

Aus Poliklinik für Kieferorthopädie
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Seitenvergleich der Zahnentwicklung bei Patienten mit unilateraler
Lippen-Kiefer-Gaumenspalte

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der
Zahnmedizin
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Marie Eva Sophie Schwarting
Aus Mainz

Mainz, 2024

Wissenschaftlicher Vorstand: Univ.-Prof. Dr.Hansjörg Schild

1. Gutachter:

2. Gutachter:

Tag der Promotion: 11. November 2024

Für meine Eltern

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
1 Einleitung / Ziel der Dissertation.....	1
2 Literaturdiskussion	2
2.1 Lippen-Kiefer-Gaumenspalte	2
2.1.1 Definition	2
2.1.2 Diagnostik und Therapie	3
2.2 Zahnmineralisation.....	4
2.3 Methoden zur Bestimmung des Zahnalters	5
2.4 Zahnentwicklung bei Patienten mit Spaltbildung.....	6
2.4.1 Verzögerte Zahnentwicklung	6
2.4.2 Asymmetrische Zahnentwicklung	10
2.4.3 Aplasie und Zahnanomalien des seitlichen Schneidezahns	12
3 Fragestellungen.....	16
4 Material und Methoden.....	17
4.1 Fallzahlplanung	17
4.2 Einschluss- und Ausschlusskriterien	18
4.3 Matching.....	19
4.4 Bestimmung der Zahnmineralisation.....	19
4.5 Datenanalyse	20
5 Ergebnisse	22
5.1 primäre Stichprobe.....	22
5.1.1 Demographie	22
5.1.2 Vergleich Zahnentwicklung LKG- versus Kontrollgruppe.....	24
5.1.3 Innerhalb der LKG-Gruppe Vergleich Spaltseite versus Gegenseite.....	25
5.1.4 Vergleich Zahnmineralisation Ober- versus Unterkiefer	27

5.1.5	Innerhalb der LKG-Gruppe Vergleich einzelner Zahnpaare des Oberkiefers ...	30
5.2	sekundäre Stichprobe (Subpopulation).....	32
5.2.1	Demographie	32
5.2.2	Vergleich Zahnentwicklung LKG- versus Kontrollgruppe.....	34
5.2.3	Vergleich Ober- versus Unterkiefer.....	35
6	Diskussion	37
6.1	Patientenkollektiv	37
6.2	Material & methodisches Vorgehen	38
6.3	Zahnentwicklung	39
6.4	Asymmetrische Zahnentwicklung.....	40
6.5	Seitlicher Schneidezahn.....	42
7	Zusammenfassung.....	45
8	Literaturverzeichnis	47
10	Danksagung.....	59
11	Tabellarischer Lebenslauf.....	60

Abkürzungsverzeichnis

C	Eckzahn
DVT	Digitale Volumentomographie
Hb	Hämoglobin
HNO	Hals-Nasen-Ohren
I1	mittlerer Schneidezahn
I2	seitlicher Schneidezahn
LK	Lippen-Kiefer
LKG	Lippen-Kiefer-Gaumen
M1	1.Molar
M2	2.Molar
M3	3.Molar
MKG	Mund-Kiefer-Gesicht
n.b	nicht betrachtet
OK	Oberkiefer
OP	Operation
OPG	Orthopantomogramm
P1	1.Prämolar
P2	2.Prämolar
SD	Standardabweichung
UK	Unterkiefer
z.B	zum Beispiel

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Die wichtigsten Phasen der Zahnbildung, Quelle: (32).....	4
Abbildung 2 Flowchart zur Auswahl der Röntgenbilder; Quelle: SPSS	18
Abbildung 3 Geschlechterverteilung LKG- und Kontrollgruppe, Quelle: SPSS.....	23
Abbildung 4 Häufigkeiten der Spaltseite, Quelle: SPSS	23
Abbildung 5 Häufigkeiten der Spalttypen, Quelle: SPSS	24
Abbildung 6 Dentales Alter LKG-Gruppe vs. Kontrollgruppe, Quelle: SPSS	25
Abbildung 7 Zahnmineralisation Gegenseite vs. Spaltseite, Quelle: SPSS	26
Abbildung 8 Seitendifferenz Gegenseite vs. Spaltseite, Quelle: SPSS	26
Abbildung 9 Zahnmineralisation Oberkiefer vs. Unterkiefer, LKG-Gruppe, Quelle: SPSS	27
Abbildung 10 Zahnmineralisation Oberkiefer vs. Unterkiefer, Kontrollgruppe, Quelle: SPSS	28
Abbildung 11 OK/UK Spaltseite, Quelle: SPSS	29
Abbildung 12 OK/UK Gegenseite, Quelle: SPSS.....	29
Abbildung 13 Lage des seitlichen Schneidezahns (relative Häufigkeit), Quelle: SPSS.....	31
Abbildung 14 Geschlechterverteilung LKG- und Kontrollgruppe, Quelle: SPSS.....	32
Abbildung 15 Häufigkeiten der Spaltseite, Quelle: SPSS	33
Abbildung 16 Häufigkeiten der Spalttypen, Quelle: SPSS	33
Abbildung 17 Dentales Alter LKG-Gruppe vs. Kontrollgruppe, Quelle: SPSS	34
Abbildung 18 Zahnmineralisation Oberkiefer vs. Unterkiefer, LKG, Quelle: SPSS.....	35
Abbildung 19 Zahnmineralisation Oberkiefer vs. Unterkiefer, Kontrollgruppe, Quelle: SPSS	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Übersicht über die Methoden zur Bestimmung des Zahnalters	5
Tabelle 2 Literaturübersicht zur verzögerten Zahnentwicklung.....	7
Tabelle 3 Literaturübersicht Spaltseite vs. Nicht-Spaltseite	10
Tabelle 4 Literaturübersicht: Aplasien des seitlichen Schneidezahns bei Patienten mit einseitiger Spaltbildung	12
Tabelle 5 Literaturübersicht: Doppelanlage des seitlichen Schneidezahns bei Patienten mit einseitiger Spaltbildung	14
Tabelle 6 Literaturübersicht: Lage des seitlichen Schneidezahns im Bezug zur Spalte	14

1 Einleitung / Ziel der Dissertation

Die Lippen-Kiefer-Gaumenspalte (LKG-Spalte) zählt zu den häufigsten angeborenen Fehlbildungen des Menschen. Die Inzidenz beträgt dabei 1:700 (1).

Patienten mit einer Spaltbildung sind aufgrund des eingeschränkten Wachstums des Oberkiefers in der Regel lebenslang mit einer Vielzahl von Problemen konfrontiert und haben häufig Sprach-, Hör-, und Zahnprobleme (2, 3).

So weisen etwa 50-60 % der Patienten einen abnormen Mittelohrstatus mit einem leichten bis mittelschweren Hörverