Aus der Poliklinik für Kieferorthopädie
der Westdeutschen Kieferklinik
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor: **Univ.-Prof. Dr. D. Drescher**

Die Wertigkeit der spaltständigen Zähne nach sekundärer Osteoplastik bei Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten aus kieferorthopädischer Sicht

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin

Der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

vorgelegt von

Diana Tasche

2003

Als Inauguraldissertation gedruckt mit Genehmigung
der Medizinischen Fakultät
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:	Univ.-Prof. Dr. med.dent. Wolfgang H.-M. Raab
	Dekan
Referent:	Prof. Dr. Drescher
Korreferent:	Univ.-Prof. Dr. Dr. Kübler

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung 8

2. Literaturübersicht 10

2.1 Therapie der Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten 10
2.1.1 Multizentrik bei der Therapie der Spaltpatienten 10
2.1.2 Chirurgische Therapie 11
2.1.2.1 Verschluss der gespaltenen Lippe 11
2.1.2.2 Verschluss des Gaumens 11
2.1.2.3 Osteoplastik 12
2.1.2.3.1 Forderungen und Erwartungen bei der Osteoplastik 12
2.1.2.3.2 Historische Entwicklung der Osteoplastik und primäre Osteoplastik 13
2.1.2.3.3 Nachteile der primären Osteoplastik 13
2.1.2.3.4 Sekundäre Osteoplastik 14
2.1.2.3.5 Tertiäre Osteoplastik 15
2.1.2.4 Chirurgisches Therapiekonzept der Westdeutschen Kieferklinik 16
2.1.3 Kieferorthopädische Therapie 16
2.1.3.1 Kieferorthopädische Therapie im Säuglingsalter 16
2.1.3.2 Präoperative Kieferorthopädie 17
2.1.3.3 Postoperative Kieferorthopädie 18
2.1.3.4 Kieferorthopädisches Therapiekonzept der Westdeutschen Kieferklinik 18

2.2 Nachuntersuchungen zur sekundären Osteoplastik 19
2.2.1 Abweichungen der Zahnzahl und Zahnform 19
2.2.2 Bedeutung des Eckzahnes 22
2.2.3 Höhe des transplantierten Knochens 23
2.2.4 Untersuchung des parodontalen Status der benachbarten Zähne 25

2.3 Messfehler bei röntgenologischer Auswertung 27
2.3.1 Vertikale und horizontale Messungen 27
2.3.2 Winkelmessungen 29
2.3.3 Differenzierung der Messfehler 31

3 Fragestellung der Studie 32

4 Material und Methode 34

4.1 Auswahl der Patienten 34
4.1.1 Auswahlkriterien 34

4.2 Untersuchungsmaterialien und deren Einteilung 35

4.3 Kontrollgruppe 35

4.4 Auswertung des Untersuchungsmaterials 36

4.4.1 Bezugsebene 36
4.4.2 Messpunkte und Linien 37
4.4.2.1 Zahnachsen 37
4.4.2.2 Messpunkte am Zahn 38
4.4.2.3 Messpunkte im Bereich des knöchernen Attachments 38
4.4.2.4 Messpunkte der Alveolarfortsatzhöhe im Spaltbereich 39
4.4.3 Messwerte 40
4.4.3.1 Angulation der Zahnachsen 40
4.4.3.2 Messwerte am Zahn 40
4.4.3.3 Messwerte im Bereich des knöchernen Attachments 41
4.4.3.4 Messwerte der Alveolarfortsatzhöhe im Spaltbereich 42
4.4.4 Übertragung der Messwerte für die statistische Auswertung 43
4.4.5 Statistische Auswertung 43
4.4.5.1 Gruppenbildung 43
4.4.5.2 Prüfung der Normalverteilung 43
4.4.5.3 Statistische Testverfahren 44
4.4.5.4 Signifikanzniveau 44
4.4.6 Intraindividueller Messfehler 45

5 Ergebnisse 46

5.1 Untersuchte Patienten 46

5.1.1 Anzahl der untersuchten Patienten 46
5.1.2 Aufteilung der Patienten 46
5.1.3 Kontrollgruppe 47

5.2 Zahnzahl im Frontzahnbereich 48

5.2.1 Untersuchung zum Zeitpunkt der Osteoplastik 48
5.2.1.1 Aplasie des spaltseitigen seitlichen Inzisivus 48
5.2.1.2 Doppelanlage 48
5.2.1.3 Hypoplasie 48
5.2.1.4 Extraktion des spaltseitigen seitlichen Inzisivus 48
5.2.1.5 Aplasie oder Extraktion anderer Frontzähne 49
5.2.2 Untersuchung zum Abschluss der Behandlung 49
5.2.2.1 Aplasie des spaltseitigen seitlichen Inzisivus 49
5.2.2.2 Doppelanlage 49
5.2.2.3 Hypoplasie 50
5.2.2.4 Extraktion des spaltseitigen seitlichen Inzisivus 50
5.2.2.5 Aplasie oder Extraktion anderer Frontzähne 50
5.2.2.6 Zusammenfassung der zum Zeitpunkt T_3 untersuchten Patienten 50
5.2.3 Therapie bei vorhandener Lücke am spaltseitigen lateralen Inzisivus 51

5.3 Angulation der untersuchten Frontzähne 53

5.3.1 Untersuchung der Angulation im Therapieverlauf 53

5.3.1.1 Differenzierung nach unilateralen und bilateralen Spalten 53
5.3.1.2 Differenzierung in spaltbenachbarte Zähne im Vergleich mit den Werten der Referenzgruppe 56
5.3.1.3 Differenzierung des seitlichen Inzisivus entsprechend der Position zur Spalte 58
5.3.1.4 Untersuchung der Spaltseite und der gesunden Seite bei unilateralen Spalten 59
5.3.2 Untersuchung der Angulation beim Abschluss der Behandlung 62
5.3.2.1 Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung oder Lückenschluss) 62
5.3.2.2 Untersuchung der Abweichungen zur Referenzgruppe 64

5.4 Untersuchung der Knochenhöhe im Bereich des knöchernen Attachments 66

5.4.1 Untersuchung der Höhe des knöchernen Attachments im Zeitverlauf 66
5.4.1.1 Differenzierung in unilaterale und bilaterale Spalten 66
5.4.1.2 Differenzierung in mesiale und distale spaltbenachbarte Zähne 67
5.4.2 Untersuchung der Höhe des knöchernen Attachments bei Abschluss der Behandlung 68
5.4.2.1 Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung oder Lückenschluss) 68
5.4.2.2 Differenzierung nach spaltständigem Zahn 70

5.5 Tiefe der Einziehung der Alveolarfortsatzhöhe im Spaltbereich von oral und von nasal 71

5.5.1 Untersuchung der Einziehung im Zeitverlauf 71
5.5.1.1 Differenzierung in unilaterale und bilaterale Spalten 71
5.5.1.2 Untersuchung der oralen und nasalen Einziehung und der bestehenden Knochenbrücke 71
5.5.2 Untersuchung der Alveolarfortsatzhöhe bei Abschluss der Behandlung 73
5.5.2.1 Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung oder Lückenschluss) 73

5.6 Wurzellänge bei spaltbenachbarten Zähnen 74

5.6.1 Untersuchung der Wurzellänge im Zeitverlauf 74
5.6.2 Untersuchung der Wurzellänge bei Abschluss der Behandlung 75
5.6.2.1 Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung oder Lückenschluss) 75

6 Diskussion 76

6.1 Material und Methode 76

6.1.1 Auswahlkriterien 76
6.1.2 Untersuchungsmaterialien 76
6.1.2.1 Auswahl der Untersuchungsmaterialien 76
6.1.2.2 Externe Untersuchungsmaterialien 79
6.1.2.3 Qualität der Röntgenbilder 79
6.1.3 Auswertung des Untersuchungsmaterials - Messwerte 80

6.1.3.1	Knochenhöhe	80
6.1.3.2	Nasenboden	80
6.1.3.3	Messwerte für Wurzellänge und Knochenhöhe als Verhältnis	80
6.1.3.4	Messwerte für die Einziehungen der Alveolarfortsatzhöhe	81
6.2	**Auswertung**	**82**
6.2.1	Zahnzahl im Frontzahnbereich	82
6.2.2	Gegenüberstellung von unilateralen und bilateralen Spalten	83
6.2.2.1	Untersuchung der Angulation	83
6.2.2.2	Untersuchung der Höhe des knöchernen Attachments und der tiefsten Einziehung des Alveolarfortsatzes im Spaltbereich	84
6.2.3	Angulation der untersuchten Frontzähne	85
6.2.3.1	Untersuchung der Angulation im Zeitverlauf	85
6.2.3.2	Untersuchung der gesunden Seite und der Spaltseite bei unilateralen Spalten	86
6.2.3.3	Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung und Lückenschluss)	86
6.2.4	Untersuchung der Knochenhöhe an den spaltbenachbarten Zähnen	87
6.2.4.1	Höhe des knöchernen Attachments	87
6.2.4.1.1	Untersuchung im Zeitverlauf	87
6.2.4.1.2	Untersuchung bei Abschluss der Behandlung	88
6.2.4.2	Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung oder Lückenschluss)	89
6.2.4.3	Vergleich mit Werten aus der Literatur	91
6.2.5	Wurzellänge bei spaltbenachbarten Zähnen	93

7	**Schlussfolgerungen**	**94**
7.1	**Anzahl der untersuchten Patienten**	**94**
7.2	**Zahnzahl im Frontzahnbereich**	**94**
7.3	**Angulation der Frontzähne**	**95**
7.4	**Höhe des knöchernen Attachments der spaltbenachbarten Zähne**	**96**
7.5	**Tiefe der Einziehung des Alveolarfortsatzes im Spaltbereich**	**96**
7.6	**Wurzellänge**	**97**
7.7	**Zusammenfassung**	**97**
8	**Anhang**	**98**
8.1	**Beispiele für vermessene Röntgenbilder**	**98**
8.2	**Beispiele für Patientenfälle**	**100**
9	**Literaturverzeichnis**	**106**

1 EINLEITUNG

Lippen-Kiefer- und Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten sind Zeichen einer embryonalen Fehlbildung im Bereich des Mittelgesichtes, die laut der World Health Organisation in Europa mit einer Häufigkeit von 1 : 500 bis zu 1 : 700 Geburten auftreten [111].

Spaltformen entstehen durch Störungen der embryonalen Entwicklung des Mittelgesichtes. Hierbei ist die Entstehung des primären Gaumens während der 4. bis 6. Embryonalwoche mit der Verschmelzung der medialen Nasenwülsten miteinander und mit den Oberkieferwülsten von der Entstehung des sekundären Gaumens mit der Vereinigung der Gaumenfortsätze und des Nasenseptums bis zur 8. Embryonalwoche zu unterscheiden [21, 101].

Bei der Ätiologie der Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten ist nach heutigem Erkenntnisstand eine Multikausalität vorauszusetzen.
Hierbei deuten die familiäre Häufung von Spaltformen und das Auftreten als Teil einiger vererbter Syndrome (Trisomie 13 oder Turner-Syndrom) auf verschiedene genetische Störungen. Als Teratogene sind Medikamente bekannt, die während der Schwangerschaft eingenommen wurden, wie Diazepam, Steroide, Amphetamine und Hydantoin. Krankheiten wie z.B. Diabetes und Virusinfektionen (Rubella-Virus, Cytomegalovirus) kommen als weitere Ursachen in Frage [21, 49, 56, 101].

Die Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten gibt es in unterschiedlichen Ausprägungen von Mikroformen über partielle Spalten bis zu subtotalen und totalen Spalten verschiedener Breite. Sie können sich sowohl auf den primären als auch auf den sekundären Gaumen erstrecken. Spalten des primären Gaumens betreffen die Lippe und den Alveolarfortsatz bis zum Foramen inzisivum, die Spalten des sekundären Gaumens erstrecken sich über den harten und weichen Gaumen. Zusätzlich sind einseitige und doppelseitige Spalten verschiedenster Kombinationen zu unterteilen, so dass sich unzählige Variationsmöglichkeiten ergeben [17, 87, 101].

Heute übliche Klassifikationen für die Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten nutzen diese Einteilung nach betroffener Struktur, wie die von HARKINS et al. 1962 für die American

Association for Cleft Palate Rehabilitation erarbeitete, die Y-Klassifikation von KERNAHAN oder das sog. LAHSHAL-System von KRIENS [38, 48, 54].

Des weiteren wird zwischen den primär entstandenen und sekundär gebildeten Spalten differenziert [66]. Während der embryonalen Entwicklung bestand bei den sekundären Spalten im Gegensatz zu den primären ein Gewebezusammenhang, der eingerissen bzw. durchgerissen ist [85]. Die primären Spalten weisen deshalb eine breitere Spalte und kurze Alveolarstümpfe auf, die Spalträndern sind bis zum Naseneingang mit Lippenrot ausgekleidet. Im Unterschied dazu reicht das Lippenrot der Spalträndern bei den sekundären Spalten nicht bis zum Naseneingang und die Alveolarfortsätze sind im Vergleich mit den primären Spalten gut entwickelt.

Ein wichtiger Abschnitt bei der Therapie der Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten bildet die Auffüllung des knöchernen Defektes im Bereich des Alveolarfortsatzes. Heute kommt hierfür an den meisten Kliniken die sekundäre Osteoplastik vor dem Durchbruch des Caninus zur Anwendung. Dabei erfolgt eine Transplantation von autologem Knochen in die Spalte, so dass eine knöcherne Kontinuität erzielt wird.
Die Osteoplastik bildet die Grundlage für die kieferorthopädische Therapie, in deren Rahmen eine funktionelle Okklusion, harmonische Zahnbögen und eine Korrektur der Stellung der Frontzähne im Bereich der Spalte das Ziel darstellen. Für den Erfolg dieser Therapie ist die Wertigkeit der spaltbenachbarten Zähne von Bedeutung. Dies beinhaltet sowohl das Vorhandensein vollwertiger Zähne und deren mögliche funktionelle Belastung, als auch die Ausprägung des Knochens im Bereich der Spalte.

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 THERAPIE DER LIPPEN-KIEFER-GAUMEN-SPALTEN

2.1.1 Multizentrik bei der Therapie der Spaltpatienten

Die durch eine Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte bedingten Fehlbildungen machen bei der Rehabilitation der betroffenen Patienten eine interdisziplinäre Zusammenarbeit erforderlich:

- in der Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie erfolgen die chirurgischen Korrekturen,
- die Kieferorthopädie therapiert die Wachstumsstörungen des Kiefers, die Abweichungen der Zahnzahl und korrigiert die Stellungsanomalien der Zähne,
- die Logopädie verbessert die durch das weniger bewegliche Gaumensegel eingeschränkte Sprache und
- die Hals-Nasen-Ohrenärzte behandeln die Störungen durch die Einschränkung der Tubenfunktion.

Deshalb ist ein Therapiekonzept mit Organisation der Zusammenarbeit der verschiedenen Disziplinen sinnvoll, wie es zahlreiche Teams in Europa anwenden, die eine Zusammenarbeit z.B. im Rahmen des „Eurocleft Project“ anstreben, und wie es in den USA und Canada in sogenannten Cleft palate teams oder Craniofacial teams umgesetzt wird [30, 62, 89, 98]. Die „Practice Guidelines“ empfehlen zusätzlich zu den bereits genannten Disziplinen eine spezielle neonatale psychologische Betreuung und Pflege, die Humangenetik und Pädiatrie, die weitere psychologische Betreuung der Kinder und Eltern und die Versorgung durch den Zahnmediziner [89]. Auch einige andere Studien beschreiben eine derartige Zusammenarbeit innerhalb eines interdisziplinären Teams [13].

An der Westdeutschen Kieferklinik der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf wurde dieses Konzept mit interdisziplinärer Abstimmung durch einen jährlichen Recall in der Klinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie umgesetzt. Die dort behandelnden Ärzte ste-

hen in engem Kontakt zu den behandelnden Ärzten anderer Disziplinen und den Kinderärzten und organisieren die zeitliche Abfolge der einzelnen Therapieschritte.

2.1.2 Chirurgische Therapie

Die chirurgische Therapie beinhaltet zum einen den Verschluss der gespaltenen Lippe, den Verschluss des gespaltenen Gaumens - sowohl im Bereich des harten wie auch des weichen Gaumens -, den Weichteilverschluss der Kieferspalte (Kieferspaltplastik genannt) mit Nasenbodenbildung und zum anderen die Transplantation von Knochen in die Kieferspalte, Osteoplastik genannt [83].

2.1.2.1 Verschluss der gespaltenen Lippe

Der Verschluss der gespaltenen Lippe erfolgt meist in einem Alter von 3 bis 6 Monaten [43]. In einigen Behandlungszentren wird vor der Operation eine kieferorthopädische Behandlung zur Einstellung der Kiefersegmente in eine physiologische Position durchgeführt.
Das Ziel des Lippenverschlusses ist ein kontinuierlicher Cupidobogen und eine symmetrische Philtrumlänge mit symmetrischen Naseneingängen und Nasenflügeln. Hierzu wurden verschiedene Techniken entwickelt, z.B. das Wellenschnittverfahren von PFEIFER, das Verfahren von TENNISON und RANDALL und das Rotationsverfahren von MILLARD [60, 61, 66, 67, 72]. Von besonderer Bedeutung bei jeder Art des Lippenverschlusses ist die Rekonstruktion des gespaltenen Musculus orbicularis oris [21, 43, 49].

2.1.2.2 Verschluss des Gaumens

Der Verschluss des Gaumens hat Einfluss sowohl auf die Entwicklung der Sprache, als auch in besonderer Weise auf das Wachstum des Oberkiefers [33, 49]. Deshalb gibt es verschiedene Behandlungsprinzipien in Bezug auf die Technik und das Alter des Patienten beim Gaumenverschluss [33, 43]:

- ein früher kompletter Verschluss der Gaumenspalte mit 3 bis 9 Monaten,
- der verzögerte komplette Gaumenspaltenverschluss im zweiten Lebensjahr,
- ein später kompletter Verschluss der Gaumenspalte in einem Alter zwischen 2 und 5 Jahren,
- der zweizeitige Gaumenspaltenverschluss beinhaltet eine frühe Velumplastik mit 3 bis 9 Monaten und einen späten Verschluss des harten Gaumens in einem Alter von 2 bis 9 Jahren [82, 90].

Hierzu kommen meistens die Methoden der Brückenlappenplastik nach LANGENBECK, ERNST, VEAU, AXHAUSEN oder die Stiellappenplastik nach VEAU zur Anwendung [43].

Alle Behandlungsprinzipien erachten jedoch eine Rekonstruktion des Ansatzes des Musculus levator veli palatini und des Musculus palatopharyngeus als wichtig.

2.1.2.3 Osteoplastik

2.1.2.3.1 Forderungen und Erwartungen bei der Osteoplastik

Das Hauptziel der Osteoplastik ist die Wiederherstellung der Funktion und der Struktur des Oberkiefer-Zahnbogens auf der Spaltseite. Die Transplantation von Knochen in den Spaltbereich des Oberkiefers sollte folgende Vorteile bringen [2, 25, 28, 30, 58, 84, 95]:

- Sicherstellung einer knöchernen Unterstützung der spaltbenachbarten Zähne,
- Bereitstellung von Knochensubstanz für den Durchbruch von Zähnen im ehemaligen Spaltbereich,
- Wiederherstellung der Kontinuität im Zahnbogen und im Alveolarknochen,
- Erhaltung der Breite des Zahnbogens und Minimierung des Kollapses des Zahnbogens an der Spaltstelle,
- Stabilisierung des Oberkiefersegmentes bzw. des Zwischenkiefersegmentes,
- Ermöglichung einer kieferorthopädischen Behandlung durch die Kontinuität des Knochens,
- Verringerung der Notwendigkeit einer prothetischen Versorgung des Spaltbereiches,

- Reduktion der Kerbe im Alveolarkamm,
- Eliminierung oro-nasaler Fisteln,
- Erhöhung der Hygienefähigkeit durch Reduzierung der Kerbe oder Fistel in der Schleimhaut und
- Harmonisierung des Gesichtsbildes durch Verbesserung der Nasenkontur (Unterstützen des Nasenflügels und Erhöhung der Symmetrie).

2.1.2.3.2 Historische Entwicklung der Osteoplastik und primäre Osteoplastik

Schon frühzeitig wurden Spaltkinder einerseits mit einem chirurgischen Verschluss der Lippe und des harten bzw. weichen Gaumens, andererseits mit der Osteoplastik - also mit der Transplantation von Knochen in die Kieferspalte - therapiert.

Die historische Entwicklung der Osteoplastik aus chirurgischer Sicht begann laut KOBERG, EL DEEB et al. und STELLMACH bereits zu Beginn des vorigen Jahrhunderts, jedoch konnten in der vorantibiotischen Ära damit nur geringe Erfolge erzielt werden [5, 15, 24, 25, 51, 57, 69, 92, 107].

Erste positive Ergebnisse gab es Mitte der 50er Jahre bei SCHMID und NORDIN und JOHANSON [63, 77].

Daraufhin entwickelten SCHRUDDE und STELLMACH das Therapiekonzept der primären Osteoplastik, bei dem im Säuglingsalter zusammen mit dem Verschluss der Lippe Knochen zwischen die Alveolarstümpfe transplantiert wurde und anschließend eine funktionskieferorthopädische Einstellung der Segmente erfolgte [36, 78, 79, 80, 81, 91]. Dieses Konzept fand zu Beginn der 60er Jahre nahezu weltweit Anwendung [51].

2.1.2.3.3 Nachteile der primären Osteoplastik

Erste Zweifel an der primären Osteoplastik kamen bereits in den 60er Jahren auf. HOLLMANN, GROB, KLING und FRIEDE und JOHANSON stellten wie auch andere Autoren eine deutlich höhere Anzahl maxillärer Retrognathien und Angle Klasse III-Verzahnungen, anteriorer und lateraler Kreuzbisse und kürzerer Oberkieferlängen fest [20, 22, 32, 35, 41, 42, 50, 70, 75, 93, 94].

In den Studien von REHRMANN, KOBERG und KOCH an der Westdeutschen Kieferklinik zeigten sich nach der primären Osteoplastik mittlere bis schwere Okklusionsstörungen in der Transversalen und Sagittalen und Mittellinienabweichungen des Oberkiefers auf die Spaltseite hin [73, 74].

Im Rahmen von zahlreichen longitudinalen Studien anderer Institute (z.B. BECKER et al., FRIEDE und JOHANSON, HOLTGRAVE, KOBLIN und KOBERG und REHRMANN et al.) stellte sich ein gehemmtes Oberkieferwachstum und eine Resorption des transplantierten Knochens heraus [6, 32, 42, 52, 73]. Es ergab sich häufig die Notwendigkeit einer Nachlegeosteoplastik. Da die Erwartungen nicht erfüllt werden konnten, änderte sich das Therapiekonzept von der primären zur sekundären Osteoplastik.

2.1.2.3.4 Sekundäre Osteoplastik

Erste Versuche mit einer Osteoplastik im Wechselgebissalter führten bereits 1955 NORDIN und JOHANSON und in den 60er Jahren HOLLMANN durch [41, 63]. Hierbei erfolgte die Osteoplastik nach der kieferorthopädischen Therapie zur Stabilisierung der Ergebnisse [47].

Die eigentliche sekundäre Osteoplastik geht auf das Konzept von BOYNE und SANDS zurück [9, 10, 11]. Dabei erfolgte die Transplantation von Knochen ab dem 8. Lebensjahr. Hierdurch sollte eine vollständige dentale Rehabilitation ohne prothetische Versorgung ermöglicht werden, bei der ein kieferorthopädischer Lückenschluss erfolgte bzw. die spaltständigen Zähne erhalten blieben.

Laut zahlreicher Studien ist für diese Art der Osteoplastik ein Alter der Kinder zwischen 9 und 12 Jahren erfolgversprechend, wenn die Wurzel des spaltständigen Eckzahnes zu ¼ bis ½ der endgültigen Wurzellänge ausgebildet ist [1, 2, 7, 25, 28, 29, 40, 42, 44, 106]. Dies soll den transplantierten Knochen stabilisieren, indem eine Bewegung bzw. der Durchbruch des Eckzahnes durch das Transplantat und die folgende funktionelle Belastung die Resorption vermindert und den Umbau in funktionell strukturierten Alveolarknochen verbessert. Durch den Durchbruch von Zähnen im Transplantatbereich wird das Wachstum des hypoplastischen Knochens in vertikaler Dimension stimuliert [1, 23]. Auch wenn kein Lückenschluss erfolgt, besteht die Möglichkeit, ein tragfähiges Prothesen- oder Implantatlager zu bilden [64]. Findet in diesem Alter die Osteoplastik

statt, fällt die Hemmung des Oberkieferwachstums nur so gering aus, dass sie durch kieferorthopädische Therapie ausgeglichen werden kann, da der Hauptwachstumsschub bereits zwischen dem 6. und 7. Lebensjahr erfolgte [1, 7, 28, 30, 106]. Misserfolge treten meist nur bei Patienten mit fortgeschrittenem Alter oder ungeübten Operateuren auf [1].

Als Transplantatmaterial wird autologer, spongiöser Knochen bevorzugt, genauer „autogenous **p**articulate **m**arrow and **c**ancellous **b**one (PMCB)“, z.B. Beckenkammspongiosa [10, 11]. Der spongiöse Knochen heilt wegen der besseren Durchblutung schneller als kortikaler Knochen ein, und es ergibt sich meist ein röntgenologisch nicht vom restlichen Knochen unterscheidbares Bild mit guter Dichte und trabekularem Aufbau [106].

Diese Form der Osteoplastik wird auch in den Nachuntersuchungen von ENEMARK et al., OPITZ et al., BERGLAND et al., EL DEEB et al., HOLTGRAVE, ÅBYHOLM et al., LANDAU und FREITAG, HERZOG et al., SEMB et al. und HORCH et al. als günstig angesehen [1, 7, 25, 29, 30, 39, 42, 44, 55, 64, 84].

2.1.2.3.5 Tertiäre Osteoplastik

Der Einteilung von SCHWENZER und STELLMACH folgend kann man bei der Osteoplastik neben der primären und der sekundären Form auch eine tertiäre Form abgrenzen, die nach Abschluss des Wachstums durchgeführt wird [83, 92]. Sie bleibt meist nur der Behandlung erwachsener Patienten vorbehalten, die bisher noch keinen Verschluss der Kieferspalte erhielten. Die Ziele sind auch hier die Stabilisierung der Segmente, der Verschluss von oro-nasalen Fisteln, die Unterstützung der Nasenflügelbasis und die Schaffung eines vollständigen Prothesen- oder Implantatlagers bzw. die Beseitigung von Nischen. Die tertiäre Osteoplastik kann zusammen mit Korrekturoperationen stattfinden [7, 43, 64].

Zur Erreichung dieser Vorteile sollte auch im fortgeschrittenen Alter eine Osteoplastik erfolgen, auch wenn die Prognose schlechter einzuschätzen ist als bei einer sekundären Osteoplastik [43]. Als Komplikationen können Retentionen des durchbrechenden Caninus und Teilresorptionen sowohl der Wurzeln als auch des Transplantates auftreten [7, 28].

2.1.2.4 Chirurgisches Therapiekonzept der Westdeutschen Kieferklinik

Die Behandlung der Spaltpatienten der Westdeutschen Kieferklinik der Universität Düsseldorf erfolgt nach folgendem Therapiekonzept:
Im Alter von ca. 6 Monaten wird die Lippenspalte chirurgisch verschlossen, wobei sowohl der Verschluss des Musculus orbicularis oris als auch die Erzeugung eines gleichmäßigen Cupidobogens von Bedeutung ist. Hierzu kommt in dieser Klinik meist ein Wellenschnitt oder die Z-Plastik (nach RANDALL) zur Anwendung. Bei Lippen-Kiefer-Gaumen-Spaltpatienten wird diese Operation meist mit einem Verschluss des vorderen Spaltabschnittes nach AXHAUSEN-PICHLER kombiniert [5, 40, 41, 69]. Die Versorgung des Gaumens findet zweizeitig statt, wobei zu Beginn des 3. Lebensjahres der Verschluss der Restspalte je nach vorliegender Patientensituation mit einem Stiel- oder Brückenlappen vorgenommen wird. Dann erfolgt im Alter von 9 bis 11 Jahren im Rahmen einer sekundären Osteoplastik die Transplantation von Knochen in die Kieferspalte. Hierbei wird autologe Beckenkammspongiosa in kleinen Stücken in ein nach BOYNE gebildetes Transplantatlager eingebracht [10].

Als abschließende chirurgische Maßnahmen können nach Abschluss des Wachstums noch sprachverbessernde Operationen (z.B. Septorhinoplastik) sowie Nasen- und Narbenkorrekturen notwendig sein.

2.1.3 Kieferorthopädische Therapie

2.1.3.1 Kieferorthopädische Therapie im Säuglingsalter

Die kieferorthopädische Therapie im Säuglingsalter wurde ursprünglich von MCNEIL eingeführt [59]. Heute kommen verschiedene Verfahren zur Anwendung, z.B. die Trinkplatte vom Züricher Typ [45]. Dabei werden folgende Ziele angestrebt [33, 43]:

- Die Therapie vereinfacht die primäre Chirurgie mit dem Lippenverschluss, indem die wachsenden Alveolarsegmente so geführt werden, dass die Spaltbreite sich ver-

ringert und die Symmetrie der Segmente bzw. bei bilateralen Spalten die Position der Prämaxilla sich verbessert [53].

- Der Kollaps der Segmente nach dem Lippenverschluss durch den Lippendruck wird verhindert,
- das Gesichtswachstum normalisiert,
- die Nahrungsaufnahme und die Sprachentwicklung verbessert und
- die Eltern der Spaltkinder psychologisch unterstützt.

Es gibt jedoch auch heute noch kontroverse Diskussionen über diese Therapie und ihren Nutzen [33].

2.1.3.2 Präoperative Kieferorthopädie

Häufig treten bei Spaltpatienten falsch stehende und falsch ausgerichtete Kiefersegmente auf. Die Aufgabe der präoperativen kieferorthopädischen Therapie in der frühen Wechselgebissphase ist es, diese Fehlstellungen auszugleichen, indem der Zahnbogen ausgeformt wird [30]. Oft findet auch eine Derotation und Aufrichtung der Schneidezähne statt.
Zusätzlich erfolgt teils eine kieferorthopädische Expansion der Kieferbogenbreite, um einen regelrechten Überbiss der Zähne zu erreichen [19, 64, 102]. Denn eine alveolare Expansion nach Osteoplastik wird durch den transplantierten Knochen erschwert, und hierbei können wieder oro-nasale Fisteln auftreten [30, 58]. Die präoperative Expansion hat nach der Studie von LONG keinen negativen Einfluss auf den Erfolg der Osteoplastik und laut der Untersuchung von TINDLUND einen positiven Effekt auf die sagittale und transversale Entwicklung [58, 102].

Die Klinik in Oslo führt nach dem Prinzip von BOYNE und SANDS in der prächirurgischen Phase nur Korrekturen von anterioren Kreuzbissen der bleibenden Inzisivi und deren Derotationen durch. Auch werden vor der Osteoplastik seitliche Kreuzbisse korrigiert, deren Ursache eine Fehlstellung des Basissegmentes und nicht eine Konstriktion des dentoalveolären Bereiches darstellt [1, 7]. Stabile Bögen stabilisieren die Spaltseg-

mente besonders bei bilateralen Spalten. Eine ähnliche Therapie kommt in London zur Anwendung [2].

2.1.3.3 Postoperative Kieferorthopädie

Je nach Konzept beginnt die postoperative kieferorthopädische Therapie bereits 2 bis 3 Wochen nach der Osteoplastik oder erst nach ca. 3 Monaten [2, 7, 19, 88, 106]. Hier erfolgt die endgültige Ausformung der Zahnbögen, die Einstellung aller Zähne in eine funktionelle Okklusion und entweder der orthodontische Lückenschluss oder die Öffnung bzw. das Offenhalten der Lücke für eine prothetische oder implantologische Lückenversorgung.

Bei der Entscheidung in Bezug auf den Lückenschluss sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- das Vorhandensein der spaltbenachbarten Zähne (vor allem des lateralen Inzisivus) und dessen Verwendbarkeit (Hypoplasie),
- der Spalttyp (mit Gaumenbeteiligung eher Lückenöffnung),
- die intermaxilläre Relation,
- das Auftreten von Aplasien außerhalb des Spaltbereiches z.B. auf der Gegenseite und
- die Breite der Spalte im Zahnbogen [1, 7].

Im Allgemeinen kann die kieferorthopädische Therapie genau wie bei Patienten ohne Spalte in einem Alter von etwa 15 Jahren abgeschlossen werden. Die ideale Endsituation wird (innerhalb einer vertretbaren Behandlungszeit) nicht immer erreicht [7].

2.1.3.4 Kieferorthopädisches Therapiekonzept der Westdeutschen Kieferklinik

Bei den Spaltpatienten der Westdeutschen Kieferklinik der Universität Düsseldorf erfolgt die kieferorthopädische Behandlung nach folgendem Therapiekonzept:
Innerhalb der ersten Tage nach der Geburt wird für viele Kinder eine sogenannte Trink-

platte oder Gaumenplatte angefertigt, die über eine Abdeckung des Spaltbereiches ein Saugen und hiermit das Trinken verbessert. Hierbei wird die Zunge sowohl aus dem Spaltbereich abgehalten, als auch abgestützt, was die Sprachentwicklung verbessert. Zusätzlich erreicht man eine Verringerung der Spaltbreite durch ein gezieltes Freischleifen auf die physiologische Position der Kieferstümpfe hin [53].
Teils erfolgt vor der sekundären Osteoplastik eine primäre kieferorthopädische Therapie zur Ausformung der Zahnbögen.
Nach der sekundären Osteoplastik schließt sich bei den meisten Kindern die eigentliche Behandlung für die endgültige Ausformung der Zahnbögen und die Erstellung einer funktionellen Okklusion an. Besonderes Augenmerk ist dabei auf eine dentale Rehabilitation im Bereich der Spalte zu legen.

In Bezug auf die häufig auftretende Lücke im Bereich des lateralen Inzisivus wird nicht zwingend ein kieferorthopädischer Lückenschluss mit Mesialverschiebung von Eck- und Seitenzähnen (wie u.a. von HÖLTJE und SCHEUER empfohlen) angestrebt [40]. Je nach vorliegender klinischer Situation kommt auch die Therapie der Lückenöffnung mit anschließender prothetischer oder implantologischer Versorgung in Frage, wobei aber die Aufrichtung der spaltbenachbarten Zähne mit einer Bewegung der Wurzelspitzen in das Transplantatmaterial einen besonderen Stellenwert einnimmt.

2.2 NACHUNTERSUCHUNGEN ZUR SEKUNDÄREN OSTEOPLASTIK

2.2.1 Abweichungen der Zahnzahl und Zahnform

Bei Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten treten laut SHAPIRA et al. signifikant häufiger Abweichungen der Zahnzahl und Form auf als bei Patienten ohne Spaltbildung [85, 86]. Es handelt sich bei Spaltpatienten meist um Aplasien im Spaltbereich, besonders um Aplasien des lateralen Inzisivus. Jedoch sind auch andere Abweichungen der Zahnzahl und Zahnform durch die enge Lagebeziehung zur Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte zu finden.

Hierbei können die Doppelanlagen des seitlichen Schneidezahnes und die Hypoplasien genannt werden.

Etliche Studien untersuchen das Vorkommen von Aplasien und Doppelanlagen. Auch in Analysen der Knochenhöhe liegt häufig als ein Nebenbefund eine Aussage über nicht erhaltungsfähige oder aplastische laterale Inzisivi vor [27, 58, 64].

STOELINGA et al. analysierten 1990 Langzeitergebnisse der sekundären Osteoplastik und diskutierten den späteren Einsatz einer Segmentosteotomie zum Lückenschluss des Zahnbogens. Hierbei stellten sie unter anderem Aplasien und deutliche Hypoplasien, die zur Extraktionsnotwendigkeit führten, im Bereich des seitlichen Schneidezahnes fest. Weitere Ergebnisse der Studie zeigten gute parodontale Verhältnisse und leichte Knochenresorptionen in allen drei Dimensionen am Caninus. Segmentosteotomien wurden empfohlen, wenn mit Hilfe der kieferorthopädischen Behandlung kein ausreichendes Ergebnis erzielt werden konnte [95].

LONG et al. untersuchten 1995 den Erfolg der Osteoplastik abhängig von der Spaltbreite, indem sie die Spaltbreite und die Höhe der Knochenstrukturen analysierten. Auch bei dieser Studie ergaben sich folgende Aplasien des lateralen Schneidezahnes: Nur in 14 % der untersuchten Spalten bildete der laterale Inzisivus den spaltbenachbarten Zahn im „proximalen Segment“, bei 25 % der Patienten den vergleichbaren Zahn im distalen Segment [58].

In einer Untersuchung von PFEIFER im Milchgebiss zeigten sich bei 38 - 48 % der Spaltpatienten Doppelanlagen, bei 40 - 50 % Einzelanlagen und bei 11 - 12 % Nichtanlagen des seitlichen Milchschneidezahnes. Mit zunehmender Breite der Spalte traten weniger Doppelanlagen und mehr Fehlanlagen auf, die Zahl der Einzelanlagen blieb relativ gleichmäßig, wobei sich die Einzelanlagen überwiegend im lateralen Kieferstumpf befanden [68].

Laut Studien von FAHRENBERG, VICHI und FRANCHI und TSAI et al. gab das Vorhandensein eines Milchschneidezahnes keinen Aufschluss über eine Anlage des bleibenden Schneidezahnes [31, 105, 108]. Es war jedoch festzustellen, dass im Milchgebiss überzählige Zähne häufiger auftraten, in der bleibenden Dentition jedoch Aplasien des lateralen Inzisivus überwogen [105].

VICHI und FRANCHI befassten sich 1995 mit den „abnormalities of the maxillary incisors“ in Bezug auf die Zahnzahl, die Größe und die Form bei Spaltpatienten. Hierbei untersuchten sie 77 Patienten der Universität Florenz auf Aplasien, Doppelanlagen und Formänderungen in beiden Dentitionen. Sie stellten fest, dass auf eine Aplasie des Milchzahnes immer eine Aplasie des bleibenden Zahnes folgte, ein Vorhandensein des Milchzahnes jedoch keinen Aufschluss über den bleibenden Zahn gab [108].

In einer weiteren Studie von 1996 analysierten VICHI und FRANCHI den Durchbruch des Caninus in Bezug auf den Durchbruchweg und das Vorhandensein oder Fehlen des seitlichen Schneidezahnes. Sie bemerkten häufig einen Mesialstand des Caninus bei Fehlen des Inzisivus oder Vorhandensein dieses Zahnes im mesialen Spaltabschnitt. Eine distale Verlagerung war immer mit einem überzähligen Zahn verbunden [109].

TSAI et al. studierten 1998 das Vorkommen von Aplasien und Doppelanlagen vor allem des lateralen Inzisivus bei unilateralen Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten der Patienten in Taiwan. Sie stellten selten eine Doppelanlage fest, der einzelne Zahn lag meistens im distalen Spaltsegment, in ungefähr der Hälfte der Fälle fehlte der Zahn vollständig. TSAI et al. stellten die Theorie einer zahnbildenden Region für den seitlichen Schneidezahn sowohl auf den medialen Nasenwülsten als auch auf den Oberkieferwülsten auf, die sich bei Verschmelzung der Wülste vereinigten. Bei einem starken Mangel an Mesenchym auf einer oder beiden Seiten sollte sich keine oder nur eine Zahnanlage bilden [105].

Auch BOHN erklärte 1963 die Aplasie mit einem starken Mesenchymmangel [8]. Jedoch ist hierbei zu beachten, dass die eigentliche Zahnanlage, also das Schmelzorgan ektodermaler Herkunft ist und sich um die mesenchymale Zahnpapille bildet. Aus der Zahnpapille entwickeln sich die Odontoblasten.

SHAPIRA et al. begründeten das Auftreten von Aplasien oder Doppelanlagen am seitlichen Schneidezahn mit der Nähe der Spalte, die das Ursprungsgewebe des entstehenden Zahnes betraf und teilte. Je nach Ort der Teilung sollten zwei Zähne, nur ein Zahn, kein Zahn oder ein verkümmerter Zahn entstehen [85].

Beim Vergleich der einzelnen Studien ist zu beachten, dass das Auftreten von Aplasien innerhalb verschiedener Rassen und je nach Untersuchungsort deutlich variiert (“various studies around the world show that the incidence of congenitally missing teeth varies greatly in different geographic locations and with racial groupings”) [85].

2.2.2 Bedeutung des Eckzahnes

Der Eckzahn ist für die Nachuntersuchung der Osteoplastik von besonderer Bedeutung, da er häufig im Bereich des transplantierten Knochens durchbricht [19]. In diesem Rahmen erfolgt meist eine Stimulation des vertikalen Wachstums, wie bei BERGLAND, SEMB und ÅBYHOLM, LONG, SPANGLER und YOW und DIXON beschrieben [7, 23, 58]. Des weiteren kommt es im Bereich des Caninus häufig zu Fehlstellungen, die zum einen in der Spaltbildung an sich, zum anderen in der häufig auftretenden Aplasie oder Doppelanlage des lateralen Inzisivus begründet sind.

Einige Studien befassen sich speziell mit der Rolle des Eckzahnes:
DA SILVA FILHO et al. analysierten im Jahre 2000 den Durchbruch dieses Zahnes und fanden bei 72 % einen spontan durchgebrochenen Zahn und bei 22 % einen noch nicht abgeschlossenen Durchbruch. Nur in 6 % der Spalten musste der Caninus freigelegt bzw. der Durchbruch kieferorthopädisch unterstützt werden. Bei spontanem Durchbruch des Eckzahnes bildeten sich gute parodontale Verhältnisse [19].

EL DEEB et al. untersuchten 1982 ebenfalls den Durchbruch des Eckzahnes [25]. Sie bemerkten eine Verzögerung des Durchbruches im Vergleich zur Kontrollgruppe ohne Spaltbildung. Die Zahl der nicht spontan durchgebrochenen Eckzähne war jedoch bei dieser Studie im Vergleich zu der von DA SILVA FILHO et al. deutlich erhöht (Alter bei Osteoplastik 7 bis 14 Jahre, 17 % chirurgische Freilegung, 56 % zusätzliche kieferorthopädische Unterstützung) [19].

PETERKA et al. erforschten 1993 den Durchbruch der Milchzähne und bleibenden Zähne bei einseitigen Spalten. Sie fanden einen leicht verzögerten Durchbruch des Eckzahnes (ca. 1 Jahr verspätet) im Vergleich zur Verzögerung beim seitlichen Schneidezahn oder den Prämolaren [65].

In einer retrospektiven Studie von 1984 stellten TURVEY et al. unter anderem bei 16 von 24 Spaltpatienten einen spontanen Eckzahndurchbruch fest [106].

VICHI und FRANCHI analysierten 1996 die „Eruption anomalies“ des bleibenden Eckzahnes und bemerkten einen Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein eines lateralen Inzisivus auf der distalen Spaltseite und dem Durchbruch des Eckzahnes. Bei Fehlen

des Schneidezahnes war die Wahrscheinlichkeit eines palatinal oder mesial durchbrechenden Eckzahnes erhöht [109].

In einigen Untersuchungen traten besonders am Eckzahn externe Wurzelresorptionen auf, die teilweise sogar zum Verlust des Zahnes führten. Jedoch waren diese, mit Ausnahme von Einzelfällen, nur bei den Patienten zu finden, bei denen die Osteoplastik nach dem optimalen Zeitpunkt erfolgte [2, 28, 29].

2.2.3 Höhe des transplantierten Knochens

Bereits 1981 und 1986 stellten SEMB, BERGLAND und ÅBYHOLM ein System zur Nachuntersuchung der Knochenhöhe auf [1, 7, 84]. Hierbei wurde anhand von periapikalen Zahnfilmen oder von Aufbissaufnahmen die Knochenhöhe im interalveolären Septum vermessen. Dies erfolgte über eine Skala von 1 bis 4, wobei „1“ einer nahezu normalen Knochenhöhe, „2“ ¾ der normalen Höhe, „3“ weniger als ¾ der normalen Höhe und „4“ einem Fehlen der Knochenbrücke entsprach.

Dieses Vermessungssystem kam mit leichten Variationen in zahlreichen Studien zur Knochenhöhe zur Anwendung.

AMANAT und LANGDON nutzten die beschriebene Skala 1991 für eine Bewertung der sekundären Osteoplastik [2].

Auch wurde sie von LANDAU und FREITAG in einer Veröffentlichung von 1993 für die Beurteilung der Osteoplastik und von COLLINS, JAMES und MARS 1998 bei der Nachuntersuchung von sekundären und tertiären Osteoplastiken eingesetzt [18, 55].

ENEMARK et al. verwendeten 1987 und 1988 ebenfalls eine vierstufige Skala, die die Wurzellänge der beiden Zähne in Stufen aufteilte (dies entsprach einer Knochenhöhe von 100 - 75 %, 75 - 50 %, 50 - 25 % und 25 - 0 %). Die Autoren bedienten sich dieser Einteilung für eine Einschätzung der Knochenhöhe, hinzu kam die Beurteilung der gingivalen und parodontalen Situation, das Resultat der kieferorthopädischen Behandlung und die Auswertung von Fernröntgenseitenaufnahmen für das Kieferwachstum. ENEMARK et al. bestätigten mit dieser Untersuchung den Zeitpunkt vor Durchbruch des Caninus als für die Osteoplastik am besten geeignet [29, 30].

Im Jahre 2001 veröffentlichten ENEMARK et al. eine Studie zur Transplantation von Knochen des Unterkiefers in die Spalte. Sie bemerkten für das Transplantat vom Unterkiefer bei 84 % der Patienten eine Knochenhöhe von 75 - 100 %, für die mit einem Transplantat aus der Ilia behandelten bei 61 % der Patienten diese Höhe und bei 33 % eine Höhe von 50 - 75 % [27].

OPITZ et al. analysierten 1999 die Transplantathöhe nach Osteoplastik röntgenologisch, wobei „der Einfluss des Operationsalters, des Vorhandenseins des seitlichen Schneidezahnes sowie der angestrebte oder erfolgte Lückenschluss (kieferorthopädisch, prothetisch) bei Abwesenheit des lateralen Schneidezahnes“ Berücksichtigung fand [64]. Sie gebrauchten dieselbe Variation der Einteilung wie ENEMARK et al. [30]. Die besten Ergebnisse zeigten sich bei einer Altersgruppe für die Osteoplastik von 6 bis 9 Jahren und bei dentoalveolär geschlossenem Zahnbogen, wobei die Autoren den Erhalt hypoplastischer lateraler Inzisivi empfahlen.

Auch HARDT und STEINHÄUSER wandten diese Methode an, um die Knochenhöhe bei „früher“ (8 bis 9 Jahre alt) und „später“ (nach Eckzahndurchbruch) sekundärer Osteoplastik zu prüfen [37].

HERZOG et al. nutzten eine weitere Variation der Skala für die Untersuchung nach sekundärer und tertiärer Osteoplastik: Die Knochenhöhe im Kieferspalt wurde in 5 Stufen eingeordnet: 100 %, 75 - 100 %, 50 - 75 %, 25 - 50 % und weniger als 25 % der normalen Knochenhöhe [39].

In einer Nachuntersuchung der primären und spätprimären Osteoplastik in Gegenüberstellung zur sekundären Osteoplastik setzten SCHEER und PFEIFER ein Verfahren der relativen Messung ein, „bei dem eine Graduierung von 0 am Zahnfleischrand bis 9 an der Wurzelspitze reicht, die eine genauere Höhenbestimmung der Alveolarsepten zulässt als andere Methoden und auch die Wurzelspitzenregion berücksichtigt“ [76].

Übereinstimmend kamen alle diese Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass gute Knochenhöhen (75 bis 100 % der normalen Knochenhöhe) bei einer Osteoplastik vor Eckzahndurchbruch und bei Lückenschlusstherapie oder Einstellung des lateralen Inzisivus zu erzielen sind.

In einer aktuellen Veröffentlichung (Mai 2002) stellten WITHEROW et al. eine neu entwickelte Skala vor, die sowohl die Knochenhöhe an den einzelnen spaltbenachbarten

Zähnen als auch die Höhe der Knochenbrücke in Bezug zur Wurzel beschrieb [110]. Die Knochenhöhe wurde in 4 Wurzelabschnitten je Zahn (25 - 100 % Wurzellänge) über die Breite der Knochenbrücke eingeteilt (bis zur Mitte; kein Knochen; Knochen, der nicht bis zur Mitte reicht). Zusätzlich erfolgte eine Zuordnung der Spalte je nach Lage der Knochenbrücke in verschiedene Kategorien.

Im Gegensatz zur Einteilung in verschiedene Graduierungen verwendeten LONG, SPANGLER und YOW eine metrische Vermessung der Knochenhöhe [58]. Sie bemängelten ein Fehlen von objektiven Bewertungsmethoden in den bekannten Studien. Die Vermessung erfolgte an beiden spaltbenachbarten Zähnen, wobei sowohl die Höhe des marginalen Knochens, als auch die Höhe zwischen Schmelz-Zement-Grenze und Beginn des marginalen Knochens zur jeweiligen Wurzellänge in Verhältnis gesetzt wurde. Zusätzlich bestimmten die Autoren die tiefste Einziehung in Bezug zur Wurzellänge des mesialen Zahnes. Das Ziel ihrer Studie war die Bewertung des Erfolges der Osteoplastik in Abhängigkeit von der ursprünglichen Spaltbreite. Sie stellten fest, dass die Breite der Spalte vor Osteoplastik nur sehr wenig Einfluss auf die Knochenhöhe ausübte, und dass eine marginale Knochenhöhe von durchschnittlich 72 % distal und 86 % mesial der Spalte auftrat. Die tiefste Einziehung betrug jedoch durchschnittlich 32 % der Wurzellänge des mesialen Zahnes. Die Autoren bemerkten jedoch in einigen Fällen, dass die Wurzelspitze trotz einer Knochenbrücke nicht von Knochen erfasst war.

In Anbetracht dieser Ausführungen erscheint eine metrische Vermessung der Knochenhöhe für die vorliegende Studie erstrebenswert. Auch sollte zwischen der Knochenhöhe an den jeweiligen spaltbenachbarten Zähnen, also deren knöchernes Attachment, und der Knochenhöhe an der tiefsten Einziehung der Spalte differenziert werden.

2.2.4 Untersuchung des parodontalen Status der benachbarten Zähne

Im Rahmen von parodontalen Untersuchungen an spaltständigen Zähnen fallen besonders die schlechten Werte bei Plaque- und Blutungs-Indices auf:

EL DEEB et al. untersuchten 1986 als Kriterien für den parodontalen Zustand der Patienten den Plaque-Index, den Gingival-Index, die Taschentiefen, den Attachment-Verlust und die Breite der labialen keratinisierten Gingiva. Sie bemerkten deutlich erhöhte Plaque- und Gingiva-Indices bei Spaltpatienten an allen Zähnen (gesunde und gespaltene Seite), die Taschentiefen und der Attachment-Verlust wichen jedoch von einer Vergleichsgruppe ohne Spalte nicht statistisch signifikant ab [26].

ANDLIN-SOBOCKI et al. stellten 1995 im Rahmen ihrer „Periodontal evaluation of teeth in bone grafted regions in patients with unilateral cleft lip and cleft palate“ schlechte Werte bei Plaque- und Gingiva-Indices fest, die gingivalen Rezessionen hatten sich allerdings verringert. Die Taschentiefen und die Breite der keratinisierten Gingiva veränderten sich im Vergleich zum präoperativen Zustand kaum [4].

BRÄGGER et al. bemerkten in einer 1985 veröffentlichten Untersuchung ebenfalls schlechte hygienische Verhältnisse, diagnostizierten jedoch zusätzlich bei zahlreichen Patienten ein langes bindegewebiges Attachment, was sich als Knochenverlust darstellte, jedoch ohne erhöhte Taschentiefen und Attachmentverlust [13]. In einer Nachuntersuchung derselben Patienten von 1990 stellten die Autoren eine Verschlechterung der Hygiene bei den bilateralen Spalten fest, bei den Patienten mit langem bindegewebigem Attachment zeigte sich kein Unterschied zu den anderen Patienten [12].

In einer Studie von 1992 über den parodontalen Status bei Spaltpatienten ohne Osteoplastik untersuchten TEJA et al. unter anderem Plaque- und Blutungsindices und die Knochenhöhe (knöchernes Attachment bis zur Schmelz-Zement-Grenze) der Spaltseite im Vergleich zur gesunden Seite. Es fand sich ein höherer Knochenverlust auf der Spaltseite, Plaque- und Blutungsindices wichen nur an einzelnen Seiten der spaltbenachbarten Zähne voneinander ab [99].

DA SILVA FILHO et al. stellten bessere parodontale Verhältnisse an den Zähnen fest, die zum Zeitpunkt der Osteoplastik noch nicht durchgebrochen waren [19].

TURVEY et al. erkannten als einen Aspekt ihrer Gesamtuntersuchung, dass es zahlreiche Entzündungsgebiete bei Spaltpatienten gibt, jedoch nicht verstärkt auf der Spaltseite im Vergleich zur nicht betroffenen Seite [106].

Aufgrund der überwiegend schlechten hygienischen Verhältnisse bei Spaltpatienten sollte im Rahmen der zahnärztlichen Behandlung der Prophylaxe und den Mundhygieneanweisungen besonderer Stellenwert eingeräumt werden.

2.3 MESSFEHLER BEI RÖNTGENOLOGISCHER AUSWERTUNG

AMIR et al. untersuchten 1998, wie präzise die Vermessungen am Orthopantomogramm eines Unterkiefers im Vergleich zu Vermessungen derselben Längen am realen Objekt waren. Hierbei beurteilten sie sowohl vertikale Strecken als auch horizontale und diagonale Strecken und Winkel. Messungen der Vertikalen erschienen auch im Bereich der Frontzähne präzise, die Vergrößerung lag geringfügig unterhalb der vom Hersteller angegebenen Werte. Horizontale Messungen wichen jedoch besonders in der Mittellinie deutlich ab. Diagonale Werte, die die Mittellinie nicht überschritten, ähnelten in ihrer Genauigkeit den vertikalen Werten [3].

2.3.1 Vertikale und horizontale Messungen

In einer Studie von THANYAKARN et al. (1992) wurde die Vermessung von extrahierten Zähnen der Vermessung derselben Zähne, eingebettet in ein Modell auf einem Orthopantomogramm, gegenübergestellt. Es handelte sich um insgesamt 64 Prämolaren bzw. Molaren beider Kiefer. Für den Unterkiefer stellte sich eine vertikale Vergrößerung auf dem Röntgenbild von 13 - 15 % heraus, für den Oberkiefer von 17 - 28 %. Durch Markierung der Messpunkte für das Röntgenbild konnte die Standardabweichung minimiert werden. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass ein Orthopantomogramm eine gute Möglichkeit darstellt, die vertikale Länge von Zähnen zu bestimmen (gute Reproduzierbarkeit, mit Ausnahme der palatinalen Wurzel des oberen Molaren) [100].

WYATT et al. (1995) vermaßen mit Draht versehene Acrylmodelle (Imitation von Zähnen) auf Orthopantomogrammen. Sie stellten fest, dass sich die Vergrößerung bei vertikalen Messungen nur gering veränderte [112].

TRONJE et al. veröffentlichten 1981 eine Studie, bei der ein mathematischer Ansatz zur Genauigkeit von vertikalen Messungen auf dem Orthopantomogramm erstellt und experimentell überprüft wurde. Hier fand besonders die Vergrößerung bei nicht zur Röntgenebene senkrechten Strecken und bei Verschiebungen zur Fokusebene Berücksichtigung. Dabei ergaben sich geringe Fehlergrenzen. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass Messungen vertikaler Strecken ausgeführt werden könnten, jedoch auf Schärfe und Verzerrungen als Zeichen von Verschiebungen im zu vermessenden Bereich zu achten sei. Die Genauigkeit für die klinische Untersuchung bestimmte sich mit ca. ± 10 % [103].

STRAMOTAS et al. prüften in einer im Jahre 2000 veröffentlichten Studie die Zuverlässigkeit unter anderem von vertikalen linearen Messungen und Messungen des Verhältnisses zwischen Krone und Wurzel in Orthopantomogrammen. Hierzu erfolgten Vergleiche zwischen den Messergebnissen verschiedener Bilder derselben Patienten und es ergaben sich keine statistisch signifikanten Differenzen [96].

In einer aktuellen Studie analysierten STRAMOTAS et al. die Genauigkeit von Messungen auf Röntgenbildern, indem sie ein Modell mit definierten Längen und Winkeln bei den Röntgenaufnahmen auch außerhalb der idealen Einstellung positionierten. Es stellte sich heraus, dass nur bei einer anterioren Kippung der Okklusalebene die Messungen im Frontzahnbereich signifikant abwichen. Die Autoren kamen zu dem Schluss, dass ein Orthopantomogramm als aussagefähig gilt, jedoch eine Kippung der Okklusalfläche um mehr als 10° vermieden werden sollte [97].

In Bezug auf horizontale Messungen sind die Ergebnisse jedoch nicht so positiv:
Laut TRONJE et al. waren die Messungen in der Horizontalen sehr ungenau, da der Vergrößerungsfaktor nicht linear variiert [103]. In Übereinstimmung hierzu kamen auch WYATT et al. zu dem Schluss, dass horizontale Messungen auf Orthopantomogrammen unzuverlässig sind [112]. Besonders im Frontzahngebiet ergaben nur geringe Verschiebungen zur Fokusebene deutliche Vergrößerungsunterschiede.

Bei Orthopantomogrammen ist eine genaue Positionierung des Patienten bei der Aufnahme unstrittig von besonderer Bedeutung, da die Strukturen außerhalb einer bestimmten Schichtebene Verzerrungen und Vergrößerungen bzw. Verkleinerungen unterliegen [34, 96, 97]. Die korrekte Positionierung wird bei den modernen Röntgengeräten allerdings durch Einstellhilfen im Vergleich zu den Geräten älterer Generationen deutlich vereinfacht.

Laut STRAMOTAS et al. (2000) konnte jedoch eine horizontale und minimale vertikale Verzerrung auftreten, selbst wenn die Zahnreihen bei der Aufnahme korrekt innerhalb der Fokusebene platziert waren. Das Verhältnis zwischen Kronen- und Wurzellänge blieb aber hiervon unbeeinflusst. Der Vergrößerungsfaktor des Orthopantomogrammes betraf die Ergebnisse durch die Verhältnisbildung nicht [96].

Auch LONG et al. (1995) nutzten die Verhältnisbildung zum Ausgleich von Verzerrungen („to avoid the potential distorsion factors of radiographic elongation or foreshortening, all measurements were converted to ratio measurements using the various measures of alveolar bone height as the numerator and the root length of the teeth adjacent to the cleft as the denominator") [58].

2.3.2 Winkelmessungen

FRYKHOLM et al. untersuchten 1977 die Genauigkeit von Winkelmessungen in Panoramaaufnahmen [34]. Sie benutzten hierzu einen mathematischen Ansatz zur Ermittlung der Ungenauigkeit aus der vertikalen und horizontalen Vergrößerung. Dieser wurde mittels einer experimentellen Studie verifiziert. Die Genauigkeit von Winkelmessungen lag meist im Bereich von ± 5°. Es ergab sich, dass bucco-linguale Inklinationen der Zähne nur einen geringen Einfluss auf die Messung der mesio-distalen Inklination derselben ausübten. Eine Verschiebung der vermessenen Struktur aus der Fokusebene von 5 mm im Frontzahnbereich und 20 mm im Seitenzahnbereich ergab nur eine Abweichung eines 45°-Winkels von ± 5°. Bei größeren oder kleineren Winkeln war eine größere Verschiebung innerhalb derselben Toleranz möglich. Da sich im frontalen Bereich Abweichungen von der Fokusebene deutlicher bemerkbar machten als im lateralen Anteil, galt dieser Bereich als besonders kritisch. Die Autoren bezeichneten die Genauigkeit bei

Messungen in dieser Region für klinische Anforderungen als akzeptabel („with an accuracy acceptable for most clinical demands measurements may be performed also in this region“). Jedoch sollte beachtet werden, dass bei breit verzeichneten Zähnen größere Werte und bei schmaler verzeichneten Zähnen auch kleinere Werte bei der Winkelmessung erzielt werden. FRYKHOLM et al. kamen zu dem Schluss, dass richtig ausgeführte Winkelmessungen an Orthopantomogrammen z.B. in Kombination mit Messungen auf axialen Bildern die Inklination von Zähnen genauer wiedergeben als bei anderen Röntgenbildern [34].

Auch andere Studien bestätigten diese Ergebnisse:
TRONJE et al. stellten in Anlehnung an eine Veröffentlichung von 1981 eine mathematische Formel für die Beschreibung eines vermessenen Winkels in Bezug zur Inklination sowohl in mesio-distaler als auch in bukko-lingualer Richtung auf und überprüften diese experimentell [103, 104]. Eine mesio-distale Inklination von 45° konnte im Frontzahnsegment (bei Einhalten der Fokusebene) mit einer bucco-lingualen Inklination zwischen 45° und 115° auf 5° genau bestimmt werden. Für kleinere oder größere Winkel zeigte sich die Toleranz in bukko-lingualer Richtung noch deutlicher ausgeprägt.

Auch WYATT et al. (1995) bemerkten Abweichungen im Rahmen von 5°, wenn die vermessene Struktur korrekt in der Fokusebene platziert war und eine bukko-linguale Inklination von 30 - 160° aufwies [112].

In einer im Jahre 2000 veröffentlichten Studie prüften STRAMOTAS et al. auch die Zuverlässigkeit von Winkelmessungen bei Orthopantomogrammen durch Vergleiche von verschiedenen Bildern derselben Patienten. Statistisch signifikante Differenzen konnten nur für die Winkelmessungen in Relation zu Referenzlinien festgestellt werden, die jedoch innerhalb der von FRYKHOLM genannten 5°-Toleranz lagen [34, 96].

Bei der aktuellen Studie von STRAMOTAS et al. untersuchten die Autoren auch die Genauigkeit von Winkelmessungen bei Verschiebungen aus der idealen Einstellungsposition [97]. Nur bei der Kippung der Okklusalebene nach anterior wichen die Messungen signifikant ab, lagen jedoch innerhalb der Toleranz von 5° (nach FRYKHOLM) [34]. Auch Inklinationen der Zahnachsen bis zu 10° zeigten keine größeren Differenzen.

2.3.3 Differenzierung der Messfehler

Die Messfehler in Röntgenbildern können in verschiedene Teilbereiche aufgegliedert werden.

RAMSTAD et al. unterteilten

- die Varianz zwischen verschiedenen Untersuchern,
- die Varianz, die aus Einstellungsdifferenzen bei Röntgenbildern resultiert,
- die Varianz zwischen Röntgenbild und Untersucher z.B. durch Vermessungs- und Markierungsfehler und
- eine meist minimale Varianz durch Interaktion zwischen Untersucher und Patient [71].

BROUWERS und KUIJPERS-JAGTMAN ermittelten in einer Studie über die Entwicklung der Zahnlänge bei Spaltpatienten den Messfehler aus dem Fehler beim Röntgen und dem Fehler bei der Vermessung [16].

HOUSTON veröffentlichte 1983 eine Analyse über Fehler bei kieferorthopädischen Messungen [46]. Der Autor bezog sich hierin auf Fehler bei der Auswertung von Fernröntgenseitenbildern. Diese sollten jedoch auch auf andere Messungen übertragen werden können. Er differenziert Fehler bei der Erstellung des Röntgenbildes durch verschiedene Röntgengeräte von denen, die durch eine Fehlpositionierung des Patienten beim Röntgen entstehen. Es ergab sich weiter ein Fehler bei der Festlegung der Messpunkte. Für die Bestimmung dieses Fehlers befürwortete HOUSTON ein erneutes Markieren und Vermessen der Punkte. Zur Reduktion dieses Anteiles empfahl der Autor eher eine Erhöhung der Fallzahl als häufigere Auswertungen der Aufnahmen. Zusätzlich sollte direkt bei der Vermessung eine Überprüfung der Ausreißer auf eventuelle Fehlmarkierungen erfolgen. Eine Minimierung systematischer Fehler wäre durch eine zufällige Reihenfolge der Vermessung und die Vermessung aller Röntgenbilder einer Untersuchungsperson nacheinander zu erreichen. Die für die Fehlerbestimmung erneut vermessenen Röntgenbilder sollten zufällig bestimmt und unter denselben Bedingungen ausgewertet werden. Hierbei müssten alle Untersucher beteiligt sein. In der Formel von DAHLBERG umfasst der Messfehler sowohl den systematischen als auch den Zufallsfehler [14, 46]. Diese Formel wird in den meisten Studien angewandt und bestimmt den Messfehler aus den Differenzen der Messungen und der Anzahl der wiederholten Messungen.

3 FRAGESTELLUNG DER STUDIE

Bei der Studie erfolgte eine Untersuchung der Wertigkeit der spaltständigen Zähne. Als spaltständige Zähne gelten Caninus und mittlerer Inzisivus und, wenn vorhanden, zusätzlich der seitliche Inzisivus.

Als Kriterien für Wertigkeit wurden definiert:

- das Vorkommen von Abweichungen der Zahnzahl (Aplasien, Doppelanlagen und Extraktionen) und Hypoplasien,
- die Aufrichtung der Zahnachse mit funktioneller Belastung im Bereich der ehemaligen Spalte,
- das Knochenangebot im Bereich der ehemaligen Spalte (sowohl im Bereich des knöchernen Attachments als auch im Bereich des Alveolarfortsatzes) und
- das Auftreten von Wurzelresorptionen.

Bei der Studie fand eine Bewertung der Patientenunterlagen zu verschiedenen Zeitpunkten nach der Osteoplastik unter folgenden Gesichtspunkten statt:

- Welche Abweichungen bei der Zahnzahl traten bei den untersuchten Patienten auf (auch Änderungen durch Extraktionen) und welche Therapie kam daraufhin zur Anwendung?
    1) Lag eine Aplasie des spaltseitigen seitlichen Inzisivus vor oder wurde dieser Zahn bereits vor der sekundären Osteoplastik extrahiert?
    2) War der spaltseitige seitliche Inzisivus doppelt angelegt und in welcher Weise erfolgte die Behandlung (komplette Extraktion, Reduzierung auf einen Zahn oder Belassen beider Zähne)?
    3) Wies der vorhandene seitliche Inzisivus eine Hypoplasie auf, und musste dieser Zahn im Laufe der Therapie extrahiert werden?
    4) Fand eine Extraktion eines vorhandenen seitlichen Inzisivus statt, der als nicht hypoplastisch galt?
    5) Lag eine Aplasie mehrerer Zähne der Oberkieferfront vor, oder mussten Zähne dieses Bereiches entfernt werden?

6) Erfolgte bei den Patienten eine Lückenschlusstherapie bei Extraktion oder Aplasie des seitlichen Inzisivus, oder wurde die Lücke offen gehalten, um eine prothetische oder implantologische Restauration vorzunehmen?

- In welchem Ausmaß konnte die Aufrichtung der spaltständigen Zähne im Laufe der Therapie im Vergleich zur Kontrollgruppe erreicht werden, und wie stellte sich die Achsstellung dieser Zähne dar?
- Wie war die Höhe des transplantierten Knochens zu beurteilen?

  1) Welches Knochenangebot im ehemaligen Spaltbereich, gemessen als Höhe des knöchernen Attachments an der Spaltseite, stand den spaltständigen Zähnen zur Verfügung?

  2) In welcher Ausprägung trat die tiefste Einziehung des Alveolarfortsatzes im Bereich der ehemaligen Spalte sowohl von oral als auch von nasal auf?

- Lagen erkennbare Wurzelresorptionen an den spaltständigen Zähnen vor?

4 MATERIAL UND METHODE

4.1 AUSWAHL DER PATIENTEN

Im Zeitraum von 1990 bis 1998 wurden in der Westdeutschen Kieferklinik der Universität Düsseldorf 266 Osteoplastiken bei Kindern und Jugendlichen durchgeführt.

4.1.1 Auswahlkriterien

Bei der Auswahl der Patienten für die Studie galten folgende Kriterien:

- Die Osteoplastik erfolgte wie in Kapitel 2.1.2.3.4 beschrieben als sekundäre Osteoplastik zum idealen Zeitpunkt vor Durchbruch der Eckzähne.
- Die Patienten
  - erhielten nach der Osteoplastik eine kieferorthopädische Behandlung,
  - durchliefen das Therapiekonzept der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf oder wurden alio loco mit einem entsprechenden Konzept therapiert,
  - durften keine vorherige Behandlung mit einer primären Osteoplastik oder eine anschließende Behandlung mit einer Nachlege-Osteoplastik oder einer Umstellungsosteotomie erhalten haben,
  - wiesen keine multiplen Aplasien auf.
- Es lagen qualitativ akzeptable Röntgenbilder zu den entsprechenden Untersuchungszeitpunkten der Patienten für die weitere Auswertung vor.

4.2 UNTERSUCHUNGSMATERIALIEN UND DEREN EINTEILUNG

Die Auswertung erfolgte anhand der zu folgenden Zeitpunkten erstellten Orthopantomogramme der Patienten:

- zum Zeitpunkt der sekundären Osteoplastik (bei Vorhandensein mehrerer Bilder das Röntgenbild nach der Operation), im Folgenden Zeitpunkt T_1 genannt,
- im Verlauf der kieferorthopädischen Behandlung ca. 1 Jahr nach der Osteoplastik, T_2 genannt, sowie
- das Röntgenbild bei Abschluss der kieferorthopädischen Therapie der Patienten (T_3).

Zur Vervollständigung der Röntgenunterlagen wurden die behandelnden Kieferorthopäden ermittelt und schriftlich um Zusendung der ihnen vorliegenden Röntgenbilder gebeten.

4.3 KONTROLLGRUPPE

Als Kontrollgruppe wurde ein Kollektiv aus 58 Patienten der Poliklinik der Kieferorthopädie der Westdeutschen Kieferklinik gebildet.

Bei diesen Patienten galt eine Spaltbildung, ein ausgeprägter Klasse III-Typ, eine Aplasie oder die Notwendigkeit einer Extraktion des lateralen Inzisivus als Ausschlusskriterium.

Es handelte sich um Patienten mehrerer Behandler, deren Therapie jeweils als erfolgreich abgeschlossen angesehen und bei denen die Stellung der Schneide- und Eckzähne als korrekt eingestuft wurde.

Hierbei erfolgte eine Auswertung der Orthopantomogramme, die zum Abschluss der Behandlung angefertigt wurden. Die Werte für die rechte und linke Seite wurden als gleichwertige Ergebnisse behandelt, so dass sich 116 ermittelte Werte ergaben.

4.4 AUSWERTUNG DES UNTERSUCHUNGSMATERIALS

Die Orthopantomogramme der untersuchten Patienten und der Kontrollgruppe wurden mit einem Durchlichtscanner mit einer digitalen Bildauflösung von 300 x 300 dpi gescannt und anschließend mit dem kieferorthopädischen Auswertungsprogramm WINCEPH© nach eigenen Vorgaben ausgewertet.
Hierzu kam die nachfolgend beschriebene Analyse zur Anwendung:

4.4.1 Bezugsebene

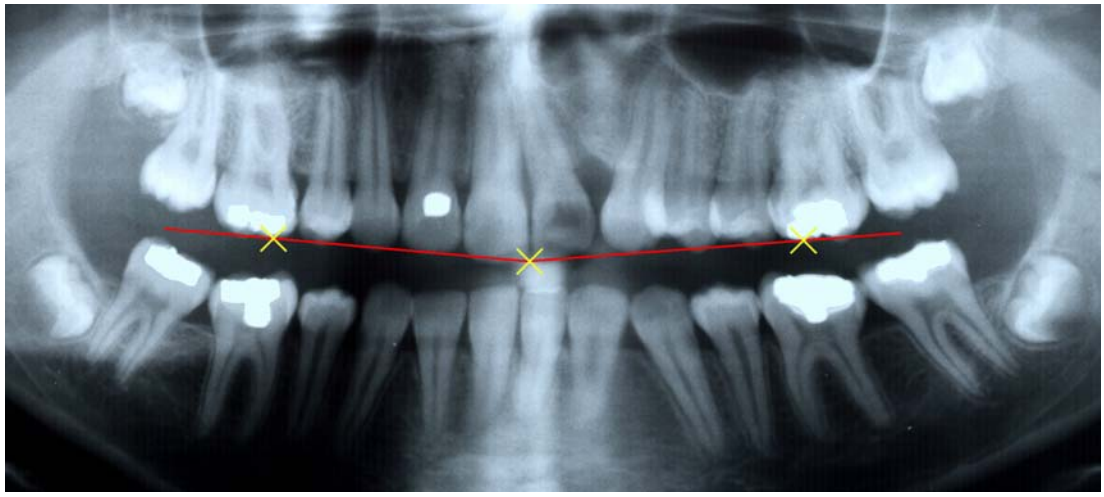

Abb. 4.1: Bezugsebene

Als Bezugsebene wurde, wie in Abb. 4.1 dargestellt, eine Linie vom mesiobukkalen Höcker der rechten ersten Molaren des Oberkiefers über den inzisalen Kontaktpunkt der oberen mittleren Inzisivi zum entsprechenden Punkt des ersten linken Molaren definiert. Hierdurch konnte die unterschiedliche Neigung der Okklusionsebene auf den Röntgenbildern, z.B. durch eine Neigung des Kopfes bei Anfertigung des Bildes, ausgeglichen werden.

Die weitere Auswertung fand nur an den oberen Frontzähnen statt.

4.4.2 Messpunkte und Linien

4.4.2.1 Zahnachsen

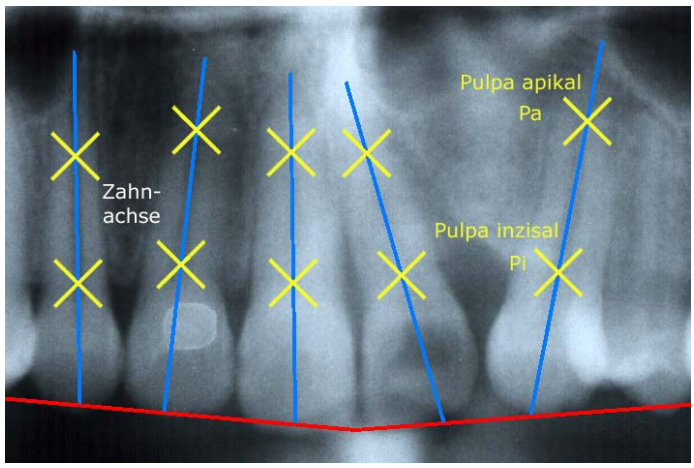

Abb. 4.2: Zahnachsen

Die Bestimmung der Zahnachsen erfolgte sowohl bei den spaltbenachbarten Zähnen als auch bei den Zähnen der Gegenseite durch Markierung von Punkten im Verlauf des Pulpenkavums (s. Abb. 4.2). Die Festlegung je eines Punktes im apikalen (Pulpa apikal, P_a) und im koronalen Anteil (Pulpa inzisal, P_i) des Pulpenkavums und Bildung einer Verbindungslinie definierte die Zahnachse des jeweiligen Zahnes.

Die Zahnachse sollte

- zentral durch die Pulpa verlaufen,
- bei einer Wurzelkrümmung oder –abknickung den Verlauf des Hauptanteiles der Wurzel markieren und
- bei einer Achsverschiebung der Krone zur Wurzel der Achse der Wurzel entsprechen.

4.4.2.2 Messpunkte am Zahn

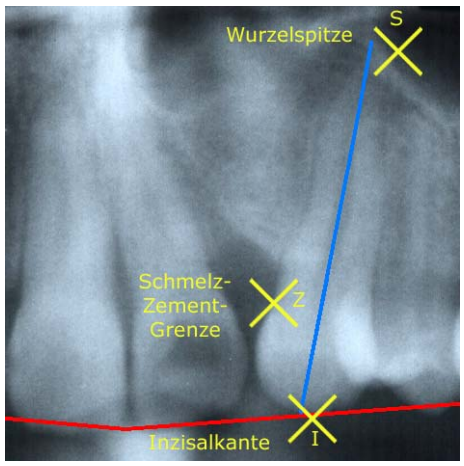

Abb. 4.3: Messpunkte am Zahn

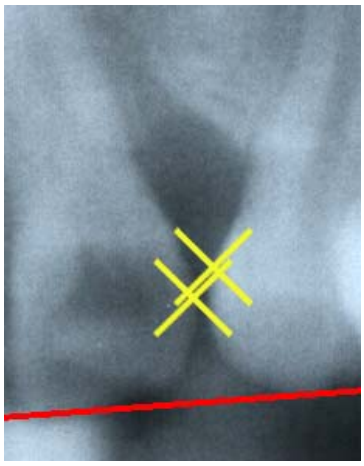

Abb. 4.4: Restlücke

Es erfolgte bei den spaltbenachbarten Zähnen eine Festlegung folgender Punkte (s. Abb. 4.3):

- Die Wurzelspitze (S) definierte sich unabhängig vom Verlauf der Zahnachse als der Apex der jeweiligen Wurzel.
- Die Schmelz-Zement-Grenze (Z) an der zur Spalte gerichteten Seite markierte den Übergang des Wurzelbereiches in den Kronenabschnitt.
- Der am weitesten inzisal gelegene Punkt bildete die Inzisalkante bzw. Inzisalspitze (I).

Bei den aktuellsten Röntgenbildern (T_3) wurden für die Restlücke die Stellen gekennzeichnet, die bei Lückenschluss im ehemaligen Spaltbereich die sich berührenden Kontaktpunkte darstellen würden (siehe Abb. 4.4).

4.4.2.3 Messpunkte im Bereich des knöchernen Attachments

Die Höhe des knöchernen Attachments bildete an der zur Spalte gerichteten Seite der beiden spaltbenachbarten Zähne die in Abb. 4.5 gezeigten Messpunkte. Diese definierten sich als Knochengrenze am Parodontalspalt. So ergab sich mesial und distal der Spalte je ein Knochenpunkt als Knochenhöhe mesial und distal (K_m und K_d).

Im Falle von zwei erkennbaren Knochenlinien fand die apikaler gelegene Linie Berücksichtigung.

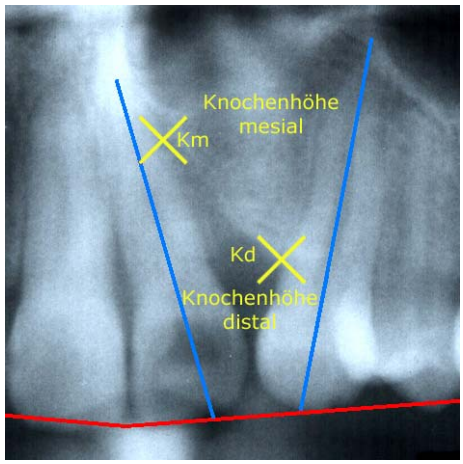

Abb. 4.5: Knochenhöhe

4.4.2.4 Messpunkte der Alveolarfortsatzhöhe im Spaltbereich

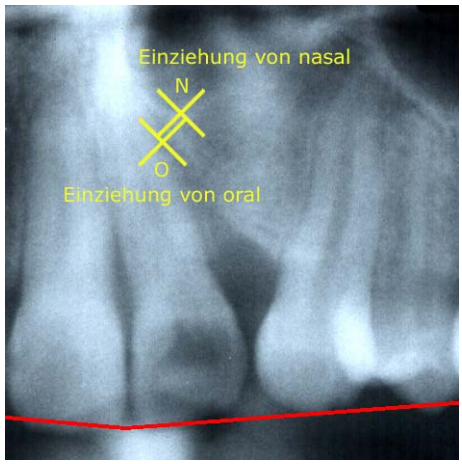

Abb. 4.6: Messpunkte der Spalte

Der Verlauf des Knochens im Bereich der Spalte wurde sowohl im oralen als auch im nasalen Anteil verfolgt. Dabei bildeten die Punkte der tiefsten Einziehung von nasal (N) und von oral (O) die Markierungen (siehe Abb. 4.6). Auch hierbei gab die Knochenlinie der geringeren Transplantatbreite den Ausschlag.

4.4.3 Messwerte

Ausgehend von den o.g. Messpunkten erstellte das Auswertungsprogramm nachfolgend beschriebene Messwerte:

4.4.3.1 Angulation der Zahnachsen

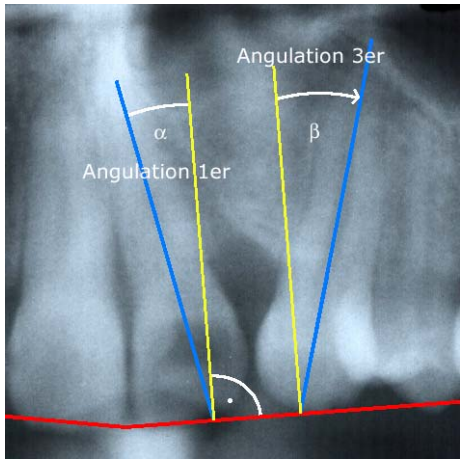

Abb. 4.7: Angulation

Für die Bestimmung der Angulation der Frontzähne bildete das Auswertungsprogramm als Hilfslinie eine Senkrechte zur Bezugsebene auf der jeweiligen Kieferseite.
Die Angulation der Zahnachse definierte sich als Winkel zwischen der Zahnachse und dieser Senkrechten (Abb. 4.7). Hierbei entsprach ein positiver Wert einer Neigung der Zahnachse mit der Wurzelspitze nach distal.

4.4.3.2 Messwerte am Zahn

Anhand der Messwerte am Zahn fand die Festlegung der Wurzel- und Kronenlänge statt, wie sie in Abb. 4.8 dargestellt wird. Ausgehend von den jeweiligen Messpunkten wurde das Lot auf die Zahnachse gefällt und der Abstand zwischen den Projektionspunkten ermittelt.

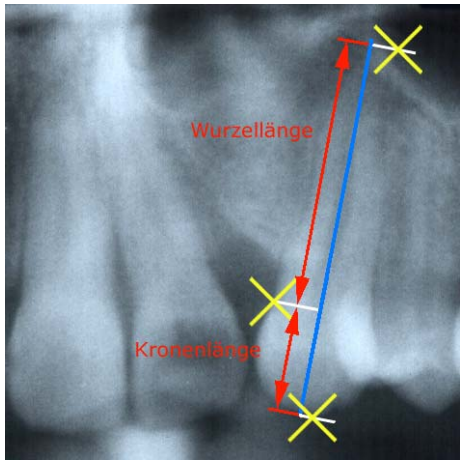

Abb. 4.8: Wurzellänge, Kronenlänge

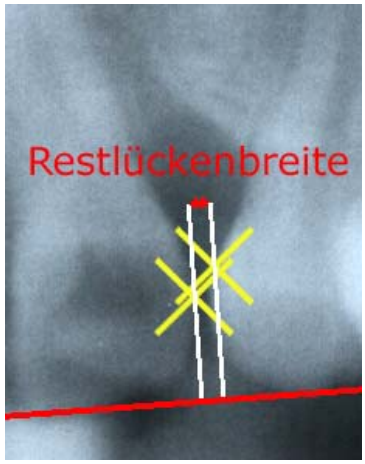

Abb. 4.9: Breite der Restlücke

- Die Wurzellänge ergab sich als der Abstand der Wurzelspitze (S) zur Schmelz-Zement-Grenze (Z) entlang der Zahnachse.
- Die Distanz zwischen Schmelz-Zement-Grenze (Z) und Inzisalkante (I) bildete in entsprechender Weise die Kronenlänge.

Um Ungenauigkeiten durch Projektionsveränderung auszugleichen, kamen bei der weiteren Auswertung die oben genannten Werte im Verhältnis zueinander zur Anwendung [58].
Das Verhältnis von Kronenlänge zu Wurzellänge bildete so einen weiteren Messwert.

Die Entfernung zwischen dem mesialen und dem distalen Kontaktpunkt entlang der Bezugsebene bestimmte die Breite der Restlücke (Abb. 4.9).

4.4.3.3 Messwerte im Bereich des knöchernen Attachments

Der Messwert Knochenhöhe bestimmte sich ebenfalls als Abstand entlang der Zahnachse zwischen der Wurzelspitze (S) und dem Punkt der Knochenhöhe (K_m oder K_d), wie in Abb. 4.10 verdeutlicht.

Als weiterer Messwert wurde das Verhältnis der mesialen bzw. distalen Knochenhöhe zur Wurzellänge des jeweils benachbarten Zahnes bewertet.

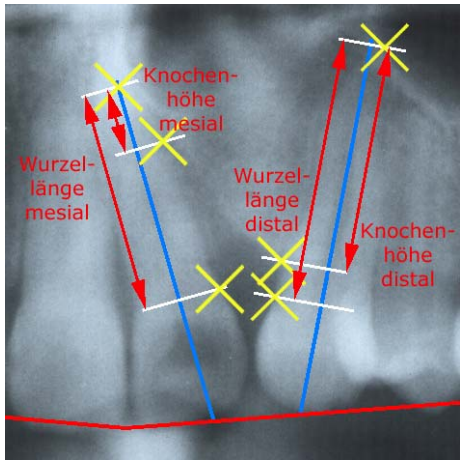

Abb. 4.10: Höhe des knöchernen Attachments

4.4.3.4 Messwerte der Alveolarfortsatzhöhe im Spaltbereich

Die Messwerte im Spaltbereich ermittelten sich senkrecht zur Bezugsebene (s. Abb. 4.11):

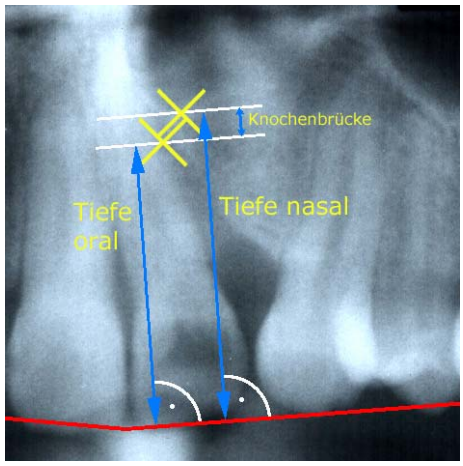

Abb. 4.11: Spalttiefe

- Die Tiefe der Spalte (Tiefe oral) stellte den Abstand der tiefsten oralen Einziehung (O) zur Bezugsebene dar.
- Die Höhe des Nasenbodens (Tiefe nasal) bestimmte sich als der Abstand der tiefsten nasalen Einziehung (N) zur Bezugsebene.
- Die Differenz zwischen diesen beiden Werten bildete die Knochenbrücke.

4.4.4 Übertragung der Messwerte für die statistische Auswertung

Das Auswertungsprogramm WINCEPH gab die Messergebnisse in Form einer EXCEL-Tabelle aus. Das statistische Auswertungsprogramm SPSS 10.0 (Statistical Package for the Social Science) übertrug die Daten dieser EXCEL-Tabelle in ein SPSS-Datendokument (*.sav).

4.4.5 Statistische Auswertung

4.4.5.1 Gruppenbildung

Die Messergebnisse wurden folgendermaßen analysiert:

- Aufteilung nach untersuchtem Zahn
- Aufteilung nach Untersuchungszeitpunkt
- Aufteilung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung - Lückenschluss - vorhandener Zahn)
- Aufteilung nach Untersuchungsgruppe (Zahn der Spaltseite – Zahn der Gegenseite – Zahn der Referenzgruppe)
- Aufteilung nach der Position zur Spalte (mesial der Spalte gelegen – distal der Spalte gelegen)

4.4.5.2 Prüfung der Normalverteilung

Bei der Überprüfung der Werte auf eine Normalverteilung mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstestes ergaben sich signifikante Abweichungen zur Normalverteilung. Auch bei einer Überlagerung der Histogramme der einzelnen Messwerte durch die Normalverteilungskurve zeigten sich deutliche Abweichungen.

4.4.5.3 Statistische Testverfahren

Da bei den untersuchten Stichproben keine Normalverteilung festgestellt werden konnte, kamen die nichtparametrischen Testverfahren zur Anwendung.

Meist handelte es sich um nicht verbundene Stichproben, z.B.

- Patienten mit verschiedenen Therapieformen oder
- Patienten der Untersuchungs- und der Referenzgruppe oder
- Patienten mit Bewertung unterschiedlicher Zähne.

Deshalb erfolgte eine Signifikanzbestimmung für den Vergleich zweier Gruppen durch den Mann-Whitney-U-Test und für den Vergleich mehrerer Gruppen mittels des Kruskal-Wallis-Testes.

Bei den verbundenen Stichproben, z.B. der Untersuchung des knöchernen Attachments auf der mesialen und der distalen Spaltseite, kam der Wilcoxon-Test zum Einsatz.

Bei allen Tests wurde vorausgesetzt, dass die zugrundeliegende Variable stetig verteilt war, wie es sich auch im Histogramm darstellte.

4.4.5.4 Signifikanzniveau

Für die verschiedenen Testverfahren galt folgende Signifikanzeinteilung und deren Darstellung:

Signifikanzniveau		Darstellung in Diagrammen
$p < 0{,}001$	Hoch signifikant	***
$p < 0{,}01$	Signifikant	**
$p < 0{,}05$	Gering signifikant	*
$p \geq 0{,}05$	Nicht signifikant	n.s.

Tab. 4.1: Signifikanz

4.4.6 INTRAINDIVIDUELLER MESSFEHLER

Für die Bestimmung des intraindividuellen Messfehlers wurde eine zufällig ausgewählte Gruppe von 20 Röntgenbildern vom gleichen Untersucher erneut vermessen. Innerhalb dieser Gruppe gab es 6 bilaterale Spalten, so dass sich der Messfehler über 26 Spaltkiefer bestimmte. Die Berechnung des Messfehlers erfolgte mittels der Formel von DAHLBERG über die Differenz zwischen dem Messwert und dem Wert der Fehlermessung (d) und die Anzahl der Fehlermessungen (n) [14, 46]:

$$s = \sqrt{\frac{\sum d^2}{2n}}$$

Es ergab sich ein intraindividueller Messfehler von 0,859 mm bzw. 1,109°.

5 ERGEBNISSE

5.1 UNTERSUCHTE PATIENTEN

5.1.1 Anzahl der untersuchten Patienten

Von dem 266-köpfigen, mit einer Osteoplastik therapierten Patientenkollektiv verblieb nach Anwendung der unter 4.1 beschriebenen Auswahlkriterien eine Gruppe von 160 Patienten. Von diesen wurden die Röntgenunterlagen der Westdeutschen Kieferklinik der Universität Düsseldorf nach Untersuchungsmaterialien zu den in 4.2 dargestellten Zeitpunkten gesichtet. Zusätzlich konnten 51 außerhalb der Universitätsklinik behandelnde Kieferorthopäden ermittelt und mittels eines Anschreibens um Mithilfe durch Zusendung ihrer Röntgenunterlagen gebeten werden. Aufgrund der guten Resonanz konnten von 88 Patienten mehrere Röntgenbilder in entsprechender Qualität ausgewertet werden. Bei 64 dieser Patienten war zum Untersuchungszeitpunkt T_3 die kieferorthopädische Behandlung bereits abgeschlossen oder stand kurz vor dem Abschluss.

Bei den Messergebnissen variierte die Anzahl der Werte, denn bei einigen wenigen Bildern konnten einzelne Messwerte aufgrund schlechterer Qualität in diesem Bildausschnitt (Überlagerungen, etc.) nicht erhoben werden. In einigen Fällen lag zusätzlich zum Orthopantomogramm ein Zahnfilm der Spalte vor, der zusätzliche Werte zur Knochenhöhe und Wurzellänge ergab (Abb. 8.1).

5.1.2 Aufteilung der Patienten

Die Gruppe der Spaltpatienten zum Zeitpunkt T_1 ließ sich folgendermaßen aufteilen:

- 50 Patienten waren Jungen und 38 Mädchen.
- Es lagen 69 einseitige Spalten, davon 23 rechtsseitige und 46 linksseitige Spaltformen, und 19 doppelseitige Spalten vor.

- Hierbei traten 20 Lippen-Kiefer-Spalten und 87 Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten auf.

Auf die Gruppe der Spaltpatienten zum Zeitpunkt T_3 bezogen ergab sich folgende Aufteilung:

- 32 Patienten waren Jungen und 32 Mädchen.
- Es lagen 53 einseitige, davon 19 rechtsseitige und 34 linksseitige Spalten, und 11 doppelseitige Spalten vor.
- Hierbei traten 18 Lippen-Kiefer-Spalten und 57 Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten auf.

Bei der Studie wurden die doppelseitigen Spalttypen jeweils zwei Patienten mit einseitiger Spalte gleichgesetzt, so dass die Anzahl der Spaltbildungen zum Zeitpunkt T_1 107 und zum Zeitpunkt T_3 75 Spaltkiefer betrug.

Die Osteoplastik erfolgte durchschnittlich in einem Alter von 10 Jahren 4 Monate ± 1 Jahr 5 Monate (Median: 10 Jahre 5 Monate). Die Nachuntersuchung zum Zeitpunkt T_3 fand in einem Alter von 15 Jahren 4 Monaten ± 2 Jahre 2 Monate statt. Hierbei betrug der Abstand zur Osteoplastik durchschnittlich 4 Jahre 9 Monate ± 1 Jahr 9 Monate.

5.1.3 Kontrollgruppe

Dieser Untersuchungsgruppe stand ein Patientenkollektiv von 58 Personen gegenüber, bei denen die Messwerte für die rechte und linke Seite als gleichwertige Ergebnisse behandelt wurden. Diese jeweils 116 Werte nannten sich im weiteren Verlauf Referenzgruppe.

5.2 ZAHNZAHL IM FRONTZAHNBEREICH

5.2.1 Untersuchung zum Zeitpunkt der Osteoplastik

5.2.1.1 Aplasie des spaltseitigen seitlichen Inzisivus

47 spaltseitige seitliche Inzisivi erwiesen sich als aplastisch oder bereits vor der Osteoplastik entfernt. Hierbei handelte es sich um 33 unilaterale Spalten und 8 Aplasien bei bilateralen Spalten. Eine Aplasie des spaltseitigen lateralen Inzisivus zeigte sich also in dieser Gruppe bei 44 % der gespaltenen Kiefer.

5.2.1.2 Doppelanlage

Eine Doppelanlage des seitlichen Inzisivus trat an 23 Spaltseiten auf (21 %). Von diesen 23 Doppelanlagen fand bei 8 eine vollständige Extraktion der Zähne statt, in 15 Fällen erfolgte die Reduzierung auf einen Zahn.

5.2.1.3 Hypoplasie

Bei 24 Spalten war der vorhandene seitliche Inzisivus als hypoplastisch einzustufen (dabei 5 gespaltene Kiefer mit einer Doppelanlage), dies entsprach 22 % der untersuchten Spalten. 9 hypoplastische laterale Inzisivi mussten extrahiert, der Rest von 15 konnte erhalten werden (Abb.8.5).

5.2.1.4 Extraktion des spaltseitigen seitlichen Inzisivus

In 8 Fällen mit einer Doppelanlage des seitlichen Inzisivus wurden beide doppelt angelegte Zähne entfernt. Hierbei handelte es sich in 2 Fällen um als hypoplastisch einzustufende Inzisivi.

Außer diesen erfolgte eine Extraktion von noch 7 weiteren hypoplastischen lateralen Inzisivi und 4 unauffälligen Zähnen. So ergab sich eine Summe von 19 Spalten mit vollständiger Extraktion des spaltseitigen seitlichen Inzisivus.

5.2.1.5 Aplasie oder Extraktion anderer Frontzähne

Auf der gesunden Seite lag bei 10 Patienten eine Aplasie des lateralen Inzisivus vor, hierbei waren 3 Patienten nicht von einer Aplasie des spaltseitigen lateralen Inzisivus betroffen.

Der mittlere Inzisivus der Spaltseite war in 3 Fällen als aplastisch anzusehen, auf der gesunden Seite trat diese Situation nicht auf (Abb.8.3, Abb. 8.4).

5.2.2 Untersuchung zum Abschluss der Behandlung

5.2.2.1 Aplasie des spaltseitigen seitlichen Inzisivus

Bei 36 Spalten bestand eine Aplasie des spaltseitigen seitlichen Inzisivus, also bei 48 % der untersuchten Gruppe. Hierbei handelte es in 26 Fällen um eine unilaterale Spalte.

5.2.2.2 Doppelanlage

In dieser Gruppe kamen 14 Doppelanlagen vor, welche 19 % des Gesamtkollektivs entsprachen. Hiervon wurden bei 4 Spalten beide Zähne extrahiert, so dass eine Lücke im Bereich des seitlichen Inzisivus auftrat. In 10 Fällen erfolgte eine Reduzierung auf einen Zahn.

5.2.2.3 Hypoplasie

Zum Abschluss der Behandlung waren innerhalb der Patientengruppe 15 Spaltkiefer von einer Hypoplasie betroffen (entspricht 20 %). 2 dieser Hypoplasien traten im Rahmen von Doppelanlagen auf.
Bei 6 der 15 Spaltkiefer mussten die lateralen Inzisivi im Laufe der Behandlung extrahiert werden, 9 hypoplastische Inzisivi waren zu diesem Zeitpunkt noch vorhanden (aus jeder betroffenen Doppelanlage blieb ein Inzisivus erhalten).

5.2.2.4 Extraktion des spaltseitigen seitlichen Inzisivus

Im Laufe der Behandlung mussten 6 als hypoplastisch, sowie 8 als nicht hypoplastisch eingestufte spaltseitige seitliche Inzisivi extrahiert werden. In 4 Fällen ohne Hypoplasie konnte kein Zahn einer Doppelanlage erhalten werden, bei den anderen 4 Spalten betraf die Extraktion einen in Zahl und Form unauffälligen seitlichen Inzisivus.

5.2.2.5 Aplasie oder Extraktion anderer Frontzähne

Auf der gesunden Seite konnten 6 aplastische seitliche Inzisivi ermittelt werden, dabei lag bei 4 Spaltpatienten sowohl auf der gesunden als auch auf der Spaltseite eine Aplasie vor.
Bis zum Abschluss der Behandlung wurden 6 seitliche Inzisivi der gesunden Seite extrahiert, hiervon 2 als Ausgleich einer Aplasie auf der Spaltseite. Bei 2 dieser 6 Spalten erfolgte eine Extraktion sowohl auf der gesunden als auch auf der Spaltseite.

5.2.2.6 Zusammenfassung der zum Zeitpunkt T_3 untersuchten Patienten

Bei insgesamt 50 der untersuchten Spalten lag eine Lücke durch Aplasie (36) oder Extraktion (14) im Bereich des seitlichen Inzisivus vor, in 25 Fällen war dieser Zahn vorhanden. Bei den Patienten mit Lücken handelte es sich in 37 Fällen um unilaterale

Spaltformen, bei 10 dieser Patienten trat auf der gesunden Seite ebenfalls eine Lücke auf. 2 Patienten wiesen eine Lücke im Bereich des mittleren Inzisivus auf. Abbildung 5.1 beschreibt die o.g. Aufteilung auch grafisch.

5.2.3 Therapie bei vorhandener Lücke am spaltseitigen lateralen Inzisivus

Bei der Untersuchung zum Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung ergab sich, dass 24 von 50 Lücken am spaltseitigen seitlichen Inzisivus kieferorthopädisch geschlossen, also mit Lückenschluss therapiert worden waren. Demgegenüber wurden 26 Lücken offen gehalten und mit einer prothetischen oder implantologischen Restauration versorgt.

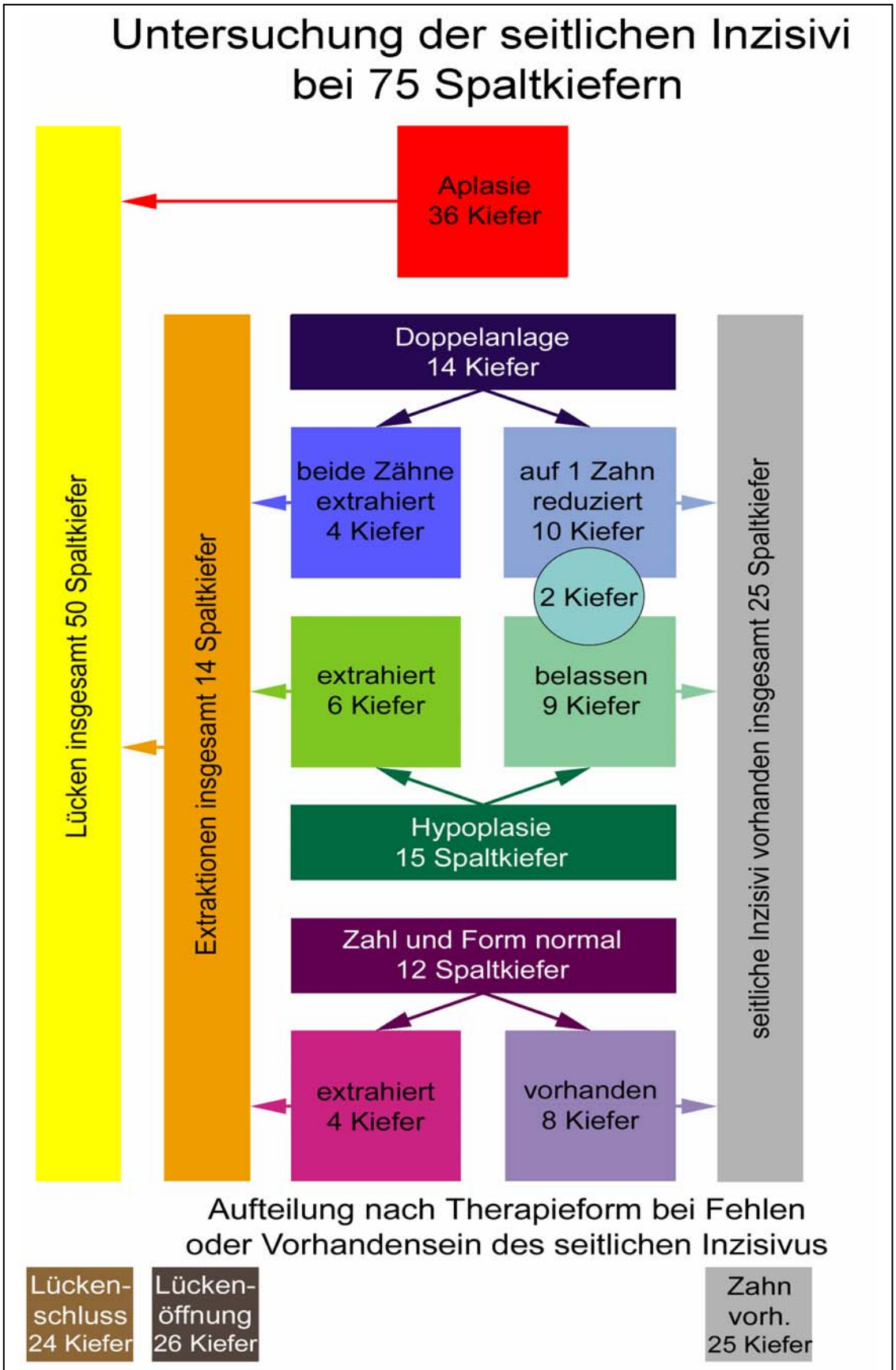

Abb. 5.1: Vorhandensein des lateralen Inzisivus zum Zeitpunkt T3

5.3 ANGULATION DER UNTERSUCHTEN FRONTZÄHNE

5.3.1 Untersuchung der Angulation im Therapieverlauf

5.3.1.1 Differenzierung nach unilateralen und bilateralen Spalten

Bei der Untersuchung der Angulation der spaltbenachbarten Zähne zur Okklusionsebene erfolgte eine Aufteilung der Gruppe in unilaterale und bilaterale Spalten. Die durchgeführte Analyse berücksichtigte die Abweichung der einzelnen Gruppen zueinander und zur Gesamtgruppe.

		Unilaterale Spalten			Bilaterale Spalten			Gesamtgruppe		
		N	Mittelwert	Median	N	Mittelwert	Median	N	Mittelwert	Median
T1	Angulation mittlerer Inzisivus	60	-1,75° ± 10,93°	-2,22°	30	1,21° ± 6,73°	0,81°	90	-0,77° ± 9,79°	-0,06°
	Angulation seitlicher Inzisivus	29	-1,09° ± 21,23°	-6,84°	13	10,87° ± 21,22°	6,44°	42	2,61° ± 21,70°	-2,36°
	Angulation Caninus	60	27,23° ± 15,53°	29,27°	23	28,35° ± 14,36°	31,25°	83	27,54° ± 15,14°	29,37°
T2	Angulation mittlerer Inzisivus	47	-1,04° ± 11,57°	0,72°	22	1,97° ± 8,15°	0,73°	69	-0,08° ± 10,63°	0,72°
	Angulation seitlicher Inzisivus	19	5,76° ± 20,98°	5,97°	7	14,04° ± 28,35°	9,30°	26	7,99° ± 22,89°	7,63°
	Angulation Caninus	42	24,01° ± 12,90°	23,94°	21	27,99° ± 15,96°	29,80°	63	25,34° ± 13,99°	26,60°
T3	Angulation mittlerer Inzisivus	48	1,92° ± 9,49°	2,32°	16	2,95° ± 7,85°	-0,75°	64	2,18° ± 9,06°	1,98°
	Angulation seitlicher Inzisivus	20	5,00° ± 12,98°	3,32°	9	-1,37° ± 25,09°	-12,40°	29	3,02° ± 17,41°	3,16°
	Angulation Caninus	50	12,62° ± 7,84°	13,02°	17	8,94° ± 9,17°	7,10°	67	11,69° ± 8,28°	11,86°

Tab. 5.1: Angulation, unilateral - bilateral

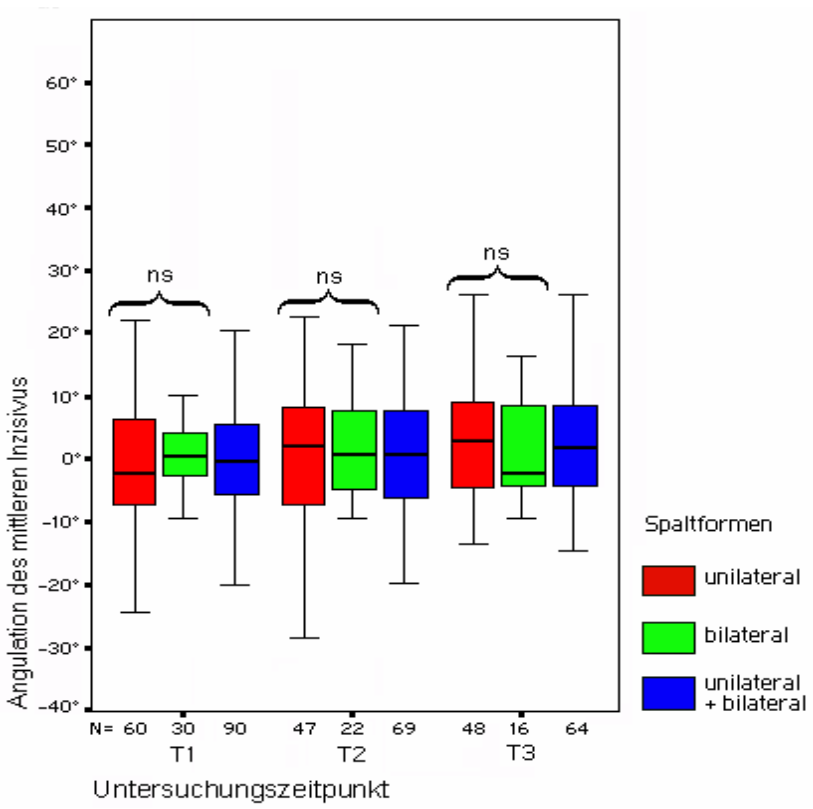

Abb. 5.2: Angulation mittlerer Inzisivus, unilateral - bilateral

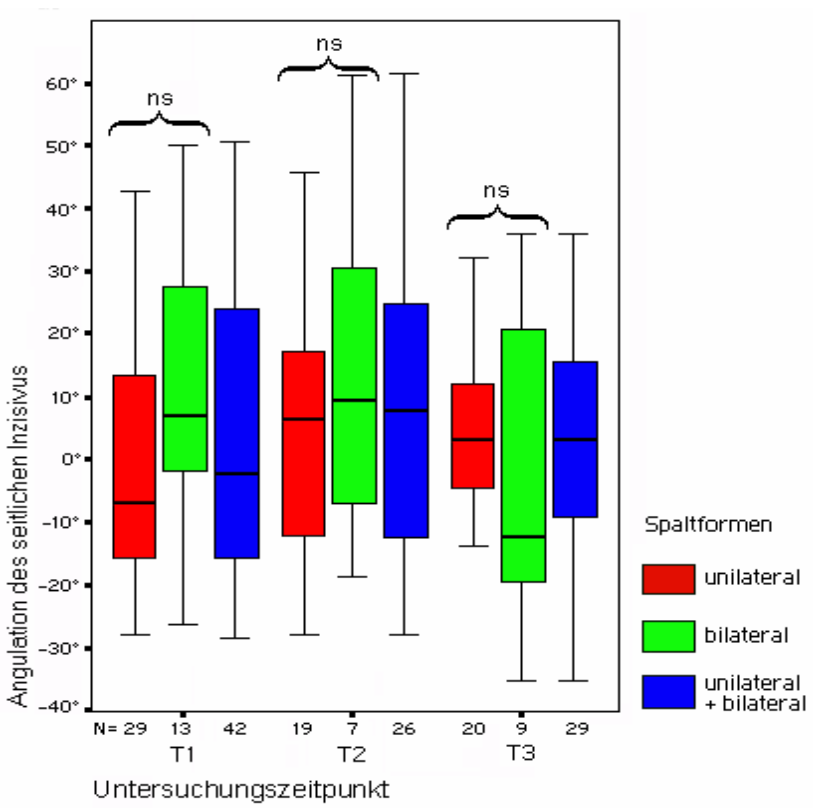

Abb. 5.3: Angulation seitlicher Inzisivus, unilateral - bilateral

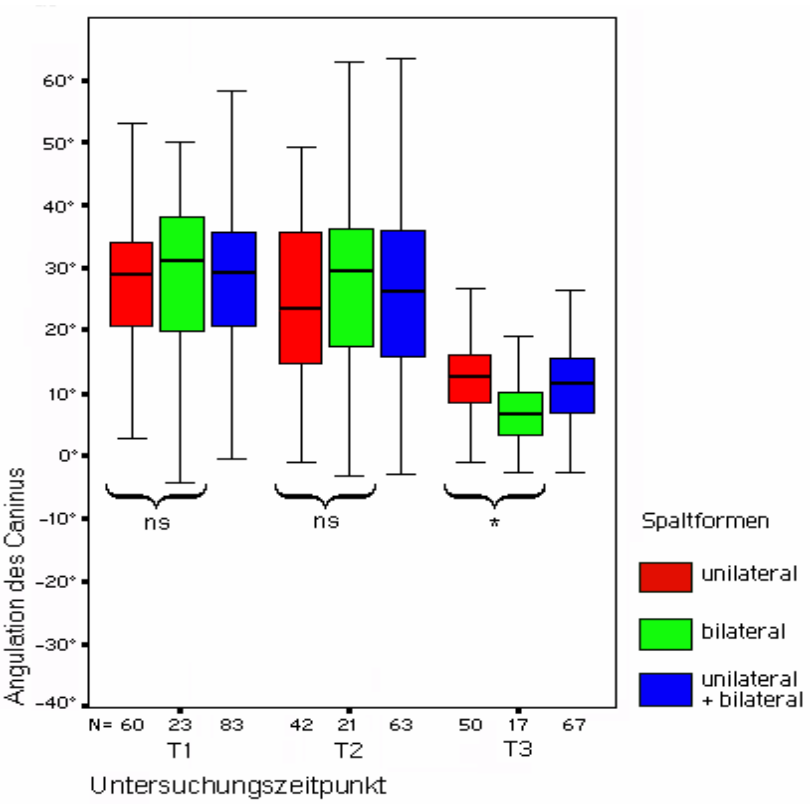

Abb. 5.4: Angulation Caninus, unilateral - bilateral

Die ermittelten Unterschiede zwischen den Werten der uni- und bilateralen Spalten differierten, wie in Tab. 5.1 und Abb. 5.2 - 5.4 ersichtlich. Zum Zeitpunkt T_3 betrug die Differenz der Angulation des mittleren Inzisivus etwa 1°, beim seitlichen Inzisivus 6° und beim Caninus etwa 3,5°. Bei der statistischen Gegenüberstellung der uni- und bilateralen Spalten im Mann-Whitney-U-Test ergab sich nur für den Caninus zum Untersuchungszeitpunkt T_3 eine geringe Signifikanz ($p = 0{,}022$ [*]).
Außer beim Caninus mit einer Abweichung im Mittelwert von unter 4° zum Zeitpunkt T_3 traten also keine statistisch signifikanten Unterschiede auf. Darum zählten bei der weiteren Auswertung die bilateralen Spalten wie zwei unilaterale Spalten.

5.3.1.2 Differenzierung in spaltbenachbarte Zähne im Vergleich mit den Werten der Referenzgruppe

Die Angulation der spaltbenachbarten Zähne näherte sich im Verlauf der Behandlung der Angulation der Referenzgruppe an, erreichte deren Werte jedoch nicht. Zum Zeitpunkt T_3 betrug die Differenz zu den Werten der Referenzgruppe am mittleren Inzisivus noch 9,5°, am seitlichen Inzisivus 3,75° und am Caninus -4° (Tab. 5.2).

Die Messwerte des mittleren Inzisivus und des Caninus wichen zu allen Untersuchungszeitpunkten hochsignifikant von denen der Referenzgruppe ab (Mann-Whitney-U-Test: p = 0,000 [***]). Bei dem lateralen Inzisivus war die Signifikanz deutlich geringer ausgeprägt (T_1 p = 0,041 [*], T_2 p = 0,845 [ns], T_3 p = 0,143 [ns]).

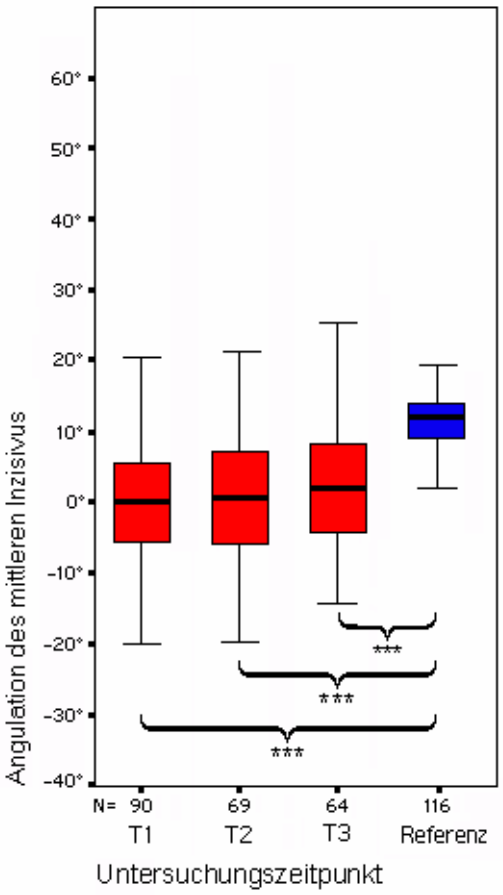

Abb. 5.5: Angulation mittlerer Inzisivus, Zeitpunkt - Referenz

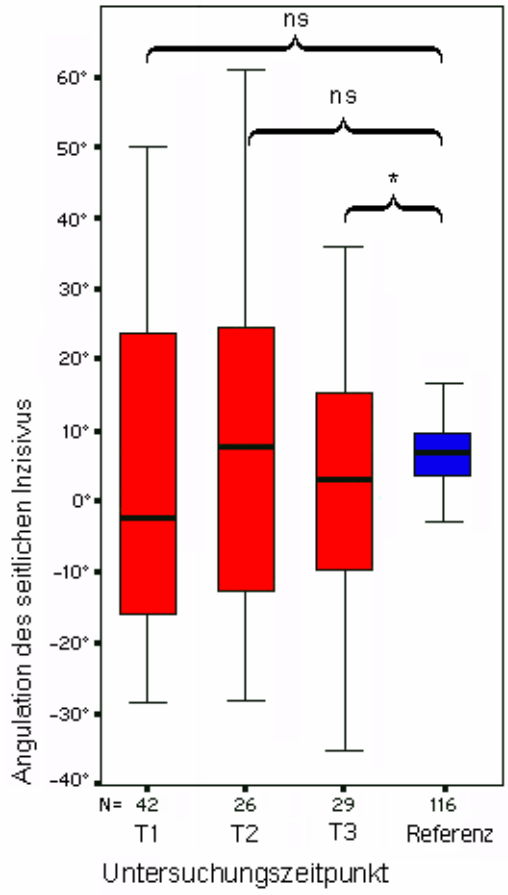

Abb. 5.6: Angulation seitlicher Inzisivus, Zeitpunkt - Referenz

Auch bei der graphischen Darstellung (Abb. 5.5 – 5.7) war deutlich die breitere Streuung der Angulation des lateralen Inzisivus im Vergleich zu der Angulation der restlichen Zähne und die deutliche Annäherung an die Referenzwerte besonders beim Caninus zu bemerken.

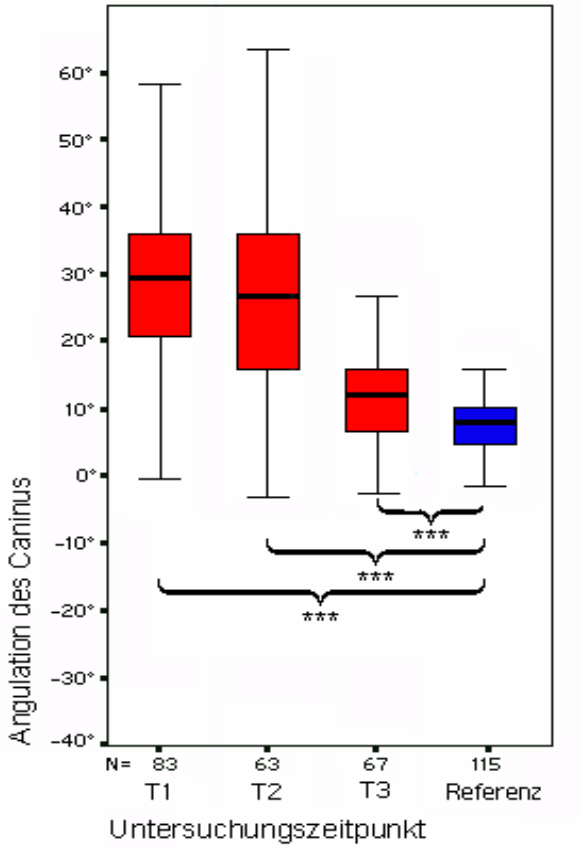

Abb. 5.7: Angulation Caninus, Zeitpunkt - Referenz

		Angulation mittlerer Inzisivus	Angulation seitlicher Inzisivus	Angulation Caninus
T1	Anzahl	90	42	83
	Mittelwert	-0,77° ± 9,79°	2,61° ± 21,70°	27,54° ± 15,14°
	Median	-0,06°	-2,36°	29,37°
T2	Anzahl	69	26	63
	Mittelwert	-0,08° ± 10,63°	7,99° ± 22,89°	25,34° ± 13,99°
	Median	0,72°	7,63°	26,60°
T3	Anzahl	64	29	67
	Mittelwert	2,18° ± 9,06°	3,02° ± 17,41°	11,69° ± 8,28°
	Median	1,98°	3,16°	11,86°
Referenz	Anzahl	116	116	115
	Mittelwert	11,70° ± 3,76°	6,73° ± 4,35°	7,72° ± 3,90°
	Median	12,22°	6,77°	8,12°

Tab. 5.2: Angulation, Zeitpunkte – Referenz

5.3.1.3 Differenzierung des seitlichen Inzisivus entsprechend der Position zur Spalte

Differenzierte man die Werte des lateralen Inzisivus nach der Stellung mesial bzw. distal der Spalte in zwei Gruppen, verringerte sich die Streuung (Abb. 5.8). Lag der seitliche Inzisivus mesial der Spalte, wich die Angulation nach mesial ab (kleinere Werte). Bei der anderen Gruppe ergab sich eine Abweichung nach distal, so dass die Gesamtgruppe wie in 5.3.1.2 beschrieben einen großen Interquartilsabstand aufwies.

Bei der Berechnung des Signifikanzniveaus mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Testes zeigte sich ein hoch signifikanter Unterschied zwischen der Angulation der mesial (x = –8,5°) und distal der Spalte (x = 17,28°) gelegenen seitlichen Inzisivi (T_1 und T_3 p = 0,000 [***], T_2 p = 0,002 [**]).

Zum Zeitpunkt T_3 wich die Angulation der Einzelgruppen auch hoch signifikant von der Angulation der Referenzgruppe ab (mesial p = 0,000 [***], distal p = 0,001 [**]) – wie auch aus Tab. 5.3 und Abb. 5.8 zu ersehen.

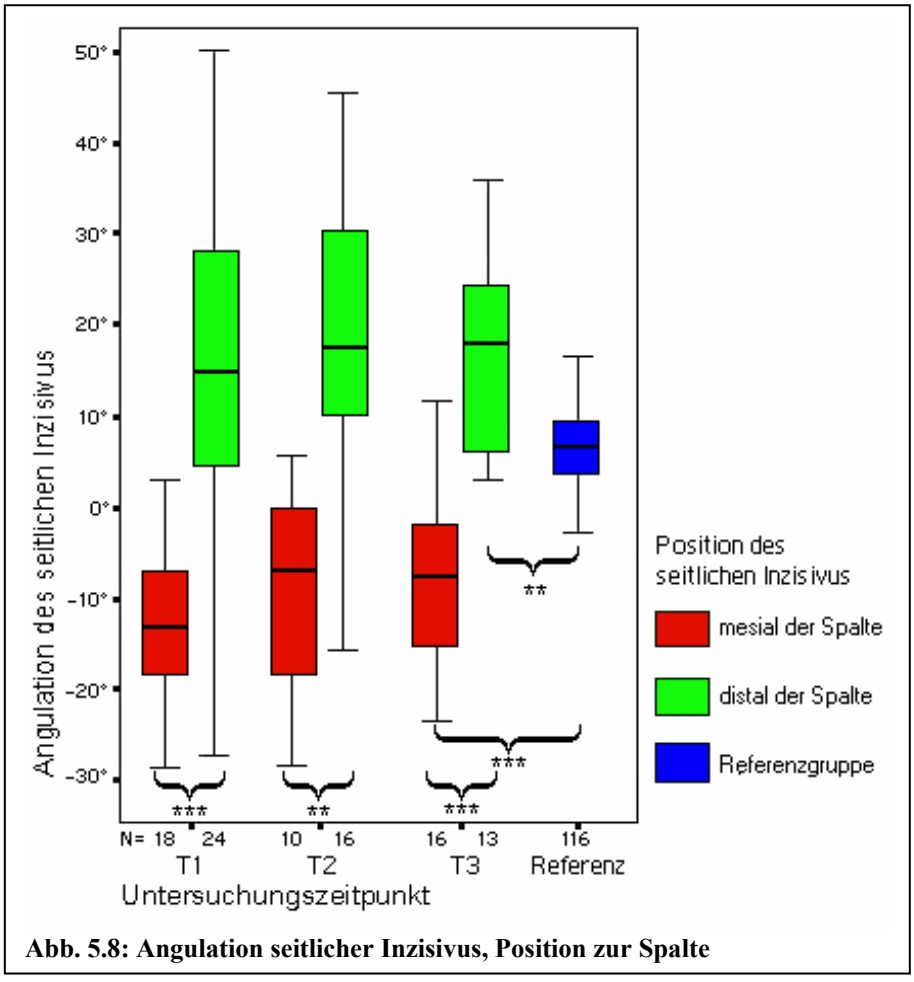

Abb. 5.8: Angulation seitlicher Inzisivus, Position zur Spalte

Zeit	Position des lateralen Inzisivus	N	Mittelwert	Median	Standard-abweichung
T1	mesial	18	-13,53°	-13,15°	9,12°
	distal	24	14,72°	14,87°	20,52°
	Insgesamt	42	2,61°	-2,36°	21,70°
T2	mesial	10	-8,43°	-7,06°	11,47°
	distal	16	18,25°	17,48°	22,41°
	Insgesamt	26	7,99°	7,63°	22,89°
T3	mesial	16	-8,57°	-7,41°	12,21°
	distal	13	17,28°	17,94°	11,02°
	Insgesamt	29	3,02°	3,16°	17,41°
Referenz		116	6,73°	6,77°	4,35°

Tab. 5.3: Angulation seitlicher Inzisivus, Position zur Spalte - Referenz

5.3.1.4 Untersuchung der Spaltseite und der gesunden Seite bei unilateralen Spalten

Analysierte man bei den unilateralen Spalten auch die gesunde Seite, konnte eine geringe Diskrepanz zu den Referenzwerten bemerkt werden. Diese war weniger stark ausgeprägt als die Abweichung der Spaltseite. Im Verlaufe der Behandlung näherten sich auch die Werte der gesunden Seite deutlich denen der Referenzgruppe an, erreichten sie jedoch nicht vollständig (Mittelwert der Gegenseite / Referenz: mittlerer Inzisivus x = 10,82° / 11,70°, seitlicher Inzisivus x = 5,25° / 6,73°, Caninus x = 7,99° / 7,72°). Die Abweichung zur Referenzgruppe bei T_3 stellte sich statistisch nicht signifikant dar (p = 0,387 – 0,593 [ns] nach Mann-Whitney-U). Die Ergebnisse dieses Untersuchungspunktes konnten in Abb. 5.9 – 5.12 anschaulich dargestellt werden.

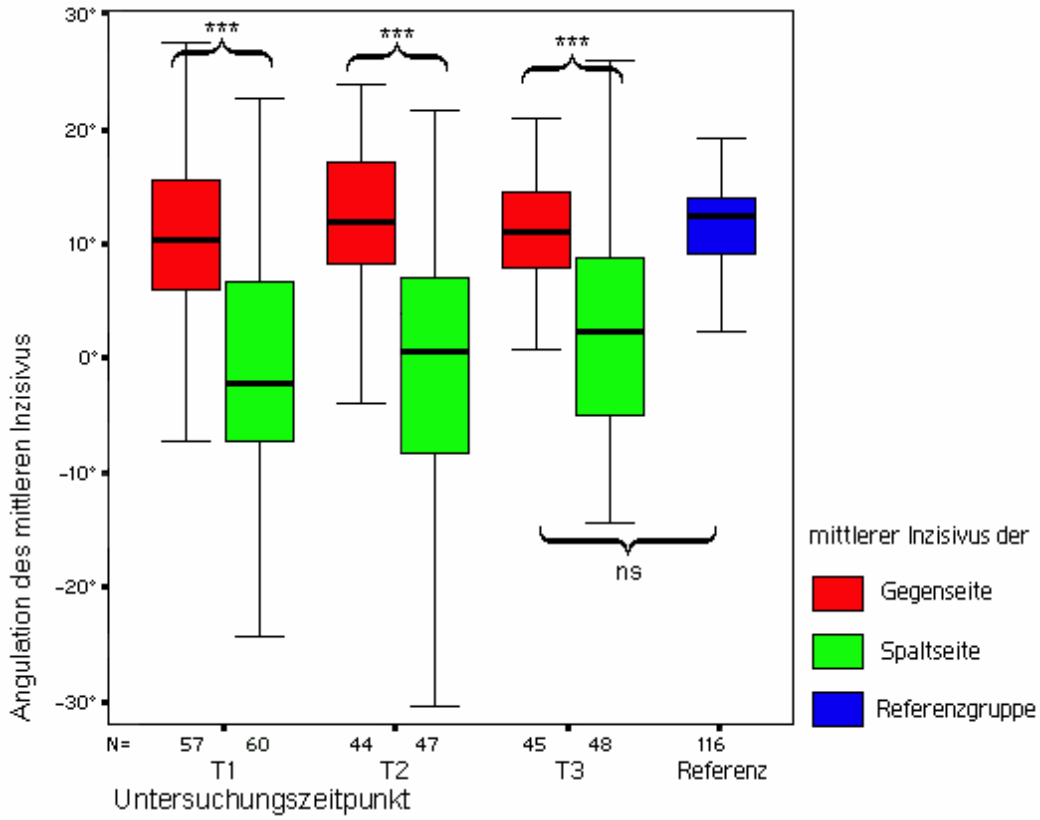

Abb. 5.9: Angulation mittlerer Inzisivus, Spaltseite - Gegenseite

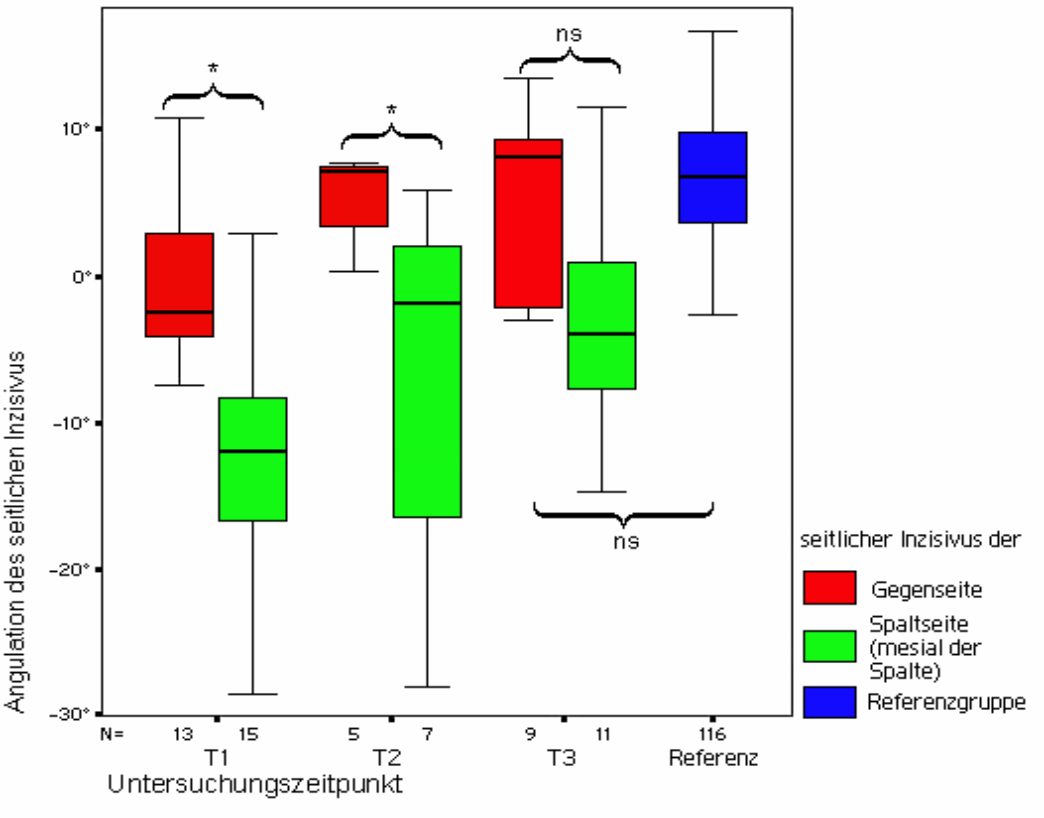

Abb. 5.10: Angulation seitlicher Inzisivus mesial der Spalte, Spaltseite - Gegenseite

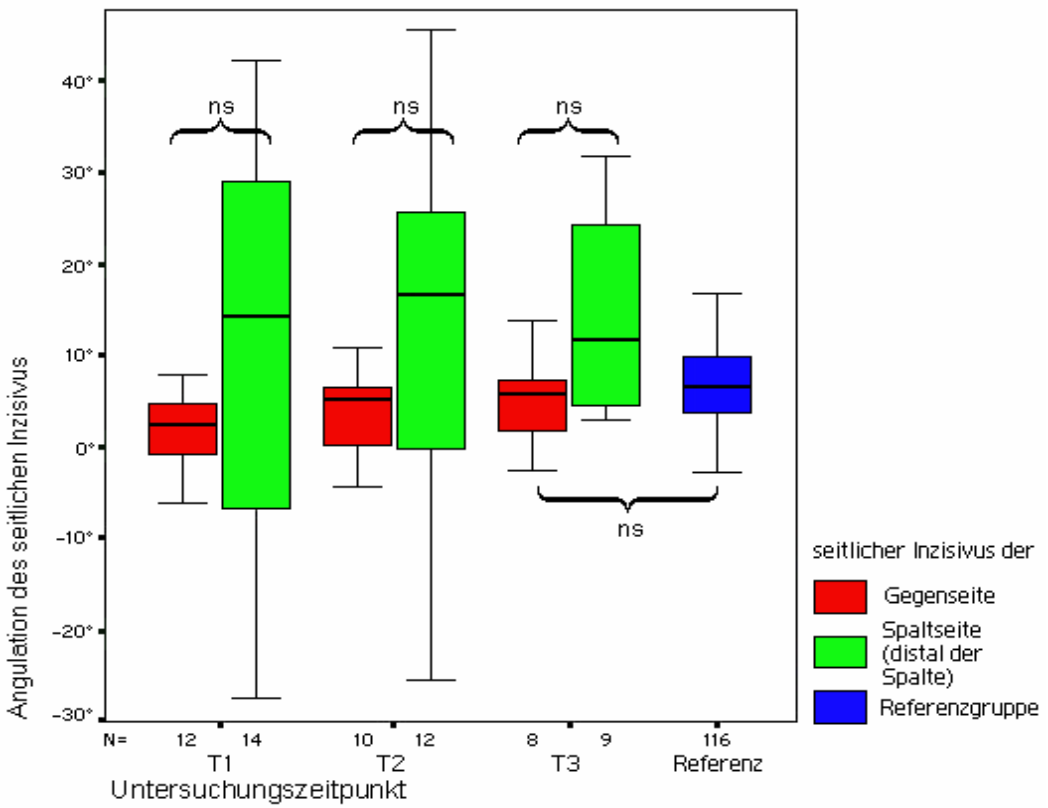

Abb. 5.11: Angulation seitlicher Inzisivus distal der Spalte, Spaltseite - Gegenseite

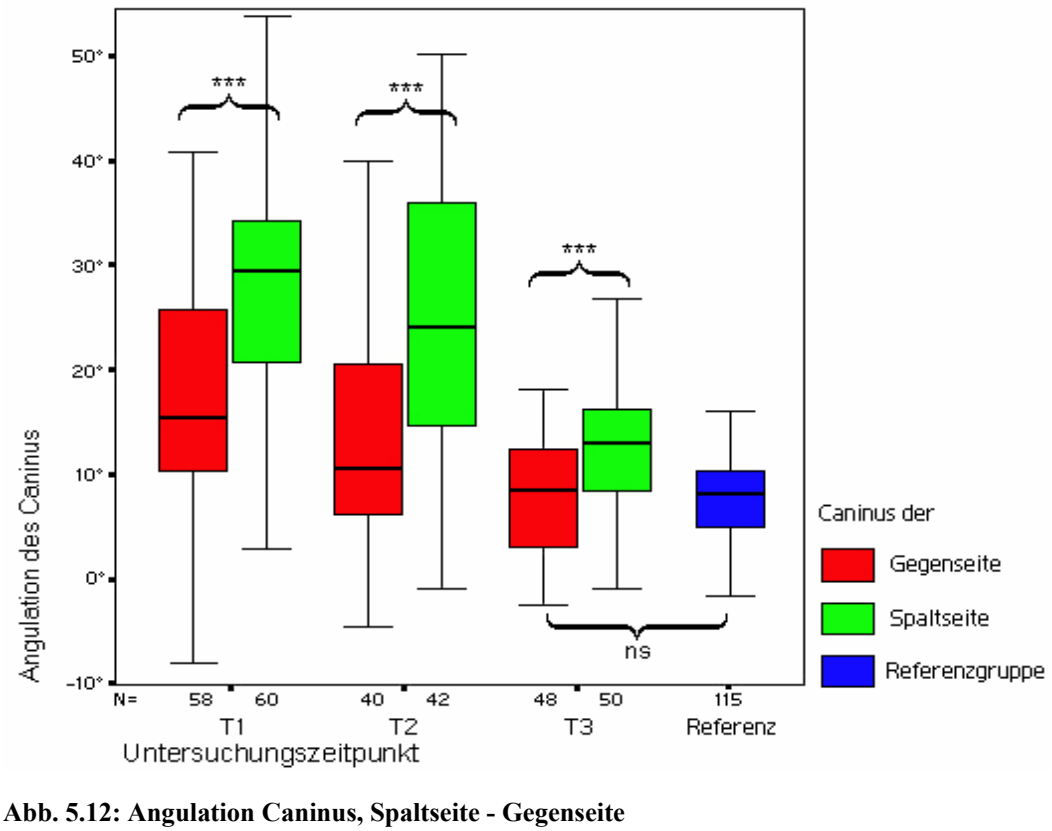

Abb. 5.12: Angulation Caninus, Spaltseite - Gegenseite

5.3.2 Untersuchung der Angulation beim Abschluss der Behandlung

5.3.2.1 Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung oder Lückenschluss)

Zum Abschluss der Behandlung fand eine Untersuchung statt, ob Abweichungen auftraten, wenn der seitliche Inzisivus vorhanden war oder an dieser Stelle ein kieferorthopädischer Lückenschluss oder Lückenöffnung erfolgte.
Die Angulation näherte sich bei Lückenöffnung den Werten der Referenzgruppe an, bei Lückenschluss wich sie am weitesten ab. Am mittleren Inzisivus erreichte die Lückenöffnung die besten Ergebnisse, der Caninus war bei vorhandenem lateralen Inzisivus am besten aufgerichtet.
Die Abweichung der Werte der eingeteilten Gruppen im Vergleich zu denen der Referenzgruppe stellte sich jedoch nicht für alle Zähne als signifikant dar. Ein hochsignifikanter Unterschied ergab sich nur bei den Ergebnissen des mittleren Inzisivus und bei Lückenschlusstherapie ($p = 0{,}000$ [***]).
Für die Gruppe der Lückenöffnung und des vorhandenen Zahnes in der Untersuchung des Caninus zeigten sich die Messwerte denen der Referenzgruppe deutlich angenähert (Referenz: $x = 7{,}72°$, Öffnung: $x = 9{,}68°$, Zahn vorhanden $x = 9{,}28°$).
Zusätzlich fiel auf, dass die Gruppe der Lückenöffnung die breiteste Streuung aufwies, d.h. das sowohl sehr angenäherte als auch sehr stark abweichende Ergebnisse auftraten. Diese sind in Tab. 5.4, Abb. 5.13 und Abb. 5.14 genauer dargestellt.

		Anzahl	Mittelwert	Median	Minimum	Maximum
Lücken-öffnung	Mittl. Inzisivus	27	4,18° ± 10,38°	8,50°	-26,24°	17,99°
	Caninus	27	9,68° ± 10,38°	9,94°	-11,59°	35,92°
Lücken-schluss	Mittl. Inzisivus	24	0,37° ± 8,89°	-1,02°	-13,85°	25,74°
	Caninus	24	15,55° ± 6,36°	15,08°	1,80°	26,86°
Zahn vor-handen	Mittl. Inzisivus	13	1,36 ± 5,48°	3,63°	-9,04°	9,81°
	Caninus	16	9,28 ± 3,97°	8,28°	4,41°	16,26°
Referenz	Mittl. Inzisivus	116	11,7 ± 3,76°	12,22°		
	Caninus	115	7,72 ± 3,90°	8,12°		

Tab. 5.4: Angulation mittlerer Inzisivus / Caninus zum ZeitpunktT_3 seitlicher Inzisivus vorhanden - Therapie bei Fehlen

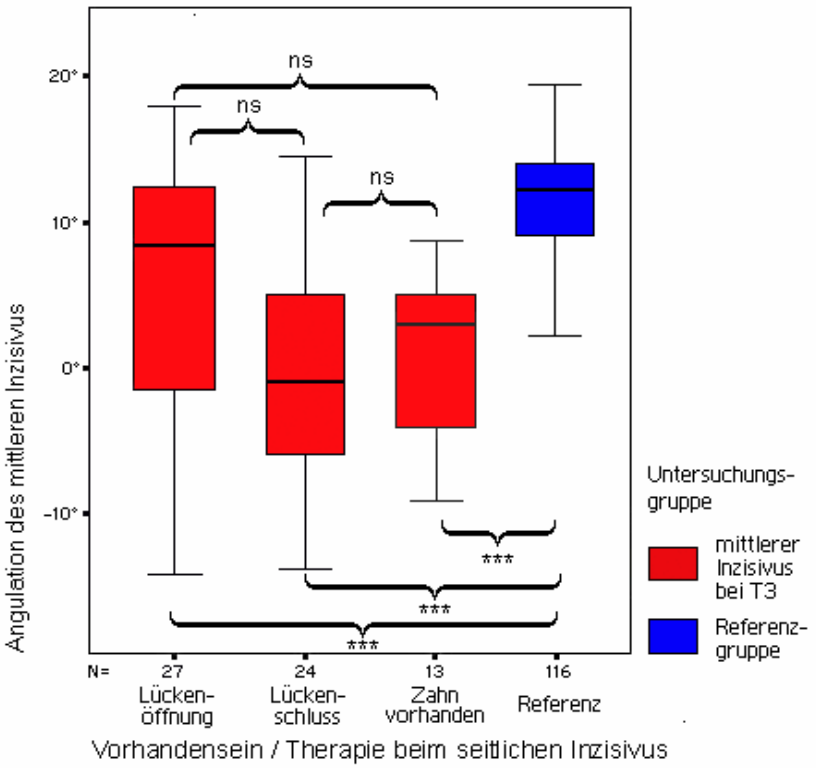

Abb. 5.13: Angulation mittlerer Inzisivus, seitlicher Inzisivus vorhanden - Therapie bei Fehlen

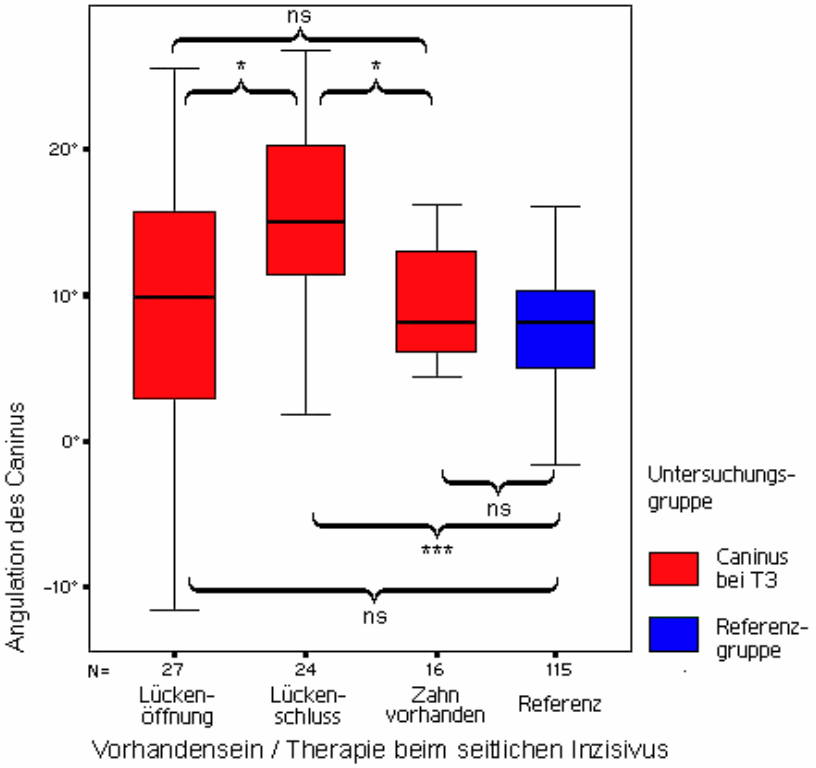

Abb. 5.14: Angulation Caninus, seitlicher Inzisivus vorhanden - Therapie bei Fehlen

5.3.2.2 Untersuchung der Abweichungen zur Referenzgruppe

Innerhalb der Differenzierung nach verschiedenen Therapieformen erfolgte eine Abweichungsanalyse des jeweiligen mesial und distal der Spalte gelegenen Zahnes zum dazugehörenden Referenzwert. Bei den ermittelten Ergebnissen ergab sich folgendes Bild (Tab. 5.5, Abb. 5.15, Abb. 5.16):

- Die Abweichung zeigte immer mit der Wurzelspitze von der Spalte weg.
- Der laterale Inzisivus mesial der Spalte wies die größte Diskrepanz auf.
- Bei Lückenöffnung und vorhandenem seitlichen Inzisivus zeigte der Caninus den geringsten Unterschied.
- Befand sich die Spalte zwischen dem mittleren und seitlichen Inzisivus, konnte eine gleich ausgeprägte Abweichung nach mesial und distal festgestellt werden.
- Ansonsten trat mesial eine größere Achsabweichung auf.

		N	Mesialer Zahn			Distaler Zahn		
				Referenzwert	Differenz		Referenzwert	Differenz
Mittl. Inzisivus (Zahn da) – Seitl. Inzisivus (distal der Spalte)	Mittelwert	13	1,36° ± 5,48°	11,7° ± 3,76°	**-10,34°**	17,28° ± 11,02°	6,73° ± 4,35°	**10,55°**
	Median		3,36°	12,22°	**-8,86°**	17,94°	6,77°	**11,17°**
Mittl. Inzisivus (Schluss) – Caninus (Schluss)	Mittelwert	24	0,37° ± 8,89°	11,7° ± 3,76°	**-11,33°**	15,55° ± 6,36°	7,72° ± 3,90°	**7,83°**
	Median		-0,02°	12,22°	**-13,24°**	15,08°	8,12°	**6,96°**
Mittl. Inzisivus (Öffnung) – Caninus (Öffnung)	Mittelwert	27	4,18° ± 10,38°	11,7° ± 3,76°	**-7,52°**	9,68° ± 10,38°	7,72° ± 3,90°	**1,96°**
	Median		8,50	12,22	**-3,72**	9,94	8,12	**1,82°**
Seitl. Inzisivus (mesial der Spalte) – Caninus (Zahn da)	Mittelwert	16	-8,57° ± 12,21°	6,73° ± 4,35°	**-15,3°**	9,28° ± 3,97°	7,72° ± 3,90°	**1,56°**
	Median		-7,41°	6,77°	**-14,18°**	8,28°	8,12°	**0,16°**

Tab. 5.5: Abweichung zum Referenzwert der Angulation

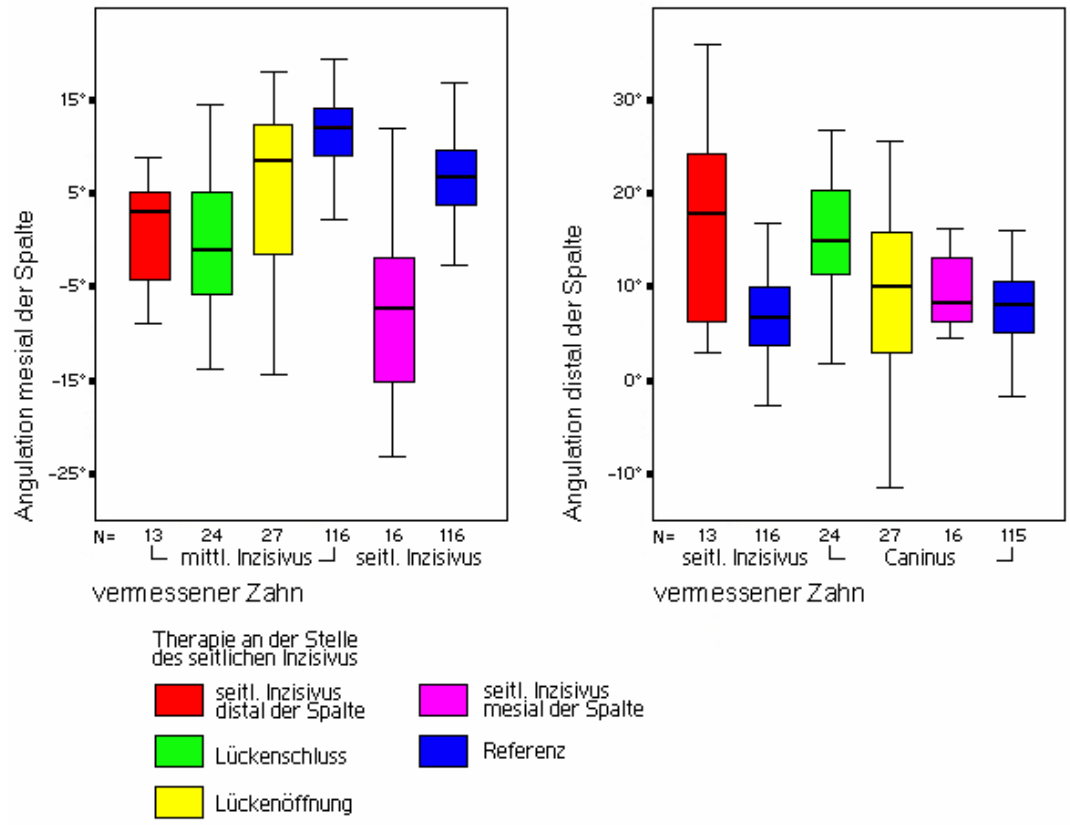

Abb. 5.15: Angulation mesial und distal der Spalte

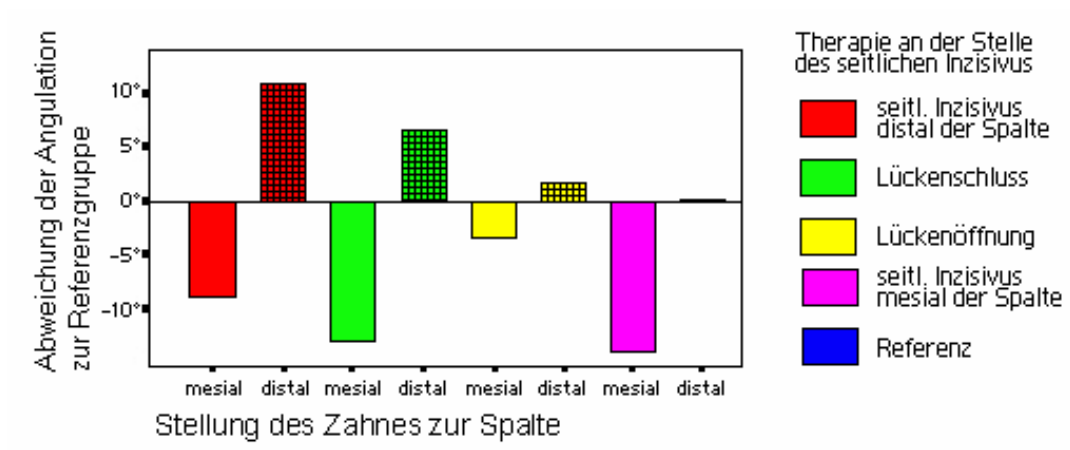

Abb. 5.16: Abweichung der Angulation zur Referenzgruppe

5.4 UNTERSUCHUNG DER KNOCHENHÖHE IM BEREICH DES KNÖCHERNEN ATTACHMENTS

Die Knochenhöhe wurde mesial und distal der Spalte als Höhe des knöchernen Attachments der spaltbenachbarten Zähne ausgewertet. Die Auswertung erfolgte differenziert als mesiale (der jeweilige mittlere oder seitliche Inzisivus) und distale Höhe des Attachments (der jeweilige seitliche Inzisivus oder Caninus). Zusätzlich fand eine weitere Aufteilung zum einen nach dem Zeitpunkt der Untersuchung, zum anderen nach der Therapie im Bereich des lateralen Inzisivus statt.

5.4.1 Untersuchung der Höhe des knöchernen Attachments im Zeitverlauf

5.4.1.1 Differenzierung in unilaterale und bilaterale Spalten

Wie bei der Beurteilung der Angulation ergab sich auch bei der Untersuchung der Höhe des knöchernen Attachments (Tab. 5.6) keine statistisch signifikante Abweichung zwischen unilateralen und bilateralen Spalten. Beim Mann-Whitney-U-Test betrug das Signifikanzniveau zum Zeitpunkt T_3 mesial der Spalte $p = 0{,}688$ [ns] und distal $p = 0{,}296$ [ns]. Deshalb erfolgte die weitere Auswertung mit der Summe aller Spalten.

		Unilaterale Spalten			Bilaterale Spalten			Gesamtgruppe		
		N	Mittel-wert	Median	N	Mittel-wert	Median	N	Mittel-wert	Median
T3	Knochen-höhe mesial	54	77% ± 15%	80%	20	78% ± 16%	85%	74	78% ± 16%	81%
	Knochen-höhe distal	57	86% ± 10%	87%	22	87% ± 15%	91%	79	86% ± 12%	88%

Tab. 5.6: Höhe des knöchernen Attachments, unilateral - bilateral

5.4.1.2 Differenzierung in mesiale und distale spaltbenachbarte Zähne

Zum Zeitpunkt T_1 und T_2 ergaben sich Werte oberhalb von 100 % für die Höhe des knöchernen Attachments im Verhältnis zur Wurzellänge. Dies zeigte sich - wie in Abb. 5.10 ersichtlich - distal der Spalte besonders ausgeprägt. Ein Grund für ein höheres knöchernes Attachment bildete das Auffüllen der Spalte im Überschuss. Des weiteren durfte der Caninus gemäß definierter Auswahlkriterien zum Zeitpunkt der Osteoplastik noch nicht durchgebrochen sein, sollte also mit noch nicht vollständig ausgebildeter Wurzel oberhalb der aufgefüllten Spalte liegen. Deshalb erfolgte die weitere Auswertung zum Zeitpunkt T_3.

Die Werte des knöchernen Attachments an der distalen Spaltseite zeigten sich besser ausgeprägt als auf der mesialen Spaltseite.

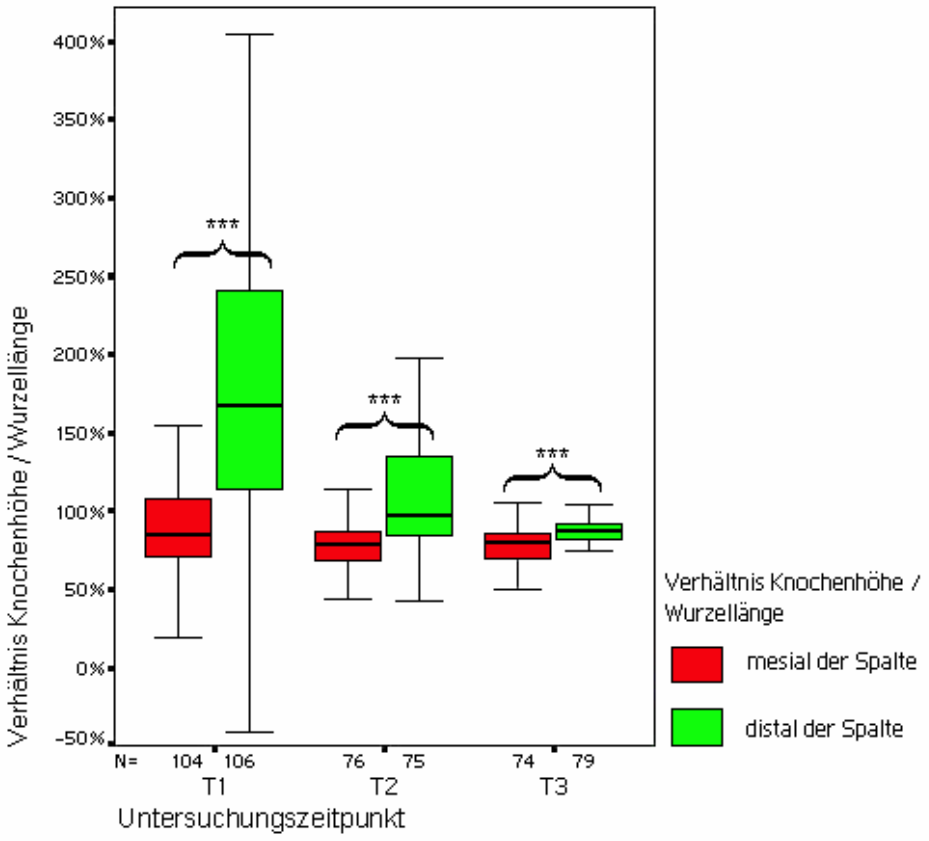

Abb. 5.17: Höhe des knöchernen Attachments mesial – distal der Spalte

5.4.2 Untersuchung der Höhe des knöchernen Attachments bei Abschluss der Behandlung

5.4.2.1 Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung oder Lückenschluss)

Auch hier ergab sich am distal der Spalte gelegenen Zahn eine ausgeprägtere Höhe des knöchernen Attachments (im Verhältnis zur Wurzellänge). Diese Abweichungen stellten sich hochsignifikant dar (Wilcoxon-Test: p = 0,000 [***]).
Es konnte innerhalb der Gruppen jedoch kein signifikanter Unterschied zwischen Lückenschluss, Lückenöffnung oder vorhandenem seitlichen Inzisivus festgestellt werden (Tab. 5.7, Abb. 5.18).

Testverfahren		Signifikanzniveau p	
		mesial	distal
Mann-Whitney-U	Lückenöffnung / Lückenschluss	0,234	0,180
	Lückenschluss / Zahn vorhanden	0,528	0,683
	Lückenöffnung / Zahn vorhanden	0,153	0,341
Kruskal-Wallis	Lückenöffnung / Lückenschluss / Zahn vorhanden	0,276	0,377

Tab. 5.7: Signifikanzniveau bei Aufteilung nach seitlichem Inzisivus

Auf der mesialen Spaltseite wies das knöcherne Attachment bei Lückenöffnung die geringste Höhe auf, bei vorhandenem seitlichen Inzisivus war sie am deutlichsten ausgeprägt (Abb. 5.18). Im Bereich der distalen Höhe des Attachments zeigte sich, wie aus Tab. 5.8 zu erkennen, innerhalb der drei Gruppen eine geringere Abweichung der Werte (Median: distal 87 % – 90 %, mesial 77 % – 84 %).

		T3 mesiales Attachment	T3 distales Attachment
Lücken-öffnung	N	26	29
	Mittelwert	75%	88%
	Median	77%	90%
	Standard-abweichung	16%	12%
Lücken-schluss	N	22	24
	Mittelwert	79%	85%
	Median	82%	87%
	Standard-abweichung	15%	13%
Zahn vorhanden	N	26	26
	Mittelwert	79%	86%
	Median	84%	87%
	Standard-abweichung	16%	10%

Tab. 5.8: Höhe des knöchernen Attachments mesial / distal Therapie am seitlichen Inzisivus

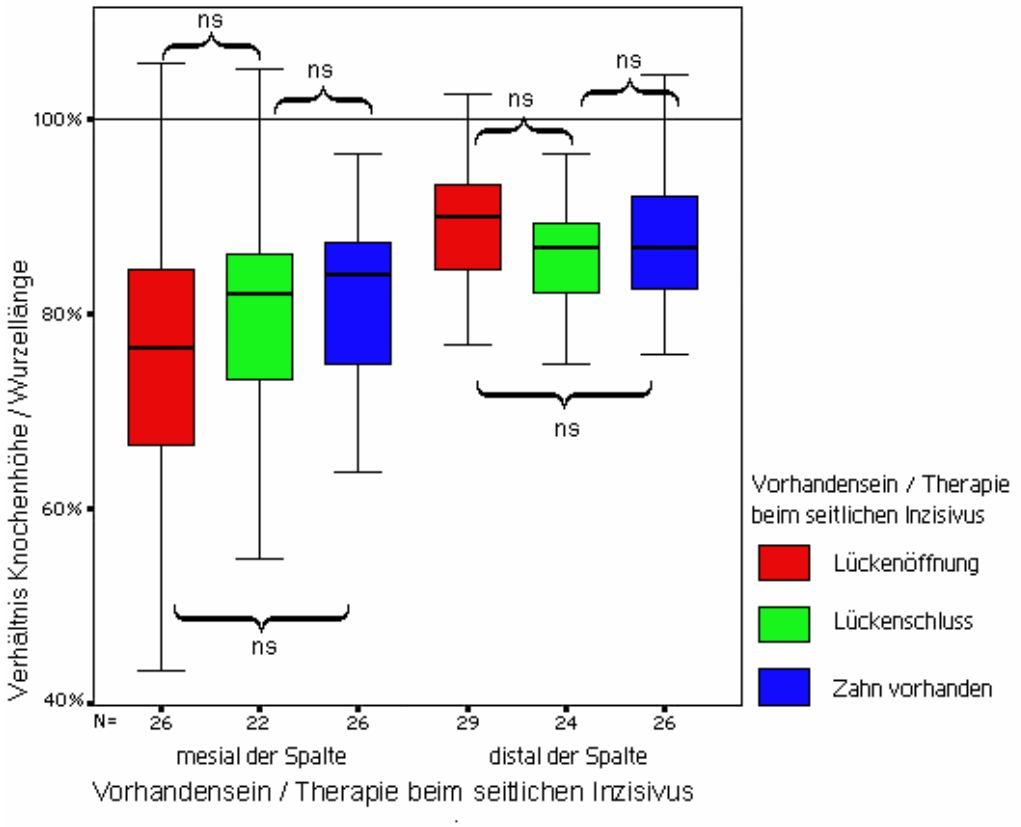

Abb. 5.18: Höhe des knöchernen Attachments, Therapie am seitlichen Inzisivus

5.4.2.2 Differenzierung nach spaltständigem Zahn

Am mittleren Inzisivus war die Höhe des knöchernen Attachments minimal geringer ausgebildet als am mesial der Spalte gelegenen seitlichen Inzisivus, dieser Unterschied zeigte sich jedoch nicht signifikant (p = 0,595 [ns] im Mann-Whitney-U-Test). Die Höhe des knöchernen Attachments am distal der Spalte gelegenen lateralen Inzisivus stellte sich statistisch signifikant (p = 0,005 [**]) geringer dar als am Caninus.

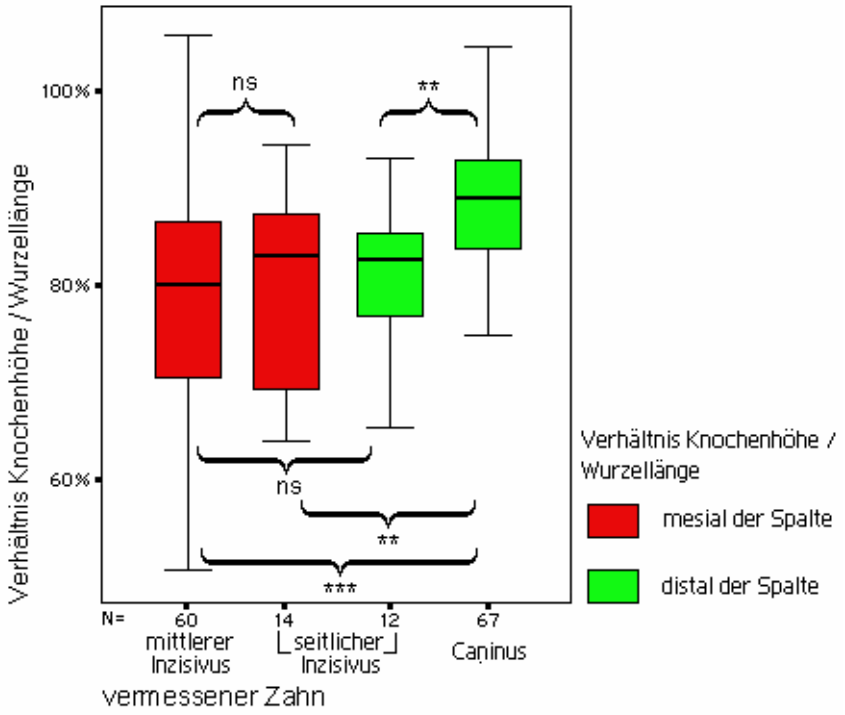

Abb. 5.19: Höhe des knöchernen Attachments, vermessener Zahn

5.5 TIEFE DER EINZIEHUNG DER ALVEOLARFORTSATZHÖHE IM SPALTBEREICH VON ORAL UND VON NASAL

5.5.1 Untersuchung der Einziehung im Zeitverlauf

5.5.1.1 Differenzierung in unilaterale und bilaterale Spalten

Die tiefste Einziehung im Bereich der Spalte wurde wie auch die Höhe des knöchernen Attachments auf Unterschiede zwischen unilateralen und bilateralen Spalten analysiert (s. Tab. 5.9). Es ließ sich ebenfalls keine statistisch signifikante Abweichung feststellen (Mann-Whitney-U-Test zum Zeitpunkt T_3: von oral $p = 0{,}429$ [ns], von nasal $p = 0{,}135$ [ns]). Deshalb erfolgte die weitere Auswertung mit der Zusammenfassung aller Spalten.

		Unilaterale Spalten			Bilaterale Spalten			Gesamtgruppe		
		N	Mittelwert	Median	N	Mittelwert	Median	N	Mittelwert	Median
T3	von oral	57	15,56 mm ± 4,35 mm	14,81 mm	19	16,46 mm ± 5,01 mm	15,51 mm	76	15,78 mm ± 4,64 mm	14,82 mm
	von nasal	57	26,42 mm ± 4,20 mm	26,89 mm	19	24,91 mm ± 5,13 mm	23,91 mm	76	26,04 mm ± 4,46 mm	26,30 mm

Tab. 5.9: Einziehung der Alveolarfortsatzhöhe, unilateral - bilateral

5.5.1.2 Untersuchung der oralen und nasalen Einziehung und der bestehenden Knochenbrücke

Bei der Beurteilung der Alveolarfortsatzhöhe im Spaltbereich wurden die tiefsten Punkte nasal und oral markiert und anschließend abhängig vom Untersuchungszeitpunkt ausgewertet. Es ließ sich im Verlauf der Behandlung eine geringe Vertiefung der Spalte sowohl von oral als auch von nasal und eine Verringerung der Streuung erkennen, die Werte näherten sich hierbei dem Mittelwert an. Auch an der Knochenbrücke - also der

Differenz der Einziehungen - bemerkte man im Verlaufe der Therapie eine Reduzierung des ehemaligen Transplantatmaterials (s. Abb. 5.20, Tab. 5.10).

Die Veränderung im Zeitverlauf stellte sich im Kruskal-Wallis-Test jedoch als nur gering statistisch signifikant heraus (Signifikanzniveau bei der oralen Einziehung p = 0,025 [*], nasalen Einziehung p = 0,517 [ns]).

