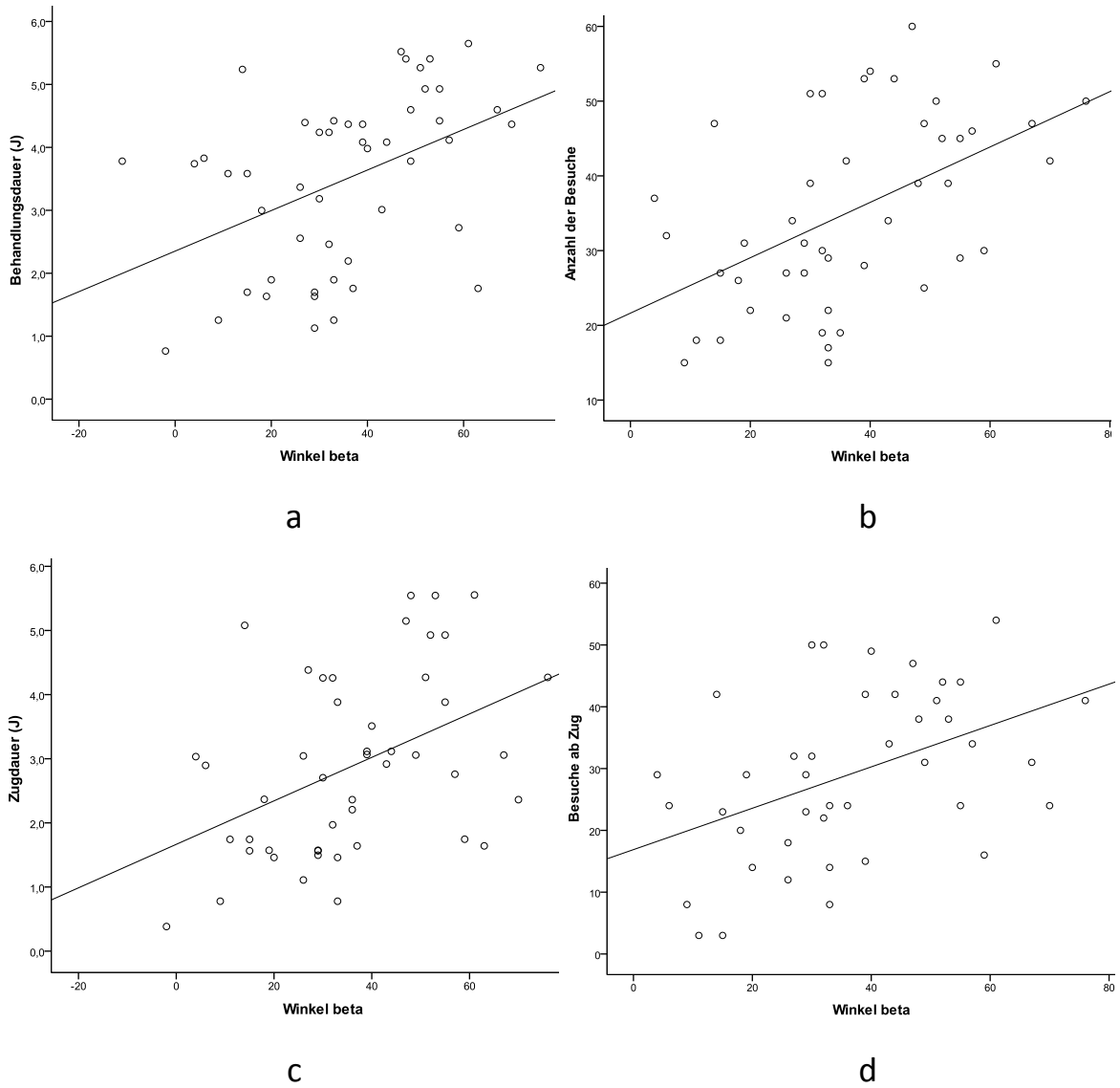


Abb. 34
 Darstellung der negativen Korrelation des Winkels Beta mit der Gesamtbehandlungsdauer (a), der Gesamtanzahl der Besuche (b), der Behandlungsdauer ab Zug (c) und der Anzahl der Besuche ab Zug (d) gemessen an 41 PatientInnen mit 57 retinierten Eckzähnen.

Tabelle 7

Korrelation zwischen den Kenngrößen der Behandlungsdauer mit einzelnen Parametern.
 Signifikante Korrelationen sind rot markiert: *: $p \leq 0,05$ = hohe Signifikanz

patientenbezogene Parameter	Behandlungs- dauer gesamt	Behandlungs- dauer ab Zug	Besuche gesamt	Besuche ab Zug
Auswertung der kontinuierlichen Zusammenhänge mittels Pearson Korrelationskoeffizient				
Alter	0,108	0,153	0,289	0,315
SNA	-0,061	-0,098	-0,355	-0,180
SNB	-0,064	-0,054	-0,280	-0,179
ANB	-0,004	-0,071	-0,157	-0,031
Winkel Alpha	-0,442*	-0,430*	-0,489*	-0,431*
Winkel Beta	0,450*	0,441*	0,508*	0,447*
Abstand ZS-OE	0,039	0,039	0,256	0,149

Auswertung der kategorischen Zusammenhänge mittels Kruskal- Wallis Test (p-Werte)				
dentale Klasse rechts	0,284	0,599	0,929	0,713
dentale Klasse links	0,146	0,698	0,762	0,328
Angle Klassen (Syndrom)	0,449	0,609	0,426	0,610
Lokalisation	0,308	0,309	0,674	0,600
Zahnbogenform OK	0,248	0,159	0,045*	0,054

Auswertung der kategorischen Zusammenhänge mittels Mann-Whitney U Test (p-Werte)				
Geschlecht	0,953	0,727	0,849	0,650
Freilegung	0,722	0,161	0,254	0,072
Engstand	0,745	0,436	0,258	0,348
Quadrant	0,936	0,897	0,912	0,859
Kategorie	0,317	0,587	0,107	0,246
Gesichtstrauma	0,076	0,044*	0,017*	0,068
Vorkommen	0,672	0,835	0,576	0,890

7 Diskussion und Konklusion

Die kieferorthopädische Behandlungsdauer retinierter bzw. impakterter Eckzähne stellt in der Literatur ein viel diskutiertes Thema dar.

Die Therapie ist oftmals mit einem großen Aufwand für PatientInnen und BehandlerInnen verbunden. Sie erstreckt sich über einen langen Zeitraum und es darf nicht unterschätzt werden, dass durch das Tragen von kieferorthopädischen Geräten die Lebensqualität erheblich eingeschränkt werden kann.

PatientInnen erwarten nicht nur eine gute Aufklärung und Prognose sondern benötigen auch eine ständige Motivation seitens der TherapeutInnen, um mögliche Misserfolge durch non-Compliance in der Therapie vorzubeugen.

Eine komplexe Diagnostik mittels Röntgen, DVT oder CT und die Erstellung eines effizienten Therapieplans sind Voraussetzung für den Behandlungserfolg. Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit ist oftmals erforderlich, denn häufig müssen Eckzähne vor der kieferorthopädischen Einreihung oralchirurgisch freigelegt werden.

Entsprechend der niedrigen Prävalenz der Erkrankung sind alle PatientInnen, die im Suchlauf an der Klinischen Abteilung für Kieferorthopädie gefunden wurden und entsprechende Einschlusskriterien vorwiesen, in diese Untersuchung mit einbezogen worden. Aufgrund des explorativen Charakters der Datenanalyse war keine Fallzahlplanung angezeigt. Vielmehr sollte die Studie einer Fallzahlplanung für künftige prospektiv angelegte Studien dienen.

In der Beantwortung der Frage, inwieweit patientenbezogene Faktoren einen Einfluss auf die individuelle Behandlungsdauer haben, wird sowohl in der Literatur als auch in vorgestellter Studie deutlich, dass besonders topographischen Parametern Aufmerksamkeit geschenkt werden muss.

Die Inklination und Position der retinierten bzw. impaktierten Eckzähne sind nicht nur diagnostisch wichtige Größen, sondern sie dürften auch eine wesentliche Rolle für die Therapiedauer spielen. Es konnte mit hoher Signifikanz eine Wechselbeziehung der Winkel Alpha und Beta (Winkel der Zahnachse zur Okklusionsebene bzw. Mittellinie) zu allen Kenngrößen der Behandlungsdauer

nachgewiesen werden. Dies bedeutet: je geringer der Eckzahn von seiner natürlichen Durchbruchrichtung abweicht, desto weniger Behandlungssitzungen sind erforderlich und desto kürzer fällt die Therapie aus. Die Autoren Schopf P. und Zuccati et. al stellen in ihren Studien ebenso eine Korrelation zwischen diesen Parametern fest.

Bei der Bewertung des Abstandes d zur Dauer der Eckzahneinstellung können in der vorliegenden Studie die Ergebnisse von Zuccati et al. nicht bestätigt werden. Laut Literatur verkürzt sich die Behandlungsdauer je kleiner der Abstand der Kronenspitze zur Okklusionsebene ist. Dies müsste in zukünftigen Studien mit einer größeren Fallzahl nochmals geprüft werden.

Beim Vergleich der anamnestischen Parameter mit den Kenngrößen der Behandlungsdauer ist es zu einem nicht erklärbaren signifikanten Zusammenhang gekommen: PatientInnen, die in ihrer Kindheit ein Gesichtstrauma erlitten haben, benötigen eine geringere Anzahl von Behandlungssitzungen und eine kürzere Behandlungszeit ab Zug als jene, denen kein Trauma wiederfahren ist. Ob dieses Ergebnis eine große Aussagekraft hat und in Folgestudien bestätigt werden kann, ist fraglich. Ein mögliche Erklärung hierfür wäre, dass PatientInnen mit Traumata ein subjektiv vermindertes Schmerzempfinden im Kieferbereich aufweisen und daher weniger Kontrolltermine wahrnehmen oder aufgrund dieser Insensitivität eine höhere Zugkraft auf den Zahn appliziert werden kann und sich dadurch die Therapiedauer verkürzt. Für zukünftige Studien ist es von Interesse auch diese Beziehung mit einer höheren Patientenanzahl zu hinterfragen, da ein solches Ergebnis kritisch zu bewerten ist.

Es gibt bei dieser retrospektiven Untersuchung der Krankengeschichten Anhaltspunkte, dass Frauen ein erhöhtes Risiko für eine Eckzahnimpaktierung haben und es wird ersichtlich, dass der Oberkiefer und der erste Quadrant für Verlagerungen prädisponiert sind.

Das Alter spielt bei Behandlung retinierter Oberkiefereckzähne in der Literatur ebenfalls eine Rolle. Je älter ein Patient ist, desto länger beträgt die Therapiedauer. In vergleichbaren Studien werden meist alle Altersklassen mit einbezogen und das Patientenalter wird als Prognosefaktor hoch gewertet. Bei vorliegender Probandengruppe wurden ebenso alle Altersklassen eingeschlossen,

jedoch ist kein signifikanter Zusammenhang zwischen Alter und Behandlungszeit ermittelt worden.

Die unterschiedlichen Vorgehensweisen bei der Therapie selbst waren nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Es ist anzunehmen, dass sich die Therapie seit 1972 einem Wandel unterzogen hat. Die Verwendung von festsitzenden Apparaturen ist zwar einheitlich durchgeführt worden, jedoch gibt es hierbei ebenso Variationen bei der Vorgehensweise. Besonders die Klebposition des Attachments, sowie der Zugkraft am Kettchen ist jedem der BehandlerInnen individuell überlassen worden und kann nicht nachvollziehbar ermittelt werden.

Neben einem größeren Kollektiv ist eine saubere Datensammlung für künftige pro- und retrospektive Studien empfehlenswert. Ebenso das Einschließen von biomechanischen Kenngrößen.

In dieser Arbeit sind retrospektiv patienten- und lokalisationsbezogene Parameter aus Krankenkarteien herausgefiltert, sortiert und kategorisiert sowie anschließend in ein speziell erstelltes Erhebungsdatenblatt pseudonymisiert übertragen worden. Die Integration eines solchen Erhebungsblattes in den klinischen Alltag, speziell für retinierte Zähne, hätte jenen Vorteil, dass anhand einer lückenlosen Dokumentation sich diese einheitlichen relevanten Daten besser verarbeiten lassen würden. Ebenso wäre die Kooperation mit anderen Kliniken bzw. kieferorthopädischen Privatpraxen von Interesse, um eine größere Anzahl an StudienteilnehmerInnen zu gewinnen.

Weiters sollten bilaterale Eckzähne, welche statistisch gesehen voneinander abhängige Variable darstellen, in der Auswertung berücksichtigt werden. In dieser Arbeit sind uni- und bilaterale Eckzähne als nichtabhängige Variable verarbeitet und eine einfache statistische Analyse durchgeführt worden.

Die Behandlung von retinierten Eckzähnen ist nicht nur für PatientInnen, sondern auch für TherapeutInnen ein „langer, steiniger Weg“. Ein vertieftes Wissen über patientenbezogene Faktoren gewinnt immer mehr und mehr an Bedeutung. In Zukunft könnte dadurch eine bessere Prognose zur Behandlungsdauer, Anzahl der Behandlungssitzungen und Kostenplanung für die Therapie gestellt werden.

Literaturverzeichnis

- [1]. **Schopf P.** *Curriculum Kieferorthopädie*. 3. Edition. Berlin : Quintessenz Verlags-GmbH, 2000. Bd. II. S 651-660.
- [2]. **Zuccati G, Ghobadlu J, Nieri M, Clauser C.** Factors associated with the duration of forced eruption of impacted maxillary canines: A retrospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006, 130:349-56.
- [3]. **Moyers RE.** *Handbook of Orthodontics*. 4th ed. Chicago : Year Book Med Publish Inc, 1988. S. 521-527.
- [4]. **Kuftinec MM, Shapira Y.** The impacted maxillary canine: I.Review of concepts. *Journal of dentistry for children*. Sept.-Oct. 1995.
- [5]. **Diedrich P.** *Kieferorthopädie*. 4th ed. s.l. : Urban & Fischer, 2000. S. 78-79.
- [6]. **Jakse N.** Retinierte Zähne, operative Entfernung, Freilegung und Transplantation.
- [7]. **Caminiti MF, Sandor GK, Giambattistini C, Tompson B.** . Outcomes of the surgical exposure, bonding and eruption of 82 impacted maxillary canines. Sept 1998, S. 64(8):572-4, 576-9.
- [8]. **Jacobs SG et al.** Palatally impacted canines: aetiology of impaction and the scope for interception. Report of cases outside the guidelines for interception. *Australian Dental Journal*. 39:4, 1994.
- [9]. **Dachi SF, Howell FV.** A survey of 3874 routine full mouth radiographs. II. A study of impacted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Path*. October 1961, S. 14:1165-1169.
- [10]. **Bishara SE.** Clinical management of impacted maxillary canines. *Semin Orthod*. 1998, Bd. 4(2), S. 87-98; Review.
- [11]. **Parkin N, Benson PE, Thind B, Shah A.** Open versus closed surgical exposure of canine teeth that are displaced in the roof of the mouth (Review). *Cochrane Database Syst Rev*. Oct 8;(4):CD006966, 2008 .
- [12]. **Jacobs SG.** The impacted maxillary canine. Further observations on aetiology, radiographic localization, prevention/interception of impaction, and when to suspect impaction. *J Gen Orthod*. Jun 1997, 8(2):16-20. Review.

- [13]. **Kokich VG, Mathews DP.** Surgical and Orthodontic Management of Impacted Maxillary Canines. *Inf Orthod Kieferorthop.* 2006, 38:288-293.
- [14]. **Kokich, VG.** Surgical and orthodontic management of impacted teeth. *Dent.Clin.of North Am.* April 1993, Vol. 37, No. 2.
- [15]. **Liu DG, Zhang WL, Zhang ZY, Wu YT, Ma XC.** Localization of impacted maxillary canines and observation of adjacent incisor resorption with cone-beam computed tomography. *OralSurg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008 Jan, S. 105(1):91-8.
- [16]. **Kurol J, Ericson S.** Resorption of incisors after ectopic eruption of maxillary canines: a CT study. *Angle Orthod.* 2000, S. 415–423.
- [17]. **Walker L, Enciso R, Mah J.** Three-dimensional localization of maxillary canines with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005, S. 418–423.
- [18]. **Schopf P.** *Curriculum Kieferorthopädie.* 3. Edition. Berlin : Quintessenz Verlags-GmbH, 2000. Bd. I. S147-159.
- [19]. **Kasaj A, Willershausen B.** Digital Volume Tomography for Diagnostics in Periodontology. *Int J Comput Dent.* 2007 Apr, 10(2):155-68.
- [20]. **Städtler P.** Vorlesung Zahnerhaltung I/II. Graz, 2009.
- [21]. **Pasler FA, Visser H.** *Zahnmedizinische Radiologie. Bildgebende Verfahren. Farbatlant der Zahnmedizin* 5. 2. Edition. Stuttgart : Thieme, 2000.
- [22]. **Mason C, Papadakou P, Roberts GJ.** The radiographic localization of impacted maxillary canines: a comparison of methods. *Eur J Orthod.* 2001 Feb, 23(1):25-4.
- [23]. **Caprioglio A, Siani L, Caprioglio C.** Guided eruption of palatally impacted canines through combined use of 3-dimensional computerised tomography scans and the easy cuspid device. *World J Orthod.* 2007 Summer, 8(2):109-21.
- [24]. **Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, Martini PT, Andreis IA.** A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998, 8(9):1558-64.

- [25]. **Rugani P, Kirnbauer B, Arnetzl GV, Jakse N.** Digitale Volumetomographie: Grundlage für computerunterstützte oralchirurgische Planung. *Int Journal of Computerized Dent.* 12:131-145, 2009.
- [26]. **Schnelle C.** Vergleich der Strahlenexposition bei der Digitalen-Volumen-Tomographie, der Panoramaschichtaufnahme und der Computertomographie. - URL <http://docserv.uni-duesseldorf.de/servlets/DocumentServlet?id=2377>, 2007.
- [27]. **Mohammed et al.** Assessment of radiographic factors affecting surgical exposure and orthodontic alignment of impacted canines of the palate: A 15-year retrospective study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009 Feb 6.
- [28]. **Fearne J, Lee RT.** Favourable Spontaneous Eruption of Severely Displaced Maxillary Canines with Associated Follicular Disturbance. *Br J Orthod.* 1988 May, 15(2):93-8.
- [29]. **Horch HH.** *Praxis der Zahnheilkunde: Zahnärztliche Chirurgie.* 4. Auflage. Urban & Fischer, 2005.
- [30]. **Hardy P.** The autogenous transplantation of maxillary canines. *Br Dent J.* 1982, 153:183-6.
- [31]. **Okomoto T, Pinto RS, Carvalho ACP.** Transplantes dentais. Consideracoes sobre estudos experimentais. . *Rev Assoc Paul Cirug Dent.* 1980, 34:436-41.
- [32]. **Williams JK, Cook PA, Isaacson KG, Thom AR.** *Festsitzende kieferorthopädische Apparaturen.* 1st ed. Stuttgart: Thieme, 2000.
- [33]. **Peñarrocha M, Peñarrocha M, García-Mira B, Larrazabal C.** Extraction of impacted maxillary canines with simultaneous implant placement. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007 Nov, 65(11):2336-9. .
- [34]. **Gharaibeh T, Al-Nimri K.** Postoperative pain after surgical exposure of palatally impacted canines: closed-eruption versus open-eruption, a prospective randomized study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008, 106:339-42.
- [35]. **Lewis PD.** Preorthodontic surgery in the treatment of impacted canines. *Am J Orthod.* 1971, 60:383-397.

- [36]. **McDonald F, Yap WL.** The surgical exposure and application of direct traction of unerupted teeth. *Am J Orthod.* 1982, 89:331-340.
- [37]. **Fischer TJ.** Orthodontic treatment acceleration with corticotomy-assisted exposure of palatally impacted canines. *Angle Orthod.* May 2007, S. 77(3):417-2.
- [38]. **Fournier A, Turcotte J, Bernard C.** Orthodontic considerations in the treatment of maxillary impacted canines. *Am J Orthod.* 1982, 81:236-239.
- [39]. **Becker A.** Einordnung verlagertter Zähne. Kieferorthopädisches Problemmanagement mit festsitzenden Behandlungsmechaniken. *Deutscher Zahnärzte Verlag.* 1999.
- [40]. **Iramaneerat S, Cunnigham SJ, Harrocks S.** The effect of two alternative methods of canine exposure upon subsequent duration of orthodontic treatment. *International Journal of Paediatric Dentistry.* 8: 123-129.
- [41]. **Stewart et al.** Factors that relate to treatment duration for patients with palatally impacted maxillary canines. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001, 119:216-25.
- [42]. **Wimmer G.** Parodontologie I. *Vorlesungsmitschrift Doz. Wimmer, Parodontologie ; 7.Semester, 2009*
- [43]. **Crescini, et al.** Pre-treatment radiographic features for the periodontal prognosis of treated impacted canines. *J Clin Periodontol.* 34: 581-587.doi: 10.1111/j.1600-051X.2007.01094.x, 2007.
- [44]. **Nute SJ.** Severe incisor resorption by impacted maxillary canines: case report and literature review. *Int J Paediatr Dent.* 2004 Nov, S. 14(6):451-4.
- [45]. **Pasler FA, Visser H.** *Taschenatlas der zahnärztlichen Radiologie, S111.* Stuttgart : Thieme.
- [46]. **Schroll K, Watzek G.** *Zahnärztliche Chirurgie.* Wien, S287
- [47]. **Schroll K, Watzek G.** *Zahnärztliche Chirurgie.* Wien, S283
- [48]. **konusförmiger Strahlengang** - URL www.ndg-hno.de/resources/HNO-Mitteilungen+2008.pdf, S 49, 15.07.09.
- [49]. **Zahndurchbruchsschema** - URL <http://www.blissdentistry.net.au/images/childrens-teeth/tooth-eruption.jpg>.
- [50]. **Ballista Loop** - URL <http://www.lucianosol.blogspot.com>, 14.07.09.
- [51]. **Aufbissröntgen** - URL <http://www.medeco.de/index.php?id=338>, 27.07.09.

- [52]. **Planmeca Pro Max 3D** - URL <http://www.baumgartnerrath.de/produkte/dentalprodukte/3d-roentgengeraeete/images/Planmeca-ProMax-3D.jpg>, 24.07.09.
- [53]. **Eyelet** - URL <http://www.ortho-direct.com/details.php?prodId=186>, 21.8.09.

8 Anhang

- **Erhebungsbogen für retinierte OK- Eckzähne (unausgefüllt)**
- **Codierungsblatt für Datenmatrix**
- **Excel Datenmatrix für SPSS**

Erhebungsbogen für retinierte OK- Eckzähne

Stammdaten:

Patienten-ID:		Geburtsdatum:	Geschlecht
Zahnkennnummer:		M	W <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Anamnese:

Gesichtstrauma im Kindesalter bekannt: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	Alle Zähne angelegt: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
KFO - festsitzend: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	KFO - abnehmbar: Headgear <input type="checkbox"/>
Operative Freilegung: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	Kinnkappe <input type="checkbox"/>
Engstand: ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>	Andere <input type="checkbox"/>
Zahnbogenform: elliptisch <input type="checkbox"/> omegaform <input type="checkbox"/> spitz <input type="checkbox"/>	Keine <input type="checkbox"/>

Kieferorthopädische und radiologische Diagnostik

Dental:	Skelettal:
Klasse rechts:	Klasse:
PMB rechts:	SNA in °:
Klasse links:	SNB in °:
PMB links:	FR in %:
	WT: horizontal <input type="checkbox"/> neutral <input type="checkbox"/> vertikal <input type="checkbox"/>

Vermessung:

Winkel α :	Winkel β :
Quadrant:	Abstand KS- OE:

Lokalisation:

unilateral <input type="checkbox"/>	zentral: <input type="checkbox"/>
bilateral <input type="checkbox"/>	bukkal: <input type="checkbox"/>
	palatinal: <input type="checkbox"/>

Merkmale der Behandlungsdauer:

Aufnahmedatum	Behandlungsbeginn	Behandlungsende	Datum Zugbeginn
---------------	-------------------	-----------------	-----------------

Anzahl der Behandlungen insgesamt:
Anzahl der Folgebehandlungen ab KFO-Zug:

Codierungsblatt für Datenmatrix

Nr.	Frage	Antwortart	Code
v1	ID- Zahn	Zahl	Eingabewert
v2	Patientennummer (PTNR)	Zahl	Eingabewert
Stammdaten			
v3	Sex	männlich/weiblich	1/2
v4	Geburtsdatum	Datum	(TT.MM.JJJJ)
Behandlungsbeginn			
v5	Aufnahme	Datum	(TT.MM.JJJJ)
v6	Behandlungsbeginn	Datum	(TT.MM.JJJJ)
v7	Behandlungsende	Datum	(TT.MM.JJJJ)
Freilegung und Zug			
v8	Zug ab	Datum	(TT.MM.JJJJ)
v9	Freilegung	ja/nein	1/0
Dentale Klasse			
v10	Kl. Re. Dent.	Klasse I / Klasse II / Klasse III	1 / 2 / 3
v11	Kl. Li. Dent.	Klasse I / Klasse II / Klasse III	1 / 2 / 3
Skelettal			
v12	Syndrom	Klasse I \ Klasse II/1 \ Klasse II/2 \ Klasse III	0 \ 1 \ 2 \ 3
v13	SNA in °	Zahl + 1 Kommastelle	Eingabewert
v14	SNB in °	Zahl + 1 Kommastelle	Eingabewert
v15	ANB in °	Zahl + 1 Kommastelle	Eingabewert
v16	Engstand	ja/nein	1 / 0
Vermessung			
v17	Winkel Alpha	Zahl	Eingabewert
v18	Winke Beta	Zahl	Eingabewert
v19	Quadrant	1.Quadrant/2.Quadrant	1/2
v20	Abstand ZS - OE	Zahl	Eingabewert
v21	Kategorieeinteilung (Abstand ZS-OE) <= 10, >10	kleiner/gleich 10 \ größer 10	1 \ 2
Anamnese			
v22	Gesichtstrauma	ja/nein	1 / 0
Lokalisation			
v23	Vorkommen	unilateral / bilateral	1 / 2
v24	Lokalisation	zentral/bukkal/palatinal	0 / 1 / 2
Besuche:			
v25	Anzahl der Besuche	Zahl	Eingabewert
v26	Anzahl Besuche ab Zug	Zahl	Eingabewert
Sonstiges:			
v27	Zahnbogenform OK	elliptisch / omega förmig / spitz	1 / 2 / 3
zusätzliche Angaben			
	Not available	Text	NA

Zahn ID	Pat ID	Sex	Geb.	Aufnahme	TH-Beginn	TH-Ende	Zug ab	Freilegung	Kl. Re. Dent.	Kl. Li. Dent.	Syndrom	SNA	SNB
v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14
1	1	1	17.12.1992	25.01.2006	10.05.2006	04.07.2010	23.11.2006	1	2	2	1	83,1	80,2
2	1	1	17.12.1992	25.01.2006	10.05.2006	28.06.2010	23.11.2006	1	2	2	1	83,1	80,2
3	2	2	17.10.1954	31.01.1972	31.01.1972	07.11.1975	08.08.1974	0	2	2	2	85	82
4	3	1	03.12.1959	06.07.1972	18.07.1972	05.12.1974	26.06.1974	0	2	2	1	78	75
5	4	2	26.03.1985	18.03.1999	20.05.1999	13.10.2004	30.03.1999	1	2	2	1	87,5	82,7
6	4	2	26.03.1985	18.03.1999	20.05.1999	13.10.2004	30.03.1999	1	2	2	1	87,5	82,7
7	5	1	31.10.1968	14.07.1993	01.09.1993	06.04.1998	17.03.1995	1	2	2	1	85	83
8	5	1	31.10.1968	14.07.1993	01.09.1993	06.04.1998	17.03.1995	1	2	2	1	85	83
9	6	1	22.08.1978	14.09.1989	20.10.1989	25.02.1993	29.08.1990	1	1	1	0	76,4	76,4
10	7	1	20.02.1993	24.04.2006	30.05.2006	10.10.2010	17.09.2007	0	2	2	1	89,4	85,5
11	8	2	23.05.1975	08.05.1990	11.09.1990	18.03.1996	25.01.1991	1	2	1	0	79	75
12	9	1	22.03.1963	09.09.2002	08.10.2002	13.12.2005	01.04.2003	1	1	1	0	79,2	77,6
13	10	2	30.08.1964	13.04.1976	15.04.1976	02.12.1977	07.05.1976	1	2	2	1	83	77
14	10	2	30.08.1964	13.04.1976	15.04.1976	02.12.1977	07.05.1976	1	2	2	1	83	77
15	11	2	27.07.1950	14.10.1975	27.02.1976	14.04.1977	16.10.1975	1	2	1	0	86	79
16	12	2	07.02.1969	02.02.1982	11.03.1982	21.04.1986	19.07.1983	0	2	2	2	85	78
17	13	2	15.05.1989	23.04.2002	20.08.2002	18.09.2006	08.08.2003	1	2	2	2	77,5	73,1
18	13	2	15.05.1989	23.04.2002	20.08.2002	18.09.2006	08.08.2003	1	2	2	2	77,5	73,1
19	14	1	29.12.1982	28.10.1996	03.04.1997	26.03.2001	22.09.1997	1	2	1	2	75	74
20	15	2	22.11.1991	29.11.2006	12.03.2007	17.01.2010	12.01.2009	0	2	2	2	85,5	80,4
21	15	2	22.11.1991	29.11.2006	12.03.2007	19.02.2010	12.01.2009	0	2	2	2	85,5	80,4
22	16	2	24.04.1961	18.03.1976	05.05.1976	08.04.1981	05.05.1976	1	2	2	0	80	79
23	16	2	24.04.1961	18.03.1976	05.05.1976	08.04.1981	05.05.1976	1	2	2	0	80	79
24	17	1	10.04.1977	28.04.1992	26.05.1992	30.05.1995	29.06.1992	1	1	1	0	78	79
25	18	2	03.06.1961	18.01.1990	20.03.1990	14.12.1993	03.12.1990	0	1	2	3	79	80
26	19	2	11.07.1962	11.07.1973	12.07.1973	02.12.1977	16.07.1973	1	2	2	1	80	78
27	20	1	12.06.1982	21.10.1997	09.03.1998	13.06.2003	08.03.1999	1	2	2	2	79	75
28	20	1	12.06.1982	21.10.1997	09.03.1998	13.06.2003	08.03.1999	1	2	2	2	79	75
29	21	2	29.09.1966	23.09.1993	19.10.1993	09.05.1996	31.03.1995	1	2	2	1	85	77
30	22	1	08.02.1962	26.01.1976	17.03.1976	21.12.1976	03.08.1976	0	1	1	0	77	77
31	23	2	04.03.1966	25.03.1977	05.05.1977	15.01.1979	23.06.1977	0	1	1	0	77	77
32	23	2	04.03.1966	25.03.1977	05.05.1977	15.01.1979	23.06.1977	0	1	1	0	77	77
33	24	2	09.05.1962	24.10.1990	09.01.1992	01.09.1997	13.02.1992	1	2	2	1	82	77
34	25	2	12.10.1963	05.11.2002	04.03.2003	29.05.2007	24.02.2003	1	2	1	0	84,9	83,3
35	25	2	12.10.1963	05.11.2002	04.03.2003	29.05.2007	24.02.2003	1	2	1	0	84,9	83,3
36	26	2	27.08.1981	06.12.1994	18.09.1995	28.07.1998	NA	1	2	2	3	78,8	75,7
37	26	2	27.08.1981	06.12.1994	18.09.1995	28.07.1998	NA	1	2	2	3	78,8	75,7
38	27	2	16.11.1992	11.04.2007	30.05.2007	10.10.2010	25.09.2007	1	2	2	2	79,3	78,8
39	28	1	09.03.1985	25.11.1996	22.01.1997	15.12.1998	30.06.1997	1	2	2	0	77	76
40	28	1	09.03.1985	25.11.1996	22.01.1997	15.12.1998	30.06.1997	1	2	2	0	77	76
41	29	2	17.05.1958	04.04.1974	23.07.1975	25.04.1977	04.09.1975	1	NA	NA	0	85	83
42	29	2	17.05.1958	04.04.1974	23.07.1975	25.04.1977	04.09.1975	1	NA	NA	0	85	83
43	30	2	19.10.1960	14.03.1975	14.04.1975	23.06.1977	10.04.1975	1	1	1	0	89	86
44	31	1	24.07.1991	20.04.2004	12.12.2006	14.03.2008	04.06.2007	1	2	2	1	85,3	79,4
45	31	1	24.07.1991	20.04.2004	12.12.2006	14.03.2008	04.06.2007	1	2	2	1	85,3	79,4
46	32	2	27.06.1988	08.05.2000	04.07.2000	25.03.2003	26.06.2001	1	2	2	1	83,4	77,6
47	33	1	15.10.1977	19.10.1993	03.02.1994	16.06.1998	05.02.1996	1	1	3	0	79	77
48	33	1	15.10.1977	19.10.1993	03.02.1994	16.06.1998	05.02.1996	1	1	3	0	79	77
49	34	2	02.03.1966	17.12.1980	24.02.1981	11.08.1983	22.08.1981	1	3	1	2	82	78
50	35	2	20.02.1979	05.09.1990	15.11.1990	12.09.1994	21.10.1991	0	2	2	3	81	76
51	36	1	18.06.1982	17.03.1998	22.07.1998	20.07.2001	09.03.1999	0	2	1	0	85,7	86,4
52	37	2	17.05.1963	30.05.1974	25.09.1972	06.07.1976	28.01.1995	0	2	1	0	77	77
53	37	2	17.05.1963	30.05.1974	25.09.1972	06.07.1976	28.01.1995	0	2	1	0	77	77
54	38	1	02.01.1987	06.06.2002	23.09.2002	18.12.2007	20.11.2002	0	1	2	3	75,2	73,1
55	39	2	06.08.1989	19.02.2007	30.03.2007	05.07.2010	05.11.2007	1	2	2	2	83	77
56	40	2	08.11.1995	05.09.2007	08.10.2007	20.04.2010	19.11.2007	1	1	1	1	75,5	73,5
57	41	1	20.03.1992	09.05.2007	06.06.2007	07.07.2010	18.06.2008	1	1	1	1	79	77

Zahn ID	ANB in °	Engstand	Winkel alpha	Winkel beta	Quadrant	Abstand KS-OE	Kateg. (ZS-OE)	Gesichtstrauma	Vorkommen	Lokalisation	Anzahl der Besuche	Besuche ab Zug	Zahnbogen OK
v1	v15	v16	v17	v18	v19	v20	v21	v22	v23	v24	v25	v26	v27
1	2,9	0	33	55	1	7	1	0	2	2	29	24	1
2	2,9	0	58	33	2	5	1	0	2	2	29	24	1
3	3	0	NA	NA	NA	NA	NA	0	1	2	22	12	1
4	3	0	NA	NA	NA	NA	NA	1	1	1	20	16	1
5	4,8	0	42	48	1	12	2	0	2	0	39	38	1
6	4,8	0	37	53	2	14	2	0	2	0	39	38	1
7	2	1	41	49	1	15	2	0	2	2	47	31	1
8	2	1	23	67	2	18	2	0	2	2	47	31	1
9	0,1	1	NA	NA	4	NA	NA	0	1	NA	NA	NA	1
10	3,6	1	51	39	1	14	2	0	1	0	28	15	1
11	4	1	43	47	1	9	1	0	1	2	60	47	1
12	1,6	0	60	30	1	10	1	0	1	2	39	32	1
13	6	1	61	29	1	10	1	1	2	0	31	29	1
14	6	1	73	19	2	12	2	1	2	0	31	29	1
15	7	1	61	29	1	22	2	0	1	1	NA	NA	1
16	7	1	33	57	1	22	2	0	1	0	46	34	2
17	4,4	0	51	39	1	7	1	0	2	2	53	42	1
18	4,4	0	46	44	2	8	1	0	2	2	53	42	1
19	1	1	50	40	1	13	2	0	1	0	54	49	3
20	5,1	0	75	15	1	3	1	1	2	2	18	3	1
21	5,1	0	79	11	2	3	1	1	2	2	18	3	1
22	1	1	35	55	1	13	2	0	2	2	45	44	1
23	1	1	38	52	2	11	2	0	2	2	45	44	1
24	1	1	47	43	2	9	1	0	1	0	34	34	1
25	1	1	96	4	2	3	1	0	1	0	37	29	1
26	2	1	63	27	1	8	1	0	1	1	34	32	1
27	4	1	39	51	1	27	2	1	2	2	50	41	1
28	4	1	14	76	2	19	2	1	2	2	50	41	1
29	7	0	63	26	1	5	1	0	1	0	27	12	1
30	0	1	92	-2	2	3	1	0	1	1	NA	NA	1
31	0	1	61	29	1	11	2	1	2	2	27	23	1
32	0	1	75	15	2	6	1	1	2	2	27	23	1
33	5	1	29	61	2	19	2	0	1	0	55	54	3
34	1,6	0	60	30	1	6	1	0	2	2	51	50	1
35	1,6	0	58	32	2	13	2	0	2	2	51	50	1
36	3,1	1	NA	NA	NA	NA	NA	0	2	2	NA	NA	1
37	3,1	1	NA	NA	NA	NA	NA	0	2	2	NA	NA	1
38	0,5	1	63	26	1	8	1	0	1	0	21	18	1
39	1	1	57	33	1	13	2	0	2	2	22	14	1
40	1	1	70	20	2	15	2	0	2	2	22	14	1
41	2	0	27	63	1	18	2	0	2	2	NA	NA	1
42	2	0	53	37	2	17	2	0	2	2	NA	NA	1
43	3	0	55	36	1	8	1	0	1	2	NA	NA	1
44	5,9	1	81	9	1	7	1	1	2	1	15	8	1
45	5,9	1	57	33	2	15	2	1	2	1	15	8	1
46	5,8	1	31	59	1	39	2	0	1	1	30	16	1
47	2	1	54	36	1	8	1	0	2	2	42	24	1
48	2	1	20	70	2	12	2	0	2	2	42	24	1
49	3	1	58	32	1	9	1	0	1	0	30	22	2
50	5	1	84	6	2	5	1	0	1	1	32	24	1
51	0,7	0	72	18	2	8	1	1	1	0	26	20	1
52	0	1	101	-11	1	15	2	0	2	2	NA	NA	1
53	0	1	41	49	2	15	2	0	2	2	25	NA	1
54	2,1	1	76	14	1	3	1	0	1	1	47	42	2
55	6	1	55	35	1	4	1	0	1	2	19	NA	1
56	2	0	57	33	1	6	1	0	1	2	17	NA	1
57	2	1	58	32	2	8	1	1	1	2	19	NA	1