Untersuchungs-zeitpunkt		Tiefe oral	Tiefe nasal	Knochen-brücke
T1	N	95	95	95
	Mittelwert	13,75 mm ± 6,48 mm	27,04 mm ± 5,34 mm	13,29 mm ± 6,08 mm
	Median	13,48 mm	26,65 mm	12,68 mm
T2	N	78	78	78
	Mittelwert	15,99 mm ± 4,96 mm	26,72 mm ± 4,54 mm	10,73 mm ± 4,98 mm
	Median	14,74 mm	26,42 mm	11,11 mm
T3	N	76	76	76
	Mittelwert	15,78 mm ± 4,64 mm	26,04 mm ± 4,46 mm	10,22 mm ± 4,51 mm
	Median	14,82 mm	26,30 mm	9,85 mm

Tab. 5.19: Einziehung der Alveolarfortsatzhöhe, Zeitpunkte

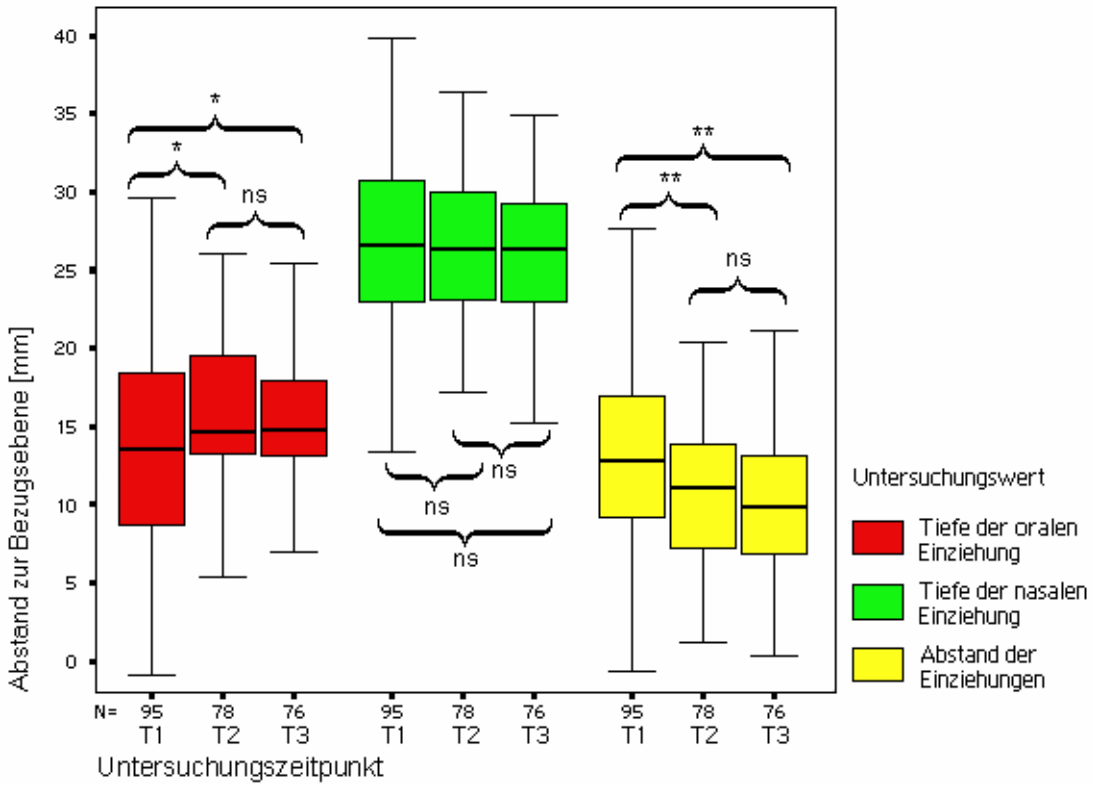

Abb. 5.20: Einziehung der Alveolarfortsatzhöhe, Zeitpunkte

5.5.2 Untersuchung der Alveolarfortsatzhöhe bei Abschluss der Behandlung

5.5.2.1 Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung oder Lückenschluss)

Sowohl die Höhe der Knochenbrücke als auch die Tiefe der nasalen und oralen Einziehung zeigten sich bei Lückenöffnung geringfügig schlechter ausgebildet als bei Lückenschluss. Mit einem geringen Unterschied erschienen die Werte für den vorhandenen seitlichen Inzisivus am deutlichsten ausgeprägt (Tab. 5.11, Abb. 5.14). Innerhalb dieser Differenzen ergab sich jedoch keine statistische Signifikanz (Kruskal-Wallis-Test: p = 0,612 [ns] für die Tiefe der oralen Einziehung, p = 0,598 [ns] für die nasale Einziehung, p = 0,584 [ns] für die Knochenbrücke).

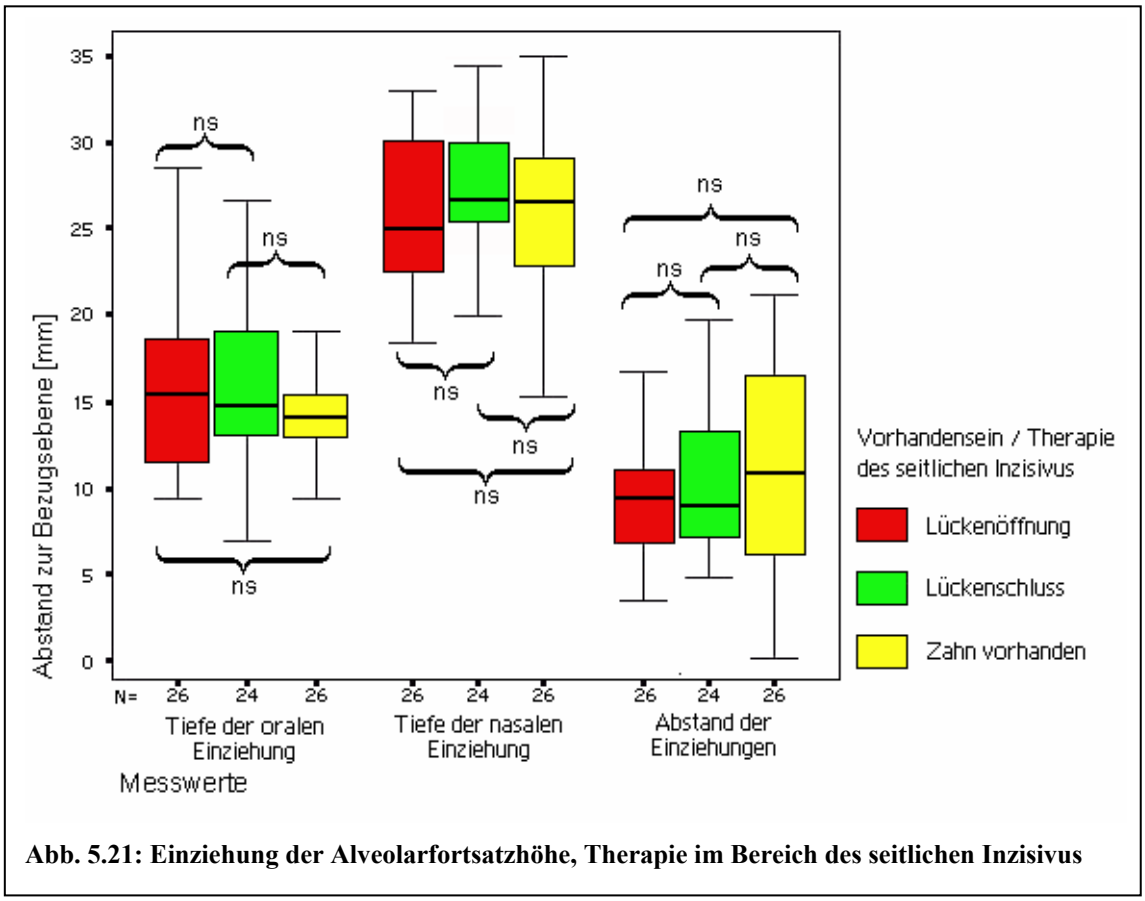

Abb. 5.21: Einziehung der Alveolarfortsatzhöhe, Therapie im Bereich des seitlichen Inzisivus

		Tiefe oral	Tiefe nasal	Knochen-brücke
Lücken-öffnung	N	26	26	26
	Mittelwert	16,30 mm ± 5,38 mm	25,57 mm ± 4,69 mm	9,27 mm ± 3,37 mm
	Median	15,49 mm	25,03 mm	9,50 mm
Lücken-schluss	N	24	24	24
	Mittelwert	16,14 mm ± 5,16 mm	26,62 mm ± 4,28 mm	10,48 mm ± 4,22 mm
	Median	14,87 mm	26,80 mm	9,08 mm
Zahn vor-handen	N	26	26	26
	Mittelwert	14,94 mm ± 3,16 mm	25,98 mm ± 4,51 mm	10,91 mm ± 5,63 mm
	Median	14,14 mm	26,69 mm	10,88 mm

Tab. 5.11: Einziehung der Alveolarfortsatzhöhe, Therapie im Bereich des seitlichen Inzisivus

5.6 WURZELLÄNGE BEI SPALTBENACHBARTEN ZÄHNEN

5.6.1 Untersuchung der Wurzellänge im Zeitverlauf

Bei der Untersuchung der Länge der Wurzel erkannte man für den Caninus eine Vergrößerung des Verhältnisses zwischen Wurzellänge und Kronenlänge von 148 % auf 215 %, was dem Wachstum der Wurzel entsprach. Diese Veränderung im Sinne eines normalen Wachstums stellte sich statistisch signifikant dar (Kruskal-Wallis-Test $p = 0{,}000$ [***]). Auch beim lateralen Inzisivus ergab sich für das Verhältnis zwischen Wurzel- und Kronenlänge eine Vergrößerung im Verlauf der Zeit (x = 152 % – 179 %) mit einer statistischen Signifikanz von $p = 0{,}031$ [*]. Bei dem mittleren Inzisivus gab es eine minimale Verringerung des Verhältnisses (Median: 169 % - 166 %), die jedoch statistisch nicht signifikant erschien (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0{,}899$ [ns]). Es ließen sich also keine Anzeichen von Wurzelresorptionen erkennen. Jedoch konnten bei der Vermessung der Röntgenbilder in Einzelfällen Wurzelresorptionen an unterschiedlichen Zähnen festgestellt werden (Abb. 8.2).

	Mittl. Inzisivus			Seitl. Inzisivus			Caninus		
	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3	T_1	T_2	T_3
Mittelwert	168 %	169 %	168 %	152 %	163 %	179 %	148 %	183 %	215 %
Median	169 %	170 %	166 %	148 %	173 %	172 %	144 %	181 %	212 %
Standard-abweichung	29 %	27 %	32 %	43 %	43 %	36 %	49 %	38 %	32 %

Tab. 5.12: Verhältnis Wurzellänge / Kronenlänge, Zeitpunkte

5.6.2 Untersuchung der Wurzellänge bei Abschluss der Behandlung

5.6.2.1 Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung oder Lückenschluss)

Zum Zeitpunkt T_3 gab es für die Länge der Wurzel des mittleren Inzisivus im Verhältnis zu dessen Kronenlänge keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Lückenöffnung, Lückenschluss und vorhandenem seitlichen Inzisivus (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0{,}585$ [ns]).

Dasselbe galt für den Caninus (Kruskal-Wallis-Test: $p = 0{,}607$ [ns]).

	Mittlerer Inzisivus			Caninus		
	Lücken-öffnung	Lücken-schluss	Zahn vor-handen	Lücken-öffnung	Lücken-schluss	Zahn vor-handen
Mittelwert	175 %	161 %	169 %	219 %	214 %	209 %
Median	168 %	166 %	157 %	215 %	213 %	202 %
Standard-abweichung	34 %	30 %	33 %	39 %	27 %	24 %

Tab. 5.13: Verhältnis Wurzellänge / Kronenlänge, Therapie des seitlichen Inzisivus

6 DISKUSSION

6.1 MATERIAL UND METHODE

6.1.1 Auswahlkriterien

Bei der Auswahl der Patienten galt ein Operationsalter von 8 – 13 Jahren als Auswahlkriterium. Zwischen 1976 und 1990 wurden auch etliche Patienten mit derselben Methodik und vom selben Operationsteam, jedoch im Sinne einer späten sekundären oder tertiären Osteoplastik (also nach Durchbruch des Caninus) behandelt. Bei diesen Patienten erfolgte die Osteoplastik in einem anderen Wachstumsalter. Sie erhielten in den meisten Fällen eine länger andauernde und intensivere kieferorthopädische Vorbehandlung, und nach der Osteoplastik kam eine kieferorthopädische Behandlung im Sinne einer Erwachsenentherapie zur Anwendung. All diese Faktoren hätten die Ergebnisse der Studie beeinflusst, darum fand diese Patientengruppe in der vorliegenden Studie keine Berücksichtigung. Es ist jedoch geplant, dieses Patientenkollektiv in einer weiteren Studie gesondert zu untersuchen und mit den vorliegenden Ergebnissen zu vergleichen.

6.1.2 Untersuchungsmaterialien

6.1.2.1 Auswahl der Untersuchungsmaterialien

Die Analyse der Wertigkeit der spaltständigen Zähne bildete das Ziel der Studie. Als Kriterien für die Wertigkeit aus kieferorthopädischer Sicht galten:

- Vorkommen von Zahnunterzahlen im Bereich der Spalte durch Aplasie oder Extraktion
- Minderwertigkeit der Zähne durch Hypoplasie

- Vollständige Aufrichtung der Zahnachsen oder Achsabweichungen mit Kippung der Zähne
- Ausbildung des Knochens im Spaltbereich sowohl im Bereich des knöchernen Attachments als auch in Form von Knocheneinziehungen im Alveolarfortsatz
- Wurzelresorptionen.

Hierzu erfolgte die Untersuchung der Zahn- und Knochenstrukturen der Spaltregion zu verschiedenen Zeitpunkten (von der Osteoplastik bis zum Abschluss der kieferorthopädischen Therapie).

Für diese Anforderung stellten Röntgenbilder die aussagekräftigsten Untersuchungsmaterialien dar. Eine klinische Untersuchung hätte weder für die Untersuchung der Knochenstruktur noch für die Bewertung der Zahnachsen oder von Wurzelresorptionen eine zusätzliche Informationsquelle bedeutet.

Um einheitliche Röntgenbilder auch während der vergangenen Therapie als Bewertungsgrundlage heranzuziehen, erfolgte die Auswahl von Orthopantomogrammen der Patienten.

Für diese Vorgehensweise sprachen folgende Gründe:

- Diese Röntgenbilder entstanden routinemäßig sowohl bei der Operationsplanung als auch als diagnostisches Mittel bei der kieferorthopädischen Therapie und zur Verlaufskontrolle. So konnte auf vorhandene Röntgenunterlagen zurückgegriffen werden, es waren keine zusätzlichen Röntgenaufnahmen für diese Studie notwendig.
- Es war nur beim Orthopantomogramm möglich, die Angulation der Zähne in Bezug zu einer „Okklusionsebene“ oder Bezugsebene in derselben Aufnahme zu untersuchen.
- Als Alternative zum Orthopanthomogramm kamen zur Bewertung der Strukturen im Bereich der Spalte auch Zahnfilme der Region in Frage.
  Jedoch konnte es bei der Anfertigung dieser Röntgenbilder durch geringfügige Unterschiede in der Einstellung von Tubus und Film zu deutlichen Vergrößerungen oder Verkleinerungen kommen, teils sogar zu Verzerrungen.

- Beim Orthopantomogramm auftretende Größenveränderungen durch Verschiebung der zu untersuchende Struktur zur Fokusebene liegen nach TRONJE et al. im Bereich von 10 % [103]. Jedoch sollten Vermessungen auf die Vertikale beschränkt werden, da horizontale Strecken größere Ungenauigkeiten aufweisen [103, 112]. Durch die Verhältnisbildung verschiedener eng benachbarter Strecken konnten die Größenveränderungen ausgeglichen werden. Denn nach TRONJE et al. ist die reale Strecke außerhalb der Focusebene (Δr) und mit einer Inklination zur Filmebene (γ) und das daraus resultierende Verhältnis folgendermaßen definiert [103]:

$$h_{fA} = \frac{Ah_{OA}\sin\alpha}{(D+\Delta r+h_{OA}\cos(\alpha+\beta))\cos\beta}$$

$$\frac{h_{fA}}{h_{fB}} = \frac{\left(\frac{Ah_{OA}\sin\alpha}{(D+\Delta r+h_{OA}\cos(\alpha+\beta))\cos\beta}\right)}{\left(\frac{Ah_{OB}\sin\alpha}{(D+\Delta r+h_{OB}\cos(\alpha+\beta))\cos\beta}\right)}$$

$$\frac{h_{fA}}{h_{fB}} = \frac{Ah_{OA}\sin\alpha(D+\Delta r+h_{OB}\cos(\alpha+\beta))\cos\beta}{Ah_{OB}\sin\alpha(D+\Delta r+h_{OA}\cos(\alpha+\beta))\cos\beta}$$

$$\frac{h_{fA}}{h_{fB}} = \frac{h_{OA}}{h_{OB}}\frac{D+\Delta r+h_{OB}\cos(\alpha+\beta)}{D+\Delta r+h_{OA}\cos(\alpha+\beta)} = \frac{h_{OA}}{h_{OB}}\frac{D+\Delta r+h_{OB}\sin(\gamma)}{D+\Delta r+h_{OA}\sin(\gamma)}$$

Hierbei gilt h_{fA}, h_{fB} = gemessene Strecke von A bzw. B

h_{OA}, h_{OB} = reale Strecke von A bzw. B

D = Abstand zwischen Strahlenquelle und Focusebene

Δr = Abstand zwischen Focusebene und dem Ausgangspunkt von A bzw. B

γ = Winkel zwischen A bzw. B und der Filmebene.

Insofern ist das Verhältnis der realen Strecken direkt proportional zum Verhältnis der gemessenen Strecken.

Auch Winkelmessungen können nach FRYKHOLM et al. und diversen Folgestudien auf 5° genau bestimmt werden, selbst wenn das vermessene Objekt bis zu 5 mm außerhalb der Focusebene oder mit einer bucco-lingualen Inklination zwischen 45° und 110° platziert ist [34, 96, 97, 104, 112].

Im Rahmen der beschriebenen Messfehler gelten Vermessungen im Orthopantomogramm als zuverlässig [3, 34, 96, 97, 100, 103, 104, 112].

- Ein Nachteil bei der Beurteilung der Orthopantomogramme bildete die Überlagerung der Strukturen im Frontzahnbereich durch die Wirbelsäule. Dadurch erschwerte sich das Bestimmen der Messpunkte. Beim Einscannen der Röntgenunterlagen wurde die Darstellung im Frontzahnbereich über die Einstellung von Helligkeit und Kontrast möglichst maximiert. Teilweise gelang es, den Kontrast des entsprechenden Bildausschnittes mit Hilfe einer Veränderung der Gradationskurven im Bildbearbeitungsprogramm ADOBE PHOTOSHOP 5.0© zu verbessern.
  Konnten einzelne Messpunkte nicht eindeutig festgelegt, die Mehrzahl jedoch ohne Zweifel bestimmt werden, wurden die aus den fehlenden Messpunkten resultierenden Werte nicht bestimmt, das restliche Bild jedoch ausgewertet. Hierdurch ergaben sich die unterschiedlichen Anzahlen bei den Messwerten.

6.1.2.2 Externe Untersuchungsmaterialien

Durch die Verwendung vorhandener Röntgenunterlagen war eine Mitarbeit der behandelnden Kieferorthopäden bei der Zusammenstellung der zu untersuchenden Bilder notwendig. Da nicht für alle Patienten verwertbare Orthopantomogramme der entsprechenden Untersuchungszeitpunkte bereitstanden, reduzierte sich die Größe der Untersuchungsgruppe erneut. Grundsätzlich konnte eine überwiegend positive Resonanz auf die Bitte um Mithilfe festgestellt werden.

6.1.2.3 Qualität der Röntgenbilder

Durch Anfertigung der Röntgenunterlagen in verschiedenen Praxen variierte die Qualität dieser Unterlagen. Insofern war ein relativ hoher, jedoch nicht genau bestimmbarer Fehler bei der Anfertigung der Auswertungsmaterialien anzunehmen. Besonders stark protrudierte Zwischenkiefer bei doppelseitigen Spalten oder stark elongierte Frontzähne erschwerten die Einstellung des Patienten. Hierdurch erklärten sich einige nicht eindeutige Aufnahmen (Abb. 8.7).

6.1.3 Auswertung des Untersuchungsmaterials - Messwerte

6.1.3.1 Knochenhöhe

Im Vergleich zu einigen anderen Studien fand eine Bewertung der Knochenhöhe der Spalte nicht nur am Punkt der tiefsten Einziehung oder als Mittelwert über die gesamte Spaltbreite statt, sondern neben der Alveolarfortsatzhöhe auch im Bereich des knöchernen Attachments beider spaltständigen Zähne [1, 2, 7, 18, 30, 55, 84].

Dies ist damit zu erklären, dass die Therapiemöglichkeiten für einen seitlichen Inzisivus mit relativ kurzer Wurzel als schlecht einzuschätzen sind, wenn diese nur zu einem Drittel von einer Knochenbrücke von z.B. 10 mm erfasst ist. Im Vergleich dazu erscheint die Therapie eines Caninus, dessen Wurzel von der gesamten Knochenbrücke erfasst wird, erfolgversprechender.

6.1.3.2 Nasenboden

Die Höhe des Nasenbodens war für die Aufrichtung der Wurzeln ebenfalls von Relevanz, da die dortige kortikale Wand als Hindernis für eine erfolgreiche kieferorthopädische Behandlung angesehen werden konnte.

6.1.3.3 Messwerte für Wurzellänge und Knochenhöhe als Verhältnis

In Anlehnung an die von LONG, SPANGLER und YOW 1995 verwendete Methode erfolgte die Beurteilung der Wurzellänge und der Höhe des knöchernen Attachments als Verhältnis – Wurzellänge zu Kronenlänge und Knochenhöhe zu Wurzellänge [58].
Bei dieser Vorgehensweise konnten Größenänderungen durch eine Verschiebung der vermessenen Struktur zur Schichtebene des Orthopantomogrammes, wie auch bei OPITZ et al. beschrieben, ausgeglichen werden [64].

Für eine Aussage über eventuelle Wurzelresorptionen wurde die Länge der Wurzel im Verhältnis zur Kronenlänge beurteilt. Die Kronenlänge stellte dabei eine konstante Größe dar, da die reale Kronenlänge sich auch bei verschiedenen Aufnahmezeitpunkten

außer durch deutlich ersichtliche prothetische oder konservative Maßnahmen nicht veränderte. Insofern ergab sich eine Auswertungsmöglichkeit der Wurzellänge im Vergleich der verschiedenen Untersuchungszeitpunkte und somit eine Aussage über eventuelle Wurzelresorptionen.

Die Höhe des knöchernen Attachments wurde zur Wurzellänge des jeweiligen Zahnes in Relation gesetzt. Es konnte angenommen werden, dass bei einem gesunden und nicht therapiebedürftigen Patientenkollektiv mit einem Alter von 9 - 18 Jahren (entspricht dem Untersuchungsalter) die Höhe des knöchernen Attachments auf Höhe der Schmelz-Zement-Grenze lag. Das Verhältnis von Knochenhöhe zu Wurzellänge sollte also Idealerweise 100 % betragen.

6.1.3.4 Messwerte für die Einziehungen der Alveolarfortsatzhöhe

Bei der Beurteilung der tiefsten Einziehung im Bereich des Alveolarfortsatzes von nasal und oral konnte kein verwertbarer Bezugswert festgelegt werden.
Bei einer Projektion auf die jeweiligen Zahnachsen ergaben sich durch die unterschiedlichen Angulationen verfälschte Werte und mögliche Intrusionen oder Extrusionen des jeweiligen Zahnes konnten nicht ausgeglichen werden. Dieselbe Problematik trat bei einem Bezugspunkt auf der Verbindungslinie zwischen den Schmelz-Zement-Grenzen der spaltständigen Zähne auf.
Aus diesen Gründen erfolgte in diesem Fall keine Verhältnisbildung. Die Messwerte für die tiefsten Einziehungen wurden deshalb im Vergleich der verschiedenen Gruppen und nicht als absolute Werte beurteilt.
Die Messwerte definierten sich als Abstand zur Bezugsebene (der Okklusionsebene angenähert) und nicht zur Knochengrenze, um die Anzahl der zu bestimmenden Punkte bei der Auswertung und damit mögliche Fehlerquellen nicht zu vergrößern.

6.2 AUSWERTUNG

6.2.1 Zahnzahl im Frontzahnbereich

Die Auswertung dieses Parameters erfolgte aufgeteilt zum einen bei der Gesamtgruppe aller bewerteten Patienten (T_1) und zum anderen bei den Patienten mit abgeschlossener kieferorthopädischer Therapie (T_3).

Die Ergebnisse dieser Studie stimmten in ihrer Dimension mit anderen Studien überein (dies galt sowohl bei den 107 zum Zeitpunkt T_1 als auch bei den 75 zum Zeitpunkt T_3 untersuchten Spalten):

- In einer Studie von 1995 stellten VICHI und FRANCHI bei 77 Patienten mit 100 Spalten 33 Aplasien, 17 Doppelanlagen und 24 Hypoplasien des lateralen Inzisivus fest [108].
- LONG, SPANGLER und YOW bemerkten bei 61 % von 56 Spalten ein Fehlen dieses Zahnes ohne Unterscheidung von Aplasie und Extraktion [58].
- Bei OPITZ et al. traten innerhalb von 129 Spalten 46 Aplasien (36 %) und 27 Extraktionen (21 %) auf [64].
- Laut STOELINGA et al. gab es bei 20 unilateralen Spalten 8 Aplasien (40 %), 5 Extraktionen vor der Osteoplastik, 3 Extraktionen nach der Osteoplastik (zusammen 40 %) und dementsprechend 4 vorhandene seitliche Inzisivi [95].
- In einer Studie von ENEMARK et al. kamen 35 aplastische laterale Inzisivi (35 %), 13 Doppelanlagen (13 %) und 53 einzelne seitliche Inzisivi (52 %) vor, davon nur 3 mesial der Spalte gelegen [27].
- TSAI et al. fand bei 137 Patienten mit einseitigen Spalten in Taiwan 71 Aplasien (52 %) und 1 Doppelanlage [105]. Diese Werte wichen aufgrund der besonderen ethnischen Zusammensetzung des Patientenkollektives deutlich von den Werten der vorliegenden Studie und den anderen genannten Untersuchungen ab [85].

Mit 44 % bzw. 48 % Aplasien und 21 % bzw. 19 % Doppelanlagen und 22 % bzw. 20 % Hypoplasien differierte die Zahnzahl der vorliegenden Studie im Bereich des lateralen Inzisivus nur unwesentlich von den Werten anderer Studien. Es traten allerdings

bei den untersuchten Patienten der Westdeutschen Kieferklinik der Universität Düsseldorf sowohl die Aplasien als auch die Doppelanlagen geringfügig häufiger auf.

6.2.2 Gegenüberstellung von unilateralen und bilateralen Spalten

Die Größe der untersuchten Gruppen war für die Relevanz der Ergebnisse möglichst hoch zu wählen. Deshalb sollten die bilateralen Spalten als zwei unilaterale Spalten gewertet werden. Die gleiche Vorgehensweise wählten auch z.B. BERGLAND, SEMB und ÅBYHOLM und LONG, SPANGLER und YOW [7, 58]. Innerhalb dieser Untersuchung erfolgte eine Analyse eventuell signifikanter Abweichungen.

6.2.2.1 Untersuchung der Angulation

Bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse für die Angulationen der spaltbenachbarten Zähne zwischen den uni- und bilateralen Spalten stellte man nur geringe Abweichungen untereinander und zum Gesamtwert fest. Im Vergleich der Gruppen wich der Mittelwert beim mittleren Inzisivus nur um ca. 1°, beim seitlichen Inzisivus um ca. 6° und beim Caninus um etwa 3,5° ab. Auch die Analyse einer statistischen Signifikanz ergab ein Signifikanzniveau von minimal $p = 0{,}020$ [*] (Caninus T_3).

Betrachtete man die Gruppe der spaltbenachbarten Canini genauer, ließ sich folgende Aufteilung erkennen:

	Gesamt-zahl	Zahn vorhanden	Lücken-schluss	Lücken-öffnung
Bilaterale Spalten	17	5 (29 %)	2 (12 %)	10 (59 %)
Unilaterale Spalten	50	11 (22 %)	22 (44 %)	17 (34%)

Tab. 6.1: Aufteilung des Caninus in unilaterale und bilaterale Spalten

Bei der weiteren Auswertung zeigte sich, dass es bei Lückenöffnung und vorhandenem lateralen Inzisivus deutlich bessere Werte für die Angulation des Caninus gab als bei

Lückenschluss. Durch diesen Unterschied bei der Verteilung des ungünstigeren Lückenschlusses (12 % der bilateralen zu 44 % der unilateralen Spalten) konnte der bessere Wert für die bilateralen Spalten erklärt werden.

Im Hinblick auf eine Genauigkeit von 5° bei Winkelmessungen und da die anderen Untersuchungszeitpunkte keine signifikanten Abweichungen aufwiesen, erschien es vertretbar, die uni- und bilateralen Spalten bei der Untersuchung der Angulation als eine Gruppe zusammenzufassen, um die Fallzahlen zu erhöhen [34, 96, 97, 104, 112].

6.2.2.2 Untersuchung der Höhe des knöchernen Attachments und der tiefsten Einziehung des Alveolarfortsatzes im Spaltbereich

Bei der statistischen Auswertung der mesialen und distalen Höhe des knöchernen Attachments ergab sich keine statistisch signifikante Abweichung zwischen uni- und bilateralen Spalten und den Gesamtwerten. Auch bei der Untersuchung der tiefsten Einziehung des Alveolarfortsatzes im Spaltbereich konnte weder von oral noch von nasal eine Signifikanz festgestellt werden.

Die Studie von BERGLAND, SEMB und ÅBYHOLM zeigte bei der Aufteilung zwischen unilateralen und bilateralen Spalten ebenfalls keinen signifikanten Unterschied [7].

ENEMARK bemerkte 1988 in seiner Studie schlechtere Ergebnisse für bilaterale Spalten in Bezug auf die Knochenhöhe [30]. Diese Aussage bezog sich allerdings auf alle untersuchten Patienten, auch die mit einem höheren Operationsalter. Auf einer Skala von 1 bis 4 ergab sich bei einer vergleichbaren Altersgruppe eine Durchschnittshöhe von 1,4 bei bilateralen und 1,31 bei unilateralen Spalten. Dies stellte keinen Widerspruch zu den in der vorliegenden Studie ermittelten Ergebnissen dar.

Deshalb wurden wie bei der Angulation die bilateralen als zwei unilaterale Spalten angesehen. Die gleiche Vorgehensweise wählten z.B. auch LONG et al. in ihrer Studie [58].

6.2.3 Angulation der Frontzähne

6.2.3.1 Untersuchung der Angulation im Zeitverlauf

Bei dieser Analyse ergab sich im Verlauf der Therapie eine Verbesserung der Angulation der spaltbenachbarten Zähne von der Ausgangssituation zu den Werten der Referenzgruppe hin. Jedoch konnten die Durchschnittswerte der Referenzgruppe nicht erreicht werden, und die Standardabweichung bei den spaltbenachbarten Zähnen fiel deutlich größer aus. Besonders stark ausgeprägt trat dies beim lateralen Inzisivus auf.

Teilte man die Gruppe dieses Zahnes nach der Stellung mesial bzw. distal der Spalte auf, zeigte sich eine geringere Abweichung der Angulation. Hierbei wies die Wurzelspitze vom ehemaligen Spaltbereich weg. Dies bedeutete, dass eine komplette Aufrichtung des Zahnes nicht vollständig erreicht worden war.

In derselben Richtung trat die Abweichung auch beim Caninus und dem mittleren Inzisivus auf.

Auf den ersten Blick lag die Vermutung nahe, dass der Spaltbereich ein Hindernis für die Therapie bedeutete. Jedoch wird in der Literatur die Aussage getroffen, dass der transplantierte Knochen nach Einheilung wie ein normaler Knochen angesehen werden kann und auch für die kieferorthopädische Therapie kein Hindernis darstellt [2, 30, 58, 76, 92].

Eine weitere mögliche Begründung für die Achsabweichung nach Abschluss der Therapie könnte in der schlechten Ausgangssituation im Sinne einer großen Angulationsabweichung bei Beginn der Therapie liegen. In der Literatur wird häufig von „malpositioned teeth“ oder deplazierten Zähnen mit der Notwendigkeit von Aufrichtung, Kippung und Ausrichtung berichtet [25, 28, 64, 95, 109]. Auch in dieser Studie traten zum Zeitpunkt der Osteoplastik Inklinationen von ca. 20° auf.

Insofern stellten die erreichten Aufrichtungen der Zahnachsen gute Ergebnisse dar, auch wenn die Werte der Kontrollgruppe mit kieferorthopädischer Therapie – bei der kein kieferorthopädischer Lückenschluss bei einer Aplasie eines Frontzahnes erfolgte – nicht ganz erreicht werden konnten. Bei allen Patienten wurde ein ästhetisch zufriedenstellendes Ergebnis erzielt.

Dieses stimmt insofern mit den Aussagen von BERGLAND, SEMB und ÅBYHOLM überein, dass eine ideale Endposition teilweise nicht erreicht wurde [7].

6.2.3.2 Untersuchung der gesunden Seite und der Spaltseite bei unilateralen Spalten

Bei der Beurteilung der unilateralen Spalten mit dem Vergleich der Spaltseite zur gesunden Seite bemerkte man eine geringe, jedoch nicht statistisch signifikante und in Anbetracht des Messfehlers von 5° vernachlässigbare Abweichung der gesunden Seite zur Referenzgruppe. Die Zähne der gesunden Seite ließen sich also besser als die der Spaltseite aufrichten, was z.B. mit der spaltseitig stärkeren Abweichung zum Anfang der Therapie zu erklären war. Die geringere Höhe des knöchernen Attachments im Spaltbereich stellte ebenfalls ein Hindernis bei der Aufrichtung der Zähne dar. Die Theorie einer Verschlechterung der Ergebnisse durch eine andere Konsistenz des Knochens im Bereich des Transplantates wurde in der Literatur abgelehnt [2, 30, 58, 76, 92].

6.2.3.3 Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung oder Lückenschluss)

Unterteilte man am Schluss der Behandlung die einzelnen Zahngruppen danach, ob bei dem Patienten der seitliche Inzisivus vorhanden war oder ob das Fehlen mit einer Therapie der Lückenöffnung oder eines Lückenschlusses behandelt wurde, konnte man die Ergebnisse weiter präzisieren.

Eine deutlich der Angulation der Referenzgruppe angenäherte Achsrichtung konnte nur bei Lückenöffnung und vorhandenem seitlichen Inzisivus und nur für den Caninus erzielt werden. Bei Abschluss der Therapie bestanden unabhängig von der Therapieform noch hochsignifikante Abweichungen für den mittleren Inzisivus. Die nicht signifikanten Unterschiede von weniger als 2° beim Caninus sind als eine fast perfekte Aufrichtung des Zahnes bei Lückenöffnung und vorhandenem lateralen Inzisivus erklärbar. Dies begründete sich durch die bessere Ausgangssituation des ins Transplantat durch-

brechenden Zahnes. Bei Lückenschlusstherapie wird der Caninus um eine Zahnbreite mesialisiert - eine Therapie, bei der eine Kippung des Zahnes auftreten kann.

Der mittlere Inzisivus wies bei Lückenschluss ebenfalls die schlechtesten Ergebnisse auf, was diese Begründung bestätigt. Auch wenn im Bereich der Zahnkronen ein Lückenschluss erzielt wurde, konnte teils keine vollständig körperliche Bewegung der Zähne mit einer Parallelität der Wurzeln erreicht werden. Dieses kann jedoch auch bei Patienten mit kieferorthopädischem Lückenschluss ohne Spalte auftreten.

Die beschriebenen Ergebnisse standen in Einklang mit der Aussage von TURVEY et al. über eine bessere Parallelität der Wurzeln bei Durchbruch des Zahnes in den Bereich der Spalte und prothetischer Versorgung [106].

Der laterale Inzisivus ließ sich schlechter aufrichten, was besonders mesial der Spalte deutlich ausgeprägt war. Dies könnte zum einen auf der Häufigkeit einer Hypoplasie des Zahnes mit der daraus resultierenden Gefahr einer Schädigung des geschwächten Zahnes und zum anderen auf der mesial geringeren Höhe des knöchernen Attachments beruhen. Die Hypothese wurde mit der insgesamt mesial größeren Abweichung zur Referenzgruppe bestätigt.

6.2.4 Untersuchung der Knochenhöhe an den spaltbenachbarten Zähnen

6.2.4.1 Höhe des knöchernen Attachments

6.2.4.1.1 Untersuchung im Zeitverlauf

Die Höhe des knöchernen Attachments mesial und distal der Spalte bestimmte sich als Verhältnis vom Abstand der Knochengrenze zur Wurzellänge. Hierbei ergaben sich besonders zum Zeitpunkt T_1 Werte oberhalb von 100 % (beim Caninus deutlich ausgeprägt), die sich im Verlauf der Therapie reduzierten. Dies ließ sich dadurch begründen, dass bei der Osteoplastik die Spalte zum Teil bis oberhalb der Schmelz-Zement-Grenze mit Knochenmaterial aufgefüllt wurde [64, 76]. Des weiteren sollte laut Auswahlkriterien der Caninus zum Zeitpunkt der Osteoplastik noch nicht durchgebrochen und die Wurzel nur zur Hälfte ausgebildet sein. Insofern lag die Grenze der Spalte und des

Transplantatmaterials weiter oral als die Inzisalspitze. Der Zeitpunkt T_2 stellte eine Untersuchung während der Therapie, also bei noch nicht vollständig zur Okklusionsebene durchgebrochenem Zahn dar. Aus diesen Gründen erwiesen sich die Ergebnisse der Zeitpunkte T_1 und T_2 als nicht aussagekräftig. Darum erfolgte die weitere Auswertung ausschließlich zum Zeitpunkt T_3.

6.2.4.1.2 Untersuchung bei Abschluss der Behandlung

Die Höhe des knöchernen Attachments an der distalen Spaltseite zeigte sich statistisch signifikant besser ausgeprägt als an der mesialen Seite. Das könnte darauf zurückzuführen sein, dass im distalen Bereich der Spalte durch den durchbrechenden Caninus eine bessere funktionelle Belastung auftrat, wodurch die Resorption des Transplantates verringert wurde. Diese Überlegung wird auch in einigen Studien vertreten [76, 95]. Jedoch sprach gegen diese Begründung, dass bei der Untersuchung der Ergebnisse aufgeteilt nach Lückenöffnung, Lückenschluss und vorhandenem lateralen Inzisivus bei der vorliegenden Studie kein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte.

Eine weitere mögliche Erklärung für ein besseres knöchernes Attachment im Verhältnis zur Wurzellänge auf der distalen Spaltseite lag in der Technik der Vermessung.
Da der Caninus eine deutlich längere Wurzel aufwies als die restlichen Zähne, machte sich eine Verringerung des Knochenangebotes im Verhältnis zur Wurzellänge nicht so deutlich bemerkbar.
Des weiteren wurde durch die längere Wurzel des Caninus der Nullpunkt für die Knochenhöhe kranialer angesetzt als beim seitlichen Inzisivus. Deshalb ergab dieselbe Höhe des knöchernen Attachments (von der Bezugsebene her gesehen) beim Caninus einen höheren Wert als beim lateralen Inzisivus.

Diese Überlegung bestätigte sich bei der Untersuchung auf signifikante Differenzen bei der Aufteilung nach Zahngruppen. Der Unterschied der Höhe des knöchernen Attachments zwischen dem mittleren und seitlichen Inzisivus mesial der Spalte zeigte sich mit 3 % (80 % – 83 %) nicht signifikant, dabei wiesen diese Zähne eine relativ gleiche Wurzellänge auf. Die Abweichung zwischen dem Knochenangebot am lateralen Inzisivus distal der Spalte und dem Caninus ergab mit 82 % zu 89 % eine statistische Signifikanz.

Auch LONG, SPANGLER und YOW stellten in Übereinstimmung mit TEJA et al. distal der Spalte (Knochenhöhe /Wurzellänge x = 0,86) eine bessere Knochenhöhe als im mesialen Bereich (x = 0,72) fest [58]. Sie führten dies zum einen auf den ungünstigen Einfluss durch den Durchbruch des mesialen Zahnes und die kieferorthopädische Behandlung desselben vor der Osteoplastik zurück. Zum anderen nahmen sie einen günstigen Einfluss infolge des Durchbruches des Eckzahnes durch die Spalte an, wie bei BERGLAND, SEMB und ÅBYHOLM beschrieben [7].

Ähnlich der Ergebnisse von LONG, SPANGLER und YOW wiesen in der vorliegenden Studie sowohl die Werte der mesialen als auch der distalen Höhe des knöchernen Attachments einen Erfolg der Osteoplastik im Sinne einer Knochenhöhe oberhalb von 75 % aus [58].
Es ergaben sich für die Höhe des Attachments nur geringe Abweichungen von 75 % - 79 % der Wurzellänge mesial und 85 % - 88 % der Wurzellänge distal der Spalte.

6.2.4.2 Differenzierung nach Vorhandensein des lateralen Inzisivus und Therapieform bei Fehlen des Zahnes (Lückenöffnung oder Lückenschluss)

Im Gegensatz zu einigen anderen Veröffentlichungen, wie z.B. OPITZ et al., konnte bei der vorliegenden Studie kein signifikanter Unterschied im Knochenangebot bei Lückenschluss, Lückenöffnung und vorhandenem lateralen Inzisivus festgestellt werden [64]. Laut Literatur wird bei Lückenschluss und vorhandenem Zahn durch eine funktionelle Belastung des Transplantatmaterials der Resorption entgegengewirkt, so dass bei Lückenöffnung signifikant schlechtere Werte für die Knochenhöhe festgestellt werden können. Die Werte der vorliegenden Studie zeigten auch eine geringe Abweichung in diesem Sinne, jedoch ergab sich bei der statistischen Auswertung keine Signifikanz. Dies galt sowohl für die Höhe des knöchernen Attachments an den spaltbenachbarten Zähnen als auch für die tiefste Einziehung des Alveolarfortsatzes.

SEMB, BERGLAND und ÅBYHOLM sahen als Ziel der kieferorthopädischen Therapie den Lückenschluss an, von dem nur in Ausnahmefällen abgewichen werden sollte [1, 7, 84]. Davon ausgehend galt die Therapie der Lückenöffnung in den meisten Studien als unbe-

friedigende Alternative, welche nur bei Patienten mit einer Osteoplastik in fortgeschrittenerem Alter häufiger zur Anwendung kam. Gemäß AMANAT und LANGDON zeigten diese Patienten eine insgesamt geringere Knochenhöhe [2]. Die schlechteren Werte bei Lückenöffnung könnten in Studien mit breitem Altersspektrum eher auf das Alter der Patienten als auf die Therapie zurückzuführen sein. In der vorliegenden Studie wurden jedoch nur Patienten im idealen Alter (wie in 2.1.2.3.4 beschrieben) untersucht.
Genau wie in der vorliegenden Studie stellten auch AMANAT und LANGDON bei Patienten mit prothetischer Lückenversorgung eine normale Knochenhöhe fest [2]. Als mögliche Ursachen für Resorptionen des Transplantates führten sie z.B. Infektionen und die Art der Transplantatdeckung an, erwähnten hierbei jedoch nicht die Lückenöffnung.

ENEMARK, KRANTZ-SIMONSEN und SCHRAMM begründeten relativ gute Ergebnisse bei Lückenöffnung folgendermaßen [28]:
Bei einem ausgedehnten Defekt des Alveolarfortsatzes erfolgte die Restauration mittels Prothetik. Der neu geformte Knochen wurde bei einem Durchbruch der Zähne durch das Transplantat stabilisiert und das vertikale Wachstum gefördert. Diesen Prozess beschrieben auch andere Autoren [30, 64].
Nach komplettem Durchbruch und kieferorthopädischer Behandlung konnten die Zähne mit parallelen Kronen und entsprechenden Lücken so positioniert sein, wie sie für eine spätere prothetische Versorgung benötigt werden.

Auch in der vorliegenden Studie erfolgte unabhängig von der Therapiewahl der Durchbruch des Caninus in den Transplantatbereich. Dadurch konnte die beschriebene Stimulation des vertikalen Wachstums erreicht werden. Das machte sich besonders deutlich bei breiten Spalten bemerkbar. Bei diesen Spalten wurde der Eckzahn auch bei Lückenöffnung im Transplantat positioniert, da hier die Spalte vor Osteoplastik größer war als die Lücke für eine prothetische Versorgung des lateralen Inzisivus. Insofern lag auch bei Lückenöffnung zumindest eine teilweise funktionelle Belastung des Transplantatmaterials vor.

6.2.4.3 Vergleich mit Werten aus der Literatur

Zur Untersuchung der Knochenhöhe nach Osteoplastik ließen sich in der Literatur z.B. die in Tabelle 6.2 zusammengefassten Ergebnisse feststellen.

In der vorliegenden Studie wurden bei 75 Spalten je ein Wert für die mesiale und distale Knochenhöhe erhoben (sofern ein Zahn vorhanden). Durch Variation der Anzahl der Messwerte (s. 4.1.1) konnte eine Summe von insgesamt 74 mesialen und 79 distalen Resultaten festgestellt werden. Bei Projektion der vorliegenden Ergebnisse in zu der Literatur vergleichbaren Stadien ergaben sich die in Tabelle 6.2 aufgeführten Werte. Jedoch muss bedacht werden, dass die Projektionsebene beim Orthopantomogramm nicht unbedingt der eines apikalen Zahnfilms entspricht, so dass ein Vergleich der Werte nur eingeschränkt stattfinden kann.

Sofern Knochenhöhen oberhalb von 75 % als Erfolg gelten, konnten bei dieser Studie vergleichbar viele erfolgreiche Osteoplastiken wie bei den o.g. Studien festgestellt werden. AMANAT und LANGDON oder LANDAU und FREITAG registrierten allerdings eine größere Anzahl 100 %iger Knochenhöhen [2, 55]. Die Werte der vorliegenden Studie lagen dagegen eher in der Dimension der Studien von ENEMARK et al. [29, 30]. Diese Abweichung könnte auf die exaktere Messmethode zurückzuführen sein (metrische Vermessung im Gegensatz zur subjektiveren Stadieneinteilungen).

Studie	Zahl der Pat. / Spalten	Alter bei Osteo-plastik	Knochen-höhe normal	Knochen-höhe > ¾	Knochen-höhe > ½	Knochen-höhe > ¼	Misserfolg (<¼)
ÅBYHOLM, BERGLAND, SEMB, 1981 [1]	80 / 89	8,0-18,1 Jahre	36 / 69, 38 % *	30 / 69, 43 % *	5 / 69, 7 % *		8 / 69, 12 % *
	14 / 15	Vor 3er Durch-bruch	10 / 15, 66 %	4 / 15, 27 %			1 / 15, 7 %
BERGLAND, SEMB, ÅBYHOLM, 1986 [7]	- / 292	6-17 Jahre	50 %	40 %	7 %		3 %
	- / 143	Vor 3er Durch-bruch	64 %	32 %	3 %		1 %
ENEMARK et al., 1987 [29]	94 / 114	7.5-14.10 Jahre		86 / 114, 75,4 %	23 / 114, 20,3 %	4 / 114, 3,5 %	1 / 114, 0,8 %
ENEMARK et al., 1988 [30]	94 / 114	Vor 3er Durch-bruch		40 / 55, 73 % **	13 / 55, 24 % **		
AMANAT, LANGDON, 1991 [2]	34 / 47	7-24 Jahre	18 / 22, 82 %	4 / 22, 18 %			
HERZOG et al., 1993 [39]	80 / 94	Sek. Osteo-plastik	60 %	17 %	14 %	8 %	1 %
LANDAU, FREITAG, 1993 [55]	25 / 32	7-11 Jahre	25 / 32, 78 %	3 / 32, 9 %	3 / 32, 9 %		1 / 32, 4 %
SCHEER, PFEIFER, 1993 [76]	- / 74		39 / 74, 53 %	29 / 74, 39 %	6 / 74, 8 %		
OPITZ et al., 1999 [64]	- / 32	< 9 Jahre	90,6 %			9,4 %	
	- / 60	9-11 Jahre	76,7 %			23,3 %	
	- / 29	11-14 Jahre	79,3 %			20,7 %	
Vorliegende Studie	- / 74 ***	10.4 ± 1.5	12 / 74, 16 % ***	44 / 74, 60 % ***	13 / 74, 18 % ***	3 / 74, 4 % ***	2 / 74, 2 % ***
	- / 79 ****		27 / 79, 34 % ****	46 / 79, 58 % ****	5 / 79, 7 % ****	1 / 79, 1 % ****	

* nur unilaterale Spalten
** 3er haben endgültige Position erreicht
*** Werte mesial der Spalte
**** Werte distal der Spalte

Tab. 6.2: Werte verschiedener Studien

6.2.5 Wurzellänge bei spaltbenachbarten Zähnen

Bei der Untersuchung der Wurzellänge ergab sich kein Anzeichen für Wurzelresorptionen. Die Wurzellänge des Caninus vergrößerte sich statistisch signifikant im Sinne eines Wurzelwachstums. Dies trat auch beim seitlichen Inzisivus auf, jedoch in deutlich geringerem Ausmaß. Beim mittleren Inzisivus konnte eine geringfügige, nicht signifikante Verringerung der Wurzellänge festgestellt werden. Allerdings fielen bei der Anwendung der WINCEPH©-Auswertung in einzelnen Fällen geringe Wurzelresorptionen auf (s. 5.6.1, Abb. 8.2).

Dies stimmte mit anderen Studien überein, bei denen Wurzelresorptionen auch nur in Einzelfällen auftraten [2, 28, 29, 76]. Einige Studien bemerkten sowohl zervikale als auch apikale Resorptionen nur bei Patienten, bei denen die Osteoplastik nach Durchbruch des Caninus erfolgte [2, 28, 29]. Auch EL DEEB et al. fanden bei einer Studie über den Durchbruch und die Entwicklung des Caninus eine normale Wurzellänge verbunden mit einer Verzögerung in Wachstum und Durchbruch [25].

7 SCHLUSSFOLGERUNGEN

7.1 ANZAHL DER UNTERSUCHTEN PATIENTEN

Die Untersuchung erstreckte sich über insgesamt 88 Patienten (50 Jungen und 38 Mädchen) mit 69 unilateralen – 23 rechts- und 46 linksseitigen Spaltformen - sowie 19 bilateralen Spalten. Dabei ergab sich eine Differenzierung in 20 Lippen-Kiefer- und 87 Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten.

Als Referenzgruppe standen 58 Patienten zur Verfügung, bei denen durch eine gleichwertige Untersuchung beider Quadranten insgesamt je 116 Werte ermittelt werden konnten.

7.2 ZAHNZAHL IM FRONTZAHNBEREICH

Bezogen auf den Untersuchungszeitpunkt zum Abschluss der Behandlung (T_3) ergaben sich folgende Werte für die Zahnzahl:
Im Bereich des lateralen Inzisivus lag bei 48 % (36 Fälle) der Patienten eine Aplasie, bei 19 % eine Doppelanlage und bei 20 % eine Hypoplasie vor. In 14 Fällen erfolgte eine Extraktion dieses Zahnes, so dass insgesamt 50 Lücken und 25 vorhandene laterale Inzisivi auftraten. Für 24 dieser Lücken kam ein kieferorthopädischer Lückenschluss, für 26 die Lückenöffnung als Therapiekonzept zur Anwendung. Insofern wurde im Gegensatz zur Empfehlung von SEMB, BERGLAND und ÅBYHOLM auch zu einem großen Teil das Prinzip der Lückenöffnung angewendet [1, 7, 84]. Hierbei fiel auf, dass die Lückenöffnung sogar bei Extraktion des lateralen Inzisivus erfolgte.

7.3 ANGULATION DER FRONTZÄHNE

Die Angulation der spaltbenachbarten Zähne näherte sich im Verlauf der kieferorthopädischen Therapie der Angulation der Referenzgruppe an, wies aber nach der Behandlung noch eine statistisch signifikante Abweichung hierzu auf. Die Zahnachsen deuteten hierbei mit der Wurzelspitze von der Spalte weg, also war die Aufrichtung der spaltständigen Zähne aufgrund der ungünstigeren Ausgangssituation nicht vollständig gelungen.

Bei unilateralen Spalten konnten die Zähne der gesunden Seite besser als die der Spaltseite aufgerichtet werden. Die Angulation der gesunden Seite wies keinen statistisch signifikanten Unterschied zur Referenzgruppe auf.

Der Caninus ließ sich bei Lückenöffnung und bei vorhandenem lateralen Inzisivus fast vollständig aufrichten. Bei Lückenschluss erfolgte häufiger eine Kippung der Zahnkronen aufeinander zu (Abb. 8.24).

Am mesialen spaltbenachbarten Zahn konnte eine größere Achsabweichung als distal festgestellt werden. Der seitliche Inzisivus mesial der Spalte wies die am deutlichsten abweichenden Ergebnisse auf. Dieser Zahn erschien häufig durch Hypoplasie geschwächt und die Höhe des knöchernen Attachments auf dieser Spaltseite zeigte eine geringere Ausprägung.

Die Schwierigkeit der vollständigen Aufrichtung sollte bei der Planung der kieferorthopädischen Therapie berücksichtigt werden und somit der richtigen Einstellung der Zahnachsen besonders des mesialen spaltbenachbarten Zahnes ein besonderer Stellenwert zukommen.

7.4 HÖHE DES KNÖCHERNEN ATTACHMENTS DER SPALTBENACHBARTEN ZÄHNE

Es ließ sich im mesialen Spaltanteil im Gegensatz zum distalen Bereich eine geringere Höhe des knöchernen Attachments im Verhältnis zur Wurzellänge erkennen. Der durchbrechende Caninus stabilisierte das Transplantat in vertikaler Richtung.

Bei Lückenöffnung stellte sich die Höhe des knöchernen Attachments geringfügig, jedoch nicht statistisch signifikant weniger ausgeprägt dar als bei Lückenschluss oder vorhandenem seitlichem Inzisivus. Eine Resorption durch Mangel an funktioneller Belastung bei dieser Therapieform konnte nicht nachgewiesen werden.

7.5 TIEFE DER EINZIEHUNG DES ALVEOLARFORTSATZES IM SPALTBEREICH

Im Laufe der Therapie veränderte sich die Tiefe der Einziehung im Sinne einer leichten Transplantatresorption, wobei sich dieser Vorgang nur oral statistisch signifikant ausgeprägt darstellte. Hier sollte immer ein Ausgleich durch Auffüllen der Spalte im Überschuss erfolgen. Besonders im mesialen Anteil, an der Stelle des geringeren knöchernen Attachments, ist dies von besonderer Bedeutung, um eine funktionell gleichwertige Höhe zu erhalten.

Ebenso wie bei der Höhe des knöchernen Attachments war auch hier keine Signifikanz im Unterschied zwischen Lückenöffnung, Lückenschluss und vorhandenem lateralem Inzisivus festzustellen. Jedoch ergaben sich bei Lückenschluss schmalere Einziehungen, die funktionell nicht so bedeutsam sind. Für eine prothetische oder implantologische Versorgung bei Lückenöffnung stellen diese Einziehungen aber einen Nachteil dar, der berücksichtigt werden muss. Insofern sollte dem Prinzip des Lückenschlusses trotz gleich ausgeprägter Einziehungen der Vorzug gegeben werden.

7.6 WURZELLÄNGE

Außer in Einzelfällen (Abb. 8.2) konnte im Verlaufe der Therapie keine Wurzelresorption festgestellt werden.

7.7 ZUSAMMENFASSUNG

Die Wertigkeit der spaltständigen Zähnen in Bezug auf die untersuchten Kriterien war als relativ hoch anzusehen. Die erreichte Stellung der Zähne und ein knöchernes Attachment oberhalb von 75 % der Wurzellänge galt in Anbetracht der Ausgangssituation als Erfolg, auch wenn keine Idealsituation erreicht wurde. Jedoch ist zu bedenken, dass bei Vorhandensein des seitlichen Inzisivus die besten Werte erzielt werden konnten. Deshalb sollte der Erhaltung dieses Zahnes besonderes Augenmerk zukommen.

Denn auch bei einer auf Dauer fraglichen Erhaltungsfähigkeit des lateralen Inzisivus kann dieser Zahn als Platzhalter für die Therapie der Lückenöffnung fungieren. Im Verlaufe der späteren definitiven Therapie - prothetische oder implantologische Versorgung – stellen hierbei die gute Aufrichtung der Nachbarzähne und die ausgeprägtere Knochenhöhe deutliche Vorteile dar. Eine Extraktion des Zahnes sollte also nach Möglichkeit nur in Verbindung mit dem Therapieprinzip des Lückenschlusses erfolgen.

8 ANHANG

8.1 BEISPIELE FÜR VERMESSENE RÖNTGENBILDER

Zusätzliche Messwerte entstanden durch die Vermessung von Zahnfilmen (Abb. 8.1), worauf auch in Einzelfällen Wurzelresorptionen deutlich erkennbar wurden (Abb. 8.2).

Abb. 8.1: Zahnfilm für zusätzliche Daten

Abb. 8.2: Wurzelresorption

Eine Aplasie oder die Notwendigkeit der Extraktion anderer Frontzähne (Patient 1) zusätzlich zur Aplasie des lateralen Inzisivus ergeben sehr breite Lücken (Abb. 8.3-4)

Abb. 8.3: Patient 1, Fehlen beider Inzisivi zum Zeitpunkt T1

Abb. 8.4: Patient 1 zum Zeitpunkt T3

Geschwächte, hypoplastische laterale Inzisivi zum Teil auch mit Wurzelkrümmungen erschweren die kieferorthopädische Therapie (Abb. 8.5 und Abb. 8.6).

Abb. 8.5: Hypoplasie lateraler Inzisivus

Abb. 8.6: geschwächter lateraler Inzisivus

Ein stark protrudiert und extrudiert stehender Zwischenkiefer ergab eine äußerst ungünstige Ausgangslage einer bilateralen Spaltbildung (Abb. 8.7).

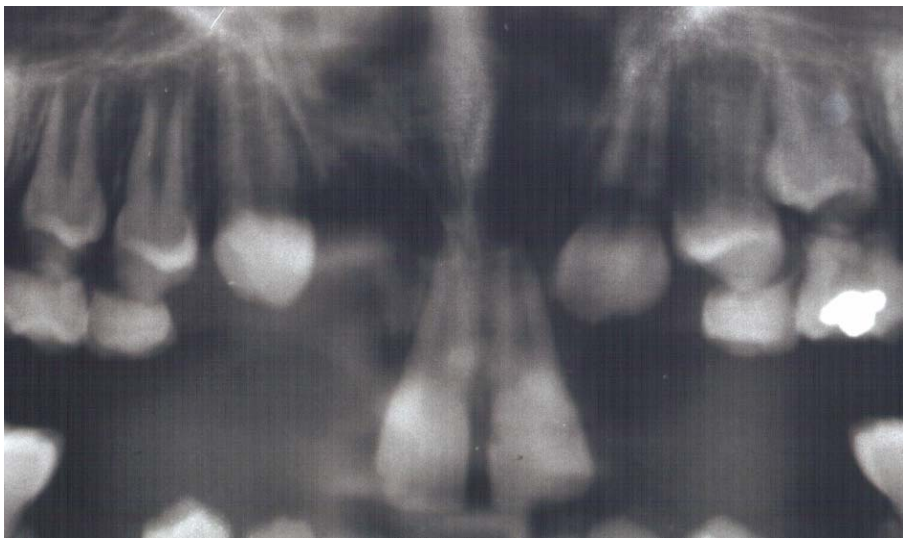

Abb. 8.7: Patient mit bilateraler Spalte und protrudiertem Zwischenkiefer

8.2 BEISPIELE FÜR PATIENTENFÄLLE

Patient 2: Der laterale Inzisivus der Spaltseite ist vorhanden und kann erhalten bleiben.

Abb. 8.8: Patient 2 zum Zeitpunkt T1

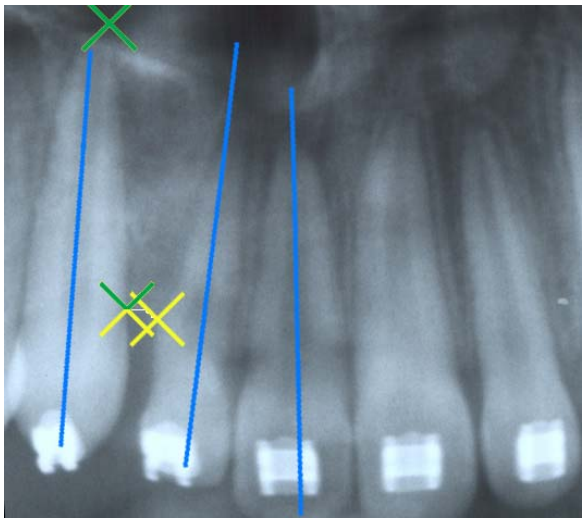

Abb. 8.9: Patient 2 zum Zeitpunkt T3

Patient 3: Der laterale Inzisivus wird eingeordnet.

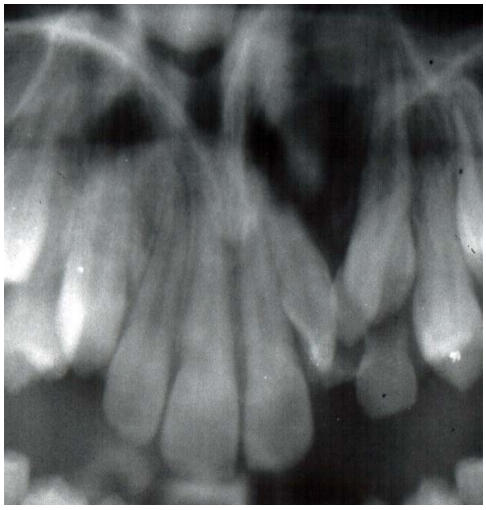

Abb. 8.10: Patient 3 zum Zeitpunkt T1

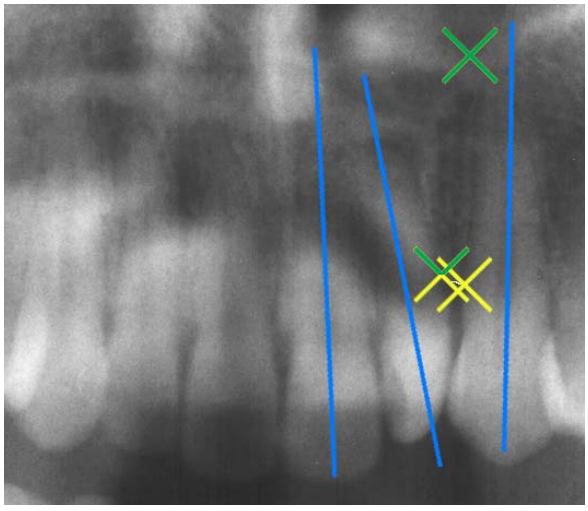

Abb. 8.11: Patient 3 zum Zeitpunkt T3

Patient 4: Ein hypoplastischer lateraler Inzisivus wird erhalten und eingeordnet.

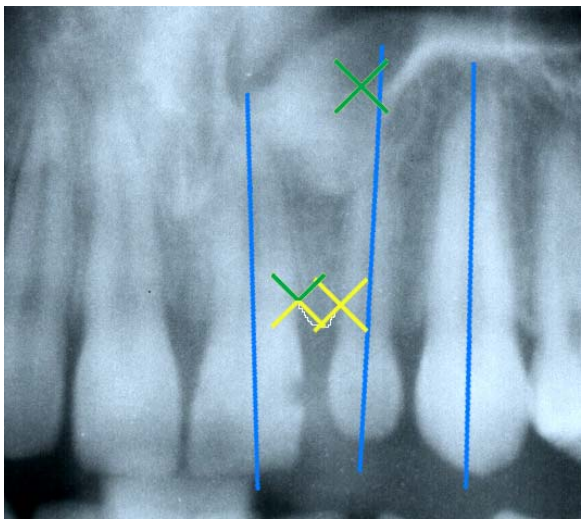

Abb. 8.12: Patient 4 zum Zeitpunkt T3

Patient 5: Ein rotierter lateraler Inzisivus bleibt vorhanden.

Abb. 8.13: Patient 5 zum Zeitpunkt T1

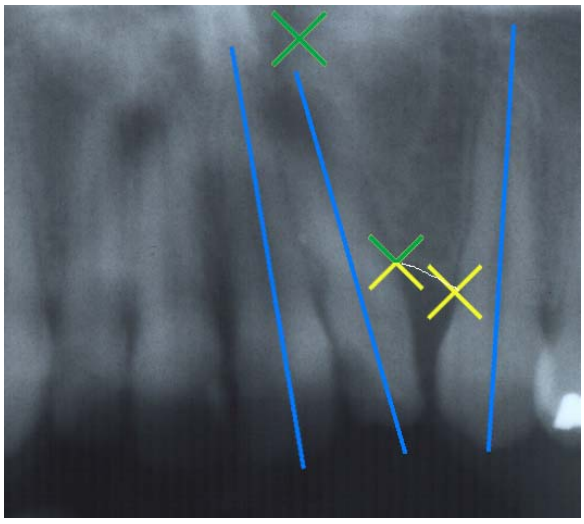

Abb. 8.14: Patient 5 zum Zeitpunkt T3

Patient 6: Der laterale Inzisivus war angelegt, wurde jedoch vor Abschluss der kieferorthopädischen Therapie extrahiert, so dass sich das Bild einer Lückenöffnung mit prothetischer Versorgung ergab.

Abb. 8.15: Patient 6 zum Zeitpunkt T1

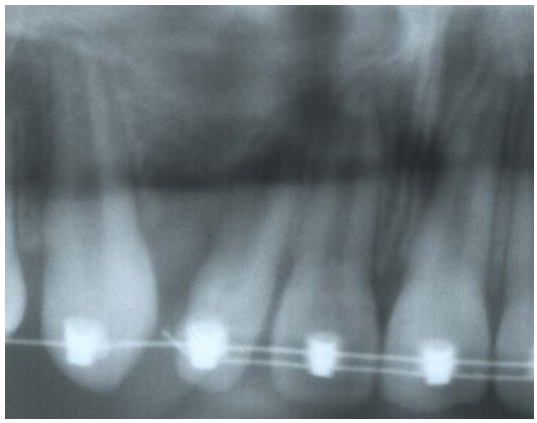

Abb. 8.16: Patient 6 zum Zeitpunkt T2

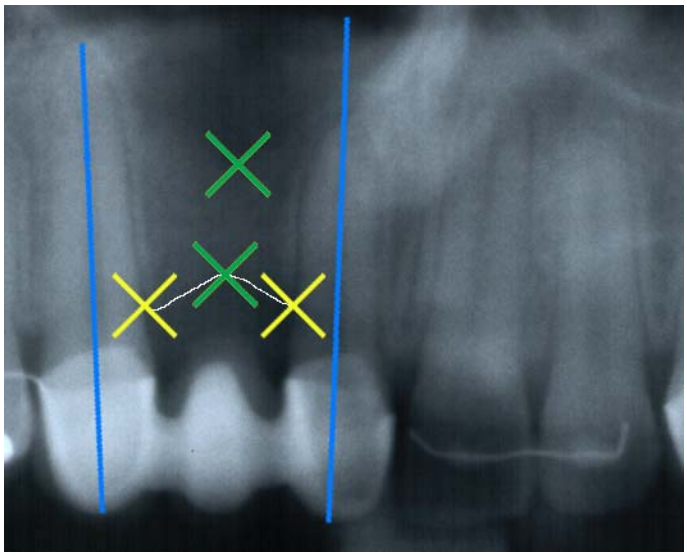

Abb. 8.17: Patient 6 zum Zeitpunkt T3

Patient 7: Es erfolgte die Extraktion des linken lateralen Inzisivus zum Ausgleich des aplastischen rechten Inzisivus, bei dieser bilateralen Spalte kam das Therapiekonzept der Lückenöffnung zur Anwendung.

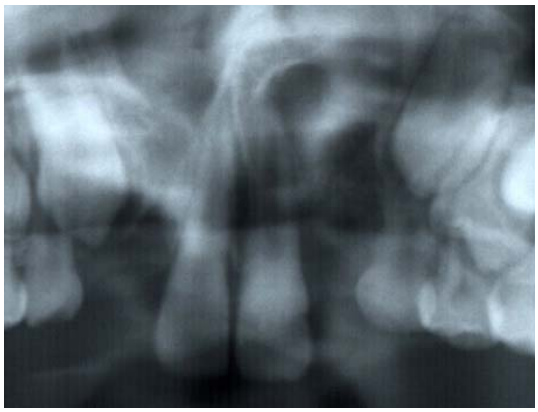

Abb. 8.18: Patient 7 zum Zeitpunkt T1

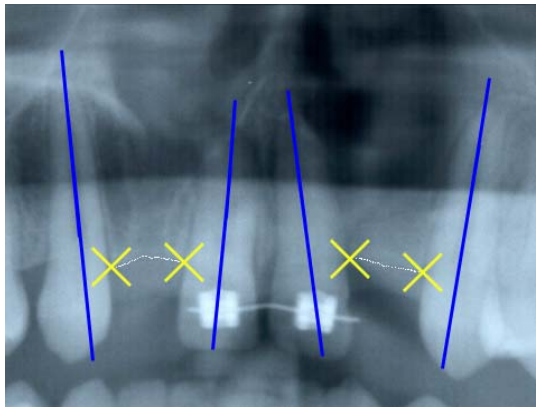

Abb. 8.19 Patient 8.19 zum Zeitpunkt T3

Patient 8: Bei dem Patienten mit dem Konzept der Lückenöffnung ergab sich ein ungünstiges knöchernes Attachment.

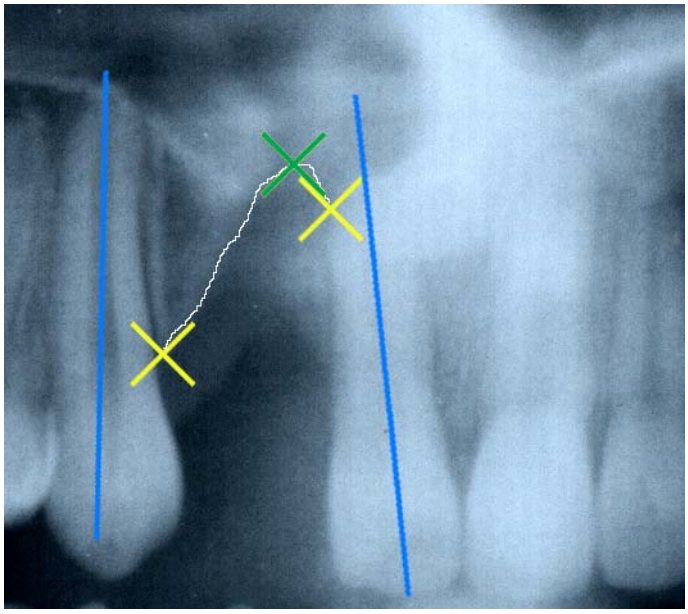

Abb. 8.20: Patient 8 zum Zeitpunkt T3

Patient 9: Bei diesem Patienten mit bilateraler Spalte und Aplasie der lateralen Inzisivi wurden die Lücken offen gehalten.

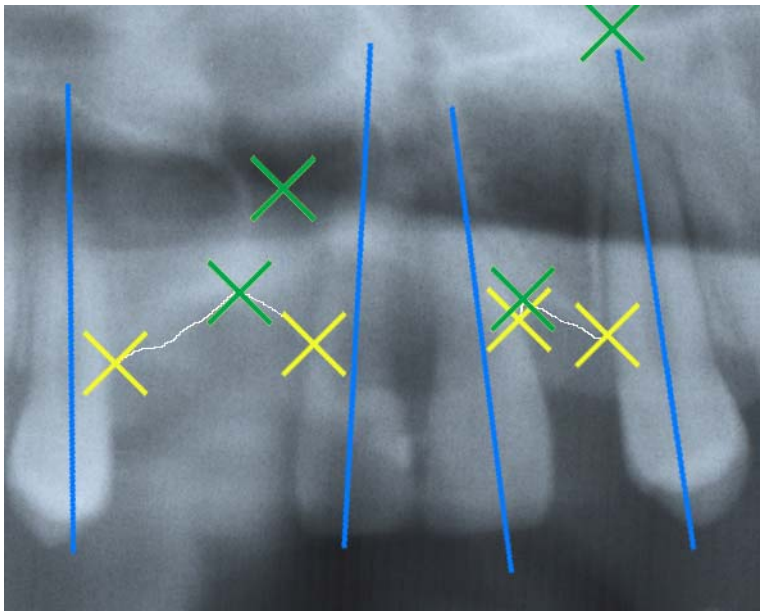

Abb. 8.21: Patient 9 zum Zeitpunkt T3

Patient 10: An der Stelle des aplastischen lateralen Inzisivus erfolgte der kieferorthopädische Lückenschluss auf der Spaltseite.

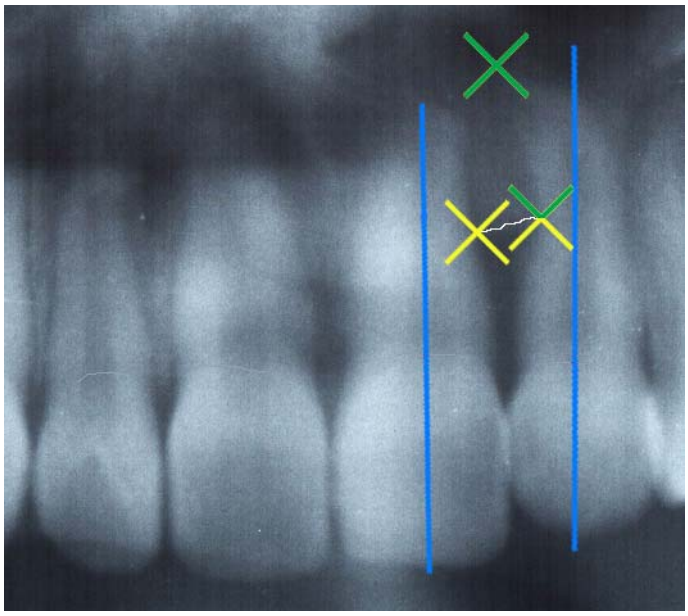

Abb. 8.22: Patient 10 zum Zeitpunkt T3

Patient 11: Die Lücke des frühzeitig extrahierten lateralen Inzisivus wurde geschlossen, die Zahnachsen jedoch nicht gut aufgerichtet.

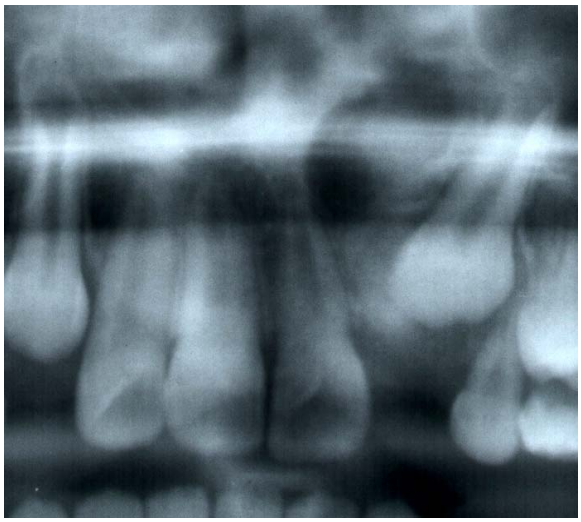

Abb. 8.23: Patient 11 zum Zeitpunkt T1

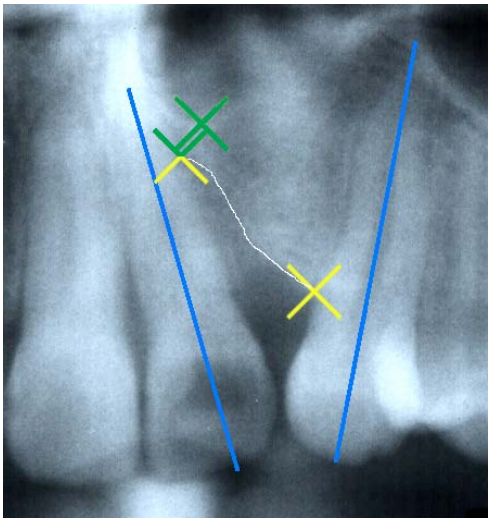

Abb. 8.24: Patient 11 zum Zeitpunkt T3

Patient 12: Beim Lückenschluss des aplastischen Inzisivus konnte eine gute Aufrichtung der Zahnachsen und ein hohes knöchernes Attachment erzielt werden.

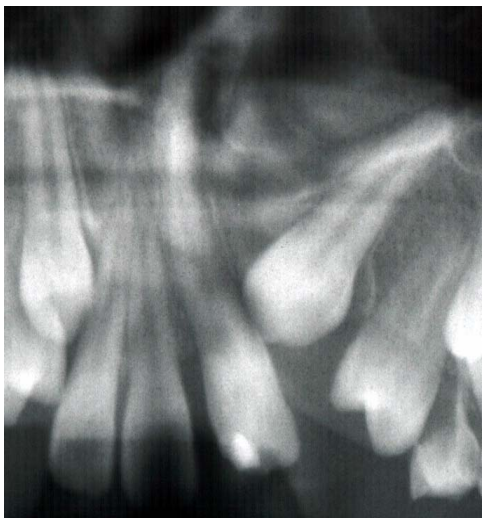

Abb. 8.25: Patient 12 zum Zeitpunkt T1

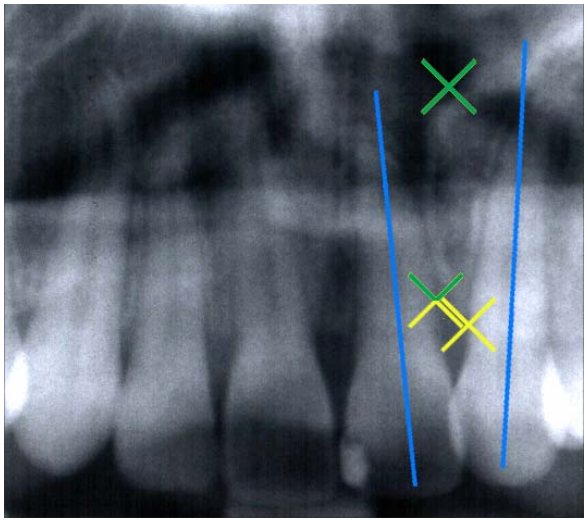

Abb. 8.26: Patient 12 zum Zeitpunkt T3

1 Åbyholm, FE, Bergland, O, Semb, G: Secondary bone grafting of alveolar clefts: A surgical / orthodontic treatment enabling a non-prosthodontic rehabilitation in cleft lip and palate patients.
Scand J Plastic Reconstr Surg 15, 1981, 127-140

2 Amanat, N, Langdon, JD: Secondary alveolar bone grafting in clefts of the lip and palate.
J Craniomaxillofac Surg 19, 1991, 7-14

3 Amir, C, Asja, C, Melita, VP, Adnan, C, Vjekoslav, J, Muretic, I: Evaluation of the precision of dimensional measurements of the mandible on panoramic radiographs.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1998, 86, 242-248

4 Andlin-Sobocki, A, Eliasson, LÅ, Paulin, G: Periodontal evaluation of teeth in bone grafted regions in patients with unilateral cleft lip and cleft palate.
Am J Orthod Dentofacial Orthop 107, 1995, 144-152

5 Axhausen, G: Technik und Ergebnisse der Spaltplastiken.
Hanser, München 1952

6 Becker, R, Verbeck, C, Wannenmacher, MF: Ergebnisse der primären Osteoplastik – vergleichende Untersuchungen mit und ohne Osteoplastik behandelter einseitiger Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 16/17, 1973, 115-117

7 Bergland, O, Semb, G, Åbyholm, FE: Elimination of the residual alveolar cleft by secondary bone grafting and subsequent orthodontic treatment.
Cleft Palate J 23, 1986, 175-206

8 Bohn, A: Dental anomalies in harelip and cleft palate.
Acta Odontol Scand 21, 1963, 1-109

9 Boyne, PJ: Use of marrow-cancellous bone grafts in maxillary alveolar and palatal clefts.
J Dent Res 53, 1974, 821-824

10 Boyne, PJ, Sands, NR: Secondary bone grafting of residual alveolar and palatal clefts.
J Oral Surg 30, 1972, 87-92

11 Boyne, PJ, Sands, NR: Combined orthodontic-surgical management of residual palato-alveolar cleft defects.
Am J Orthod 70, 1976, 20-37

12 Brägger, U, Nyman, S, Lang, NP, von Wyttenbach, T, Salvi, G, Schürch, E jr: The significance of alveolar bone in periodontal disease. A long-term observation in patients with cleft lip, alveolus and palate.
J Clin Periodontol 17, 1990, 379-384

13 Brägger, U, Schürch, E, Gusberti, FA, Lang, NP: Periodontal conditions in adolescents with cleft lip alveolus and palate following treatment in a co-ordinated team approach.
J Clin Periodontol 12, 1985, 494-502

14 Brattström, V, McWilliam, J, Larson, O, Semb, G: Craniofacial development in children with unilateral clefts of the lip, alveolus, and palate treated according to four different regimes. I. maxillary development.
Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg 25, 1991, 259-267

15 Brophy, TW: Cleft lip and palate.
Blackiston´s Son, Philadelphia, 1924

16 Brouwers, HJM, Kuijpers-Jagtman, AM: Development of permanent tooth length in patients with unilateral cleft lip and palate.
Am J Orthod Dentofacial Orthop 99, 1991, 543-549

17 Burt, JD, Byrd HS: Cleft lip: Unilateral primary deformities.
Plast Reconstr Surg 105, 2000, 1043-1055

18 Collins, M, James, DR, Mars, M: Alveolar bone grafting: a review of 115 patients.
Eur J Orthod 20, 1998, 115-120

19 Da Silva Filho, OG, Teles, SG, Ozawa, TO, Filho, LC: Secondary bone graft and eruption of the permanent canine in patients with alveolar clefts: Literature review and case report.
Angle Orthod 70, 2000, 174-178

20 Davies, D: The radical repair of cleft palate deformities.
Cleft Palate J 7, 1970, 550-561

21 De La Pedraja, J, Erbella, J, McDonald, WS, Thaller, S: Approaches to cleft lip and palate repair.
J Craniofac Surg 11, 2000, 562-571

22 Derichsweiler, H: Early orthodontic treatment of cleft palate patients as related to the prevention of jaw anomalies
in Hotz, R: Early treatment of cleft lip and palate. Huber, Bern 1964

23 Dixon, DA, Edwards, JRG, Newton, I: Orthodontically induced eruption of the permanent canine combined with alveolar cleft osteoplasty: a new procedure illustrated by a case with stereophotogrammetric reconstructions.
J Maxillofac Surg 4, 1976, 61-65

24 Drachter, R: Die Gaumenspalte und deren operative Behandlung.
Dtsch Z Chir 131, 1914, 1

25 El Deeb, M, Messer, LB, Lehnert, MW, Hebda, TW, Waite, DE: Canine eruption into grafted bone in maxillary alveolar cleft defects.
Cleft Palate J 19, 1982, 9-16

26 El Deeb, ME, Hinrichs, JE, Waite, DE, Bandt, CL, Bevis, R: Repair of alveolar cleft defects with autogenous bone grafting: Periodontal Evaluation.
Cleft Palate J 23, 1986, 126-136

27 Enemark, H, Jensen, J, Bosch, C: Mandibular bone graft material for reconstruction of alveolar cleft defects: long-term results.
Cleft Palate Craniofac J 38/2, 2001, 155-63

28 Enemark, H, Krantz-Simonsen, E, Schramm, JE: Secondary bone grafting in unilateral cleft lip palate patients: indications and treatment procedure.
Int J Oral Surg 14, 1985, 2-10

29 Enemark, H, Sindet-Pedersen, S, Bundgaard, M: Long-term results after secondary bone grafting of alveolar clefts.
J Oral Maxillofac Surg 45, 1987, 913-918

30 Enemark, H, Sindet-Pedersen, S, Bundgaard, M, Krantz-Simonsen, E: Combined Orthodontic-surgical treatment of alveolar clefts.
Ann Plast Surg 21, 1988, 127-133

31 Fahrenberg, HW: Vergleichende Untersuchungen bei Schneidezahnanomalien der ersten und zweiten Dentition an Röntgenbildern von Kindern mit seitlichen Kieferspaltformen. Diss Hamburg 1967

32 Friede, H, Johanson, B: A follow-up study of cleft children treated with primary bone grafting: Orthodontic aspects.
Scand J Plast Reconstr Surg 8, 1974, 88-103

33 Friede, H, Katsaros, C: Aktuelle Behandlungsprinzipien bei Lippen-, Kiefer- und Gaumenspalten aus Sicht des Kieferorthopäden.
Fortschr Kieferorthop 59, 1998, 313-330

34 Frykholm, A, Malmgren, O, Sämfors, K, Welander, U: Angular measurements in orthopantomography.
Dentomaxillofac Radiol 6, 1977, 77-81

35 Grob, M: Surgery of preoperative treated cleft lips and palates
in: Hotz, R: Early treatment of cleft lip and palate. Huber, Bern 1964

36 Häupl, K, Schrudde, J: Kieferorthopädische Gesichtspunkte bei der Behandlung von Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.
Langenbecks Arch Chir 295, 1960, 900-908

37 Hardt, N, Steinhäuser, EW: Untersuchungen zur Transplantatresorption bei früher und später Osteoplastik mit und ohne KFO-Lückenschluß.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 38, 1993, 77-80

38 Harkins, CS, Harding, RL, Longacre, JJ, Snodgrasse, RM: A classification of cleft lip and cleft palate.
Plast Reconstr Surg 29, 1962, 31-39

39 Herzog, M, Horch, HH, Wegner, T, Rudzki-Janson, I: Röntgenbefunde nach sekundärer bzw. tertiärer Osteoplastik bei Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 38, 1993, 64-66

40 Höltje, WJ, Scheuer, H: Resorptionen nach Kieferspaltosteoplastik - Welche Maßnahmen verhindern sie langfristig?
Fortschr Kiefer Gesichtschir 38, 1993, 73-77

41 Hollmann, K: Bemerkungen zur Osteoplastik bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.
Osterr Z Stomatol 61, 1964, 388

42 Holtgrave, EA: Die osteoplastische Versorgung des Kieferspaltes - ein Fortschritt für die kieferorthopädische Behandlung des Spaltpatienten?
Fortschr Kieferorthop 52, 1991, 237-244

43 Horch, HH: Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. in: Praxis der Zahnheilkunde 10/II, Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, 1998, 1-128

44 Horch, HH, Herzog, M, Wegner, T, Rudzki-Janson, I: Klinische Ergebnisse nach sekundärer Kieferspaltosteoplastik im Wechselgebiß bei Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 38, 1993, 61-64

45 Hotz, M, Gnoinski, W: Comprehensive care of cleft lip and palate children at Zürich University: A preliminary report.
Am J Orthod 70, 1976, 481-504

46 Houston, WJB: The analysis of errors in orthodontic measurements.
Am J Orthod 83, 1983, 382-390

47 Johanson, B, Ohlsson, Å: Die Osteoplastik bei Spätbehandlung der Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.
Langenbecks Arch Chir 295, 1960, 876-880

48 Kernahan, DA: The striped Y: A symbolic classification for cleft lip and palate.
Plast Reconstr Surg 47, 1971, 469-470

49 Kirschner, RE, La Rossa, D: Cleft lip and palate.
Otolaryngol Clin North Am 33, 2000, 1191-1215

50 Kling, A: Evaluation of results with reference to the bite
in: Hotz, R: Early treatment of cleft lip and palate. Huber, Bern 1964

51 Koberg, WR: Present view on bone grafting in cleft palate (a review of the literature).
J Maxillofac Surg, 1973, 185-193

52 Koblin, L, Koberg, W: Stellungsänderungen der Seitenzahnsegmente des Oberkiefers nach Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalt-Plastiken mit und ohne Osteoplastik.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 16/17, 1973, 118-124

53 Komposch, G: Die prächirurgische kieferorthopädische Behandlung von Säuglingen mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte.
Fortschr Kieferorthop 47, 1986, 362-369

54 Kriens, O: LAHSHAL. A concise documentation system for cleft lip, alveolus, and palate diagnosis.
In: Kriens, O: What is a cleft lip and palate? A multidisciplinary update. Thieme, Stuttgart 1989, 30-34

55 Landau, H, Freitag, V: Ergebnisse der sekundären Kieferspaltosteoplastik bei Lippen-Kiefer-Gaumenspaltpatienten mit besonderer Berücksichtigung von spaltseitigen Anlagen kleiner Schneidezähne.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 38, 1993, 67-68

56 Langman, J: Medizinische Embryologie,
Thieme, Stuttgart 1989, 366-375

57 Lexer, E: Die Verwendung der freien Knochenplastik nebst Versuchen über Gelenkversteifung und Gelenktransplantation.
Langenbecks Arch Chir 86, 1908, 939

58 Long, RE jr, Spangler, BE, Yow, M: Cleft width and secondary alveolar bone graft success.
Cleft Palate Craniofac J 32, 1995, 420-427

59 McNeil, CK: Orthodontic procedures in the treatment of congenital cleft palate.
Dental Record 70, 1950, 126

60 Millard, DR jr: A primary camouflage of the unilateral harelip.
In: Skoog, T: Transactions of the first International Congress of Plastic Surgery. Williams & Wilkins, Baltimore 1955, 160-166

61 Millard, DR jr: Columella lengthening by a forked flap.
Plast Reconstr Surg 22, 1958, 454-457

62 Moller, KT: Interdisciplinary care for persons with cleft lip and palate in the year 2001.
Northwest Dent 80, 2001, 29-36

63 Nordin, KE, Johanson, B: Freie Knochentransplantation bei Defekten im Alveolarkamm nach kieferorthopädischer Einstellung der Maxilla bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 1, Thieme, Stuttgart 1955

64 Opitz, C, Meier, B, Stoll, C, Subklew, D: Röntgenologische Bestimmung der Transplantathöhe nach sekundärer Osteoplastik bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten.
Fortschr Kieferorthop 60, 1999, 383-391

65 Peterka, M, Tvrdek, M, Müllerová, Z: Tooth eruption in patients with cleft lip and palate.
Acta Chir Plast 35, 1993, 154-158

66 Pfeifer, G: Lippenkorrekturen nach früheren Spaltenoperationen mit dem Wellenschnittverfahren.
Dtsch Zahnarztl Z 25, 1970a, 569-576

67 Pfeifer, G: Über ein entwicklungsgeschichtlich begründetes Verfahren des Verschlusses von Lippenspalten.
Dtsch Zahn Mund Kieferheilk 54, 1970b, 69-77

68 Pfeifer, G.: Entwicklung, Morphologie und Wachstum der Alveolarstümpfe bei Kieferspalten als Grundlagen der Osteoplastik.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 38, 1993, 15-26

69 Pichler, H: Zur Operation der doppelten Lippen-Gaumenspalten.
Dtsch Z Chir 195; 1926, 104

70 Pickrell, K, Quinn, G, Massengill, R: Primary bone grafting of the maxilla in clefts of the lip and palate: a four year study.
Plast Reconstr Surg 41, 1968, 438-443

71 Ramstad, T, Hensten-Pattersen, O, Mohn, E, Ibrahim, SI: A methodological study of errors in vertical measurements of edentulous ridge height on orthopantomographic radiograms.
J Oral Rehabil 5, 1978, 403-412

72 Randall, P: A triangular flap operation for the primary repair of unilateral clefts of the lip.
Plast Reconstr Surg 23, 1959, 331-347

73 Rehrmann, AH, Koberg, WR, Koch, H: Long-term postoperative results of primary and secondary bone grafting in complete clefts of lip and palate.
Cleft Palate J 7, 1970, 206-221

74 Rehrmann, AH, Koberg, WR, Koch, H: Die Auswirkungen der Osteoplastik auf das Wachstum des Oberkiefers.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 16/17, 1973, 102-107

75 Robertson, NRE, Jolleys, A: Effects of early bone grafting in complete clefts of lip and palate.
Plast Reconstr Surg 42, 1968, 414-421

76 Scheer, P, Pfeifer, G: 15 Jahre chirurgisch-orthodontische Erfahrungen mit zwei Arten der Kieferspaltosteoplastik.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 38, 1993, 34-42

77 Schmid, E: Die Annäherung der Kieferstümpfe bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten; ihre schädlichen Folgen und Vermeidung.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 1, Thieme, Stuttgart 1955

78 Schmid, E: Die Osteoplastik bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.
Langenbecks Arch Chir 295, 1960, 868-876

79 Schrudde, J, Stellmach, R: Die primäre Osteoplastik der Defekte des Kieferbogens bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten am Säugling.
Zentralbl Chir 83, 1958, 849

80 Schrudde, J, Stellmach, R: Primäre Osteoplastik und Kieferbogenformung bei Lippen-Kiefer-Gaumenspaltung.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 5, Thieme, Stuttgart 1959

81 Schuchardt, K, Pfeifer, G: Erfahrungen über primäre Knochentransplantationen bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.
Langenbecks Arch Chir 295, 1960, 881-883

82 Schweckendiek, H: Zur zweiphasigen Gaumenspaltenoperation bei primärem Velumverschluss.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 1, 1955, 73-76

83 Schwenzer, N: Vorwort in: Die Osteoplastik bei Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 38, 1993

84 Semb, G, Bergland, O, Åbyholm, F: Die Bedeutung der sekundären Osteoplastik für die kieferorthopädische Behandlung von Spaltpatienten.
Fortschr Kieferorthop 47, 1986, 519-529

85 Shapira, Y, Lubit, E, Kuftinec, MM: Congenitally missing second premolars in cleft lip and cleft palate children.
Am J Orthod Dentofacial Orthop 115, 1999, 396-400

86 Shapira, Y, Lubit, E, Kuftinec, MM: Hypodontia in children with various types of clefts.
Angle Orthod 70, 2000, 16-21

87 Shapira, Y, Lubit, E, Kuftinec, MM, Borell, G: The distribution of clefts of the primary and secondary palates by sex, type, and location.
Angle Orthod 69, 1999, 523-528

88 Shashua, D, Omnell, ML: Radiographic determination of the position of the maxillary lateral incisor in the cleft alveolus and parameters of assessing its habilitations prospects.
Cleft Palate Craniofac J 37/1, 2000, 21-25

89 Shaw, WC, Semb, G, Nelson, P, Brattström, V, Mølsted, K, Prahl-Andersen, B, Gundlach, KKH: The eurocleft project 1996-2000: overview.
J Craniomaxillofac Surg 29, 2001, 131-140

90 Slaughter, WB, Pruzansky, S: The rationale for velar closure as a primary procedure in the repair of cleft palate defects.
Plast Reconstr Surg 13, 1954, 341-357

91 Stellmach, R: Die Osteoplastik bei Lippen-Kiefer-Gaumenspalten.
Langenbecks Arch Chir 295, 1960, 880-881

92 Stellmach, R: Historische Entwicklung und derzeitiger Stand der Osteoplastik bei Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten.
Fortschr Kiefer Gesichtschir 38, 1993, 11-14

93 Stenström, SJ, Thilander, BL: Facial skeleton growth after bone grafting to surgically created premaxillomaxillary suture defects: An experimental study on the guinea pig.
Plast Reconstr Surg 40, 1967a, 1-12

94 Stenström, SJ, Thilander, BL: The growth retarding effect of bone grafting to the defect after extirpation of the premaxillary suture in guinea-pigs.
Panminerva Med 9, 1967b, 406-407

95 Stoelinga, PJW, Haers, PEJJ, Leenen, RJ, Soubry, RJ, Blijdorp, PA, Schoenaers, JHA: Late management of secondarily grafted clefts.
Int J Oral Maxillofac Surg 19, 1990, 97-102

96 Stramotas, S, Geenty, JP, Darendeliler, MA, Byloff, F, Berger, J, Petocz, P: The reliability of crown-root ratio, linear and angular measurements on panoramic radiographs.
Clin Orthod Res 3, 2000, 182-191

97 Stramotas, S, Geenty JP, Petocz, P, Darendeliler MA: Accuracy of linear and angular measurements on panoramic radiographs taken at various positions in vitro.
Eur J Orthod 24, 2002, 43-52

98 Strauss, RP: Cleft palate and craniofacial teams in the United States and Canada: a national survey of team organization and standards of care. The American Cleft Palate-Craniofacial Association (ACPA) Team Standards Committee.
Cleft Palate Craniofac J 35, 1998, 473-480

99 Teja, Z, Persson, R, Omnell, ML: Periodontal status of teeth adjacent to nongrafted unilateral alveolar clefts.
Cleft Palate Craniofac J 29, 1992, 357-362

100 Thanyakarn, C, Hansen, K, Rohlin, M, Åkesson, L: Measurements of tooth length in panoramic radiographs. 1: The use of indicators.
Dentomaxillofac Radiol 21, 1992, 26-30

101 Thornton, JB, Nimer, S, Howard, PS: The incidence, classification, etiology and embryology of oral clefts.
Semin Orthod 2, 1996, 162-168

102 Tindlund, RS, Rygh, P, Bøe, OE: Intercanine widening and sagittal effect of maxillary transverse expansion in patients with cleft lip and palate during the deciduous and mixed dentitions.
Cleft Palate Craniofac J 30, 1993, 195-207

103 Tronje, G, Eliasson, S, Julin, P Welander, U: Image distorsion in rotational panoramic radiography, Part II, vertical distances.
Acta Radiol 22,4, 1981, 449-455

104 Tronje, G, Welander, U, McDavid, WD, Morris, CR: Image distorsion in rotational panoramic radiography, Part III, inclined objects.
Acta Radiol 22,5, 1981, 585-592

105 Tsai, T, Huang, C, Huang, C, See, L: Distribution patterns of primary and permanent dentition in children with unilateral complete cleft lip and palate.
Cleft Palate Craniofac J 35, 1998, 154-160

106 Turvey, TA, Vig, K, Moriarty, J, Hoke, J: Delayed bone grafting in the cleft maxilla and palate: A retrospective multidisciplinary analysis.
Am J Orthod 86, 1984, 244-256

107 Veau, V: Division palatine; anatomie, chirurgie, phonétique.
Masson, Paris 1931

108 Vichi, M, Franchi, L: Abnormalities of the maxillary incisors in children with cleft lip and palate.
ASDC J Dent Child 62, 1995, 412-417

109 Vichi, M, Franchi, L: Eruption anomalies of the maxillary permanent cuspids in children with cleft lip and / or palate.
J Clin Pediatr Dent 20, 1996, 149-153

110 Witherow, H, Cox, S, Jones, E, Carr, R, Waterhouse, N: A new scale to assess radiographic success of secondary alveolar bone grafts.
Cleft Palate Craniofac J 39, 2002, 255-260

111 World Health Organization, Human Genetics Programme. World Atlas of Birth Defects, Ist Edition. International Centre for Birth Defects of the International Clearinghouse for Birth Defects Monitoring Systems in collaboration with European Registration of Congenital Anomalies (EUROCAT) 1998

112 Wyatt, DL, Farman, AG, Orbell, GM, Silveira, AM, Scarfe, WC: Accuracy of dimensional and angular measurements from panoramic and lateral oblique radiographs.
Dentomaxillofac Radiol 24 (4), 1995, 225-231

LEBENSLAUF

Name: Tasche
Vorname: Diana
Wohnort: Normannenstr. 78
42277 Wuppertal
Tel.: 0202 / 623633
Geboren am: 14.02.1973
Geboren in: Gevelsberg

Ausbildung:

10.08.1979 - 31.07.1983	Pestalozzi-Grundschule Gevelsberg
22.08.1983 - 11.06.1992	Städtisches Gymnasiums Gevelsberg erreichter Abschluß: Allgemeine Hochschulreife
01.10.1992 - 02.06.1999	Studium der Zahnmedizin an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
02.06.1999	zahnärztliche Prüfung
23.07.1999	Approbation als Zahnärztin
seit 1999	Promotionsarbeit mit dem Titel: Die Wertigkeit der spaltbenachbarten Zähne bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumenspalten aus kieferorthopädischer Sicht

Bisherige zahnärztliche Tätigkeit:

01.08.1999 - 31.07.2000	Vorbereitungsassistentin in Praxis Dr. B. Hüpper, Wipperfürth
01.08.2000 - 31.01.2001	Vorbereitungsassistentin in Praxis Dr. F. Nolzen, Remscheid
01.02.2001 - 31.12.2002	Vorbereitungsassistentin in Praxis Dr. B. Karstedt, Solingen
01.01.2003 - 30.06.2003	Entlastungsassistentin in Praxis Dr. B. Karstedt, Solingen
seit 01.07.2003	niedergelassen in Gemeinschaftspraxis Dr. Bodo Karstedt Diana Tasche Brühlerstr. 113, Solingen

Diana Tasche

Die Wertigkeit der spaltständigen Zähne nach sekundärer Osteoplastik bei Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten aus kieferorthopädischer Sicht

Diese Studie beurteilt die Wertigkeit der spaltbenachbarten Zähne bei Patienten mit Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten. Die Untersuchungsgruppe bestand aus den Patienten, die in der Westdeutschen Kieferklinik der Universität Düsseldorf in einem Alter von 8 - 13 Jahren eine sekundäre Osteoplastik erhielten.

Als Kriterien für die Wertigkeit wurde das Vorkommen von Aplasien und Hypoplasien und an den spaltständigen Zähnen die Angulation der Zahnachsen, die Höhe des knöchernen Attachments und das Auftreten von Wurzelresorptionen sowie die Ausprägung einer Einziehung des Alveolarfortsatzes im Spaltbereich bewertet. Als Untersuchungsmaterial dienten die Orthopantomogramme der Patienten sowohl direkt nach der sekundären Osteoplastik als auch nach Abschluss der kieferorthopädischen Behandlung.

Bei 48 % der Patienten wurde eine Aplasie, bei 20 % eine Hypoplasie des lateralen Inzisivus festgestellt. Aus der Untersuchungsgruppe konnten nur 25 seitliche Inzisivi erhalten bleiben, zusätzlich zu den 36 aplastischen Zähnen wurden 14 extrahiert. Die Hälfte der entstandenen Lücken wurde kieferorthopädisch geschlossen, die restlichen präprothetisch geöffnet. Innerhalb dieser beiden Gruppen konnte kein statistisch signifikanter Unterschied bei der Höhe des knöchernen Attachments oder der Tiefe der Einziehung des Alveolarfortsatzes festgestellt werden. Das knöcherne Attachment zeigte sich aber im mesialen Spaltbereich geringer ausgebildet als distal.
Die Zahnachsen konnten im Vergleich zu einer erfolgreich behandelten Patientengruppe ohne Spaltbildung nicht vollständig aufgerichtet werden. Dies trat besonders ausgeprägt an den vorhandenen lateralen Inzisivi, aber auch an den mittleren Inzisivi auf. Nach Lückenöffnung zeigten spaltnahe Zähne zumeist einen konvergierenden Kippstand.

Die erreichte Stellung der Zähne und ein knöchernes Attachment oberhalb von 75 % der Wurzellänge (bei 92 % der distalen und 76 % der mesialen Ergebnisse) galt in Anbetracht der Ausgangssituation als Erfolg, auch wenn keine Idealsituation erreicht wurde. Insofern war die Wertigkeit der spaltständigen Zähne als relativ hoch anzusehen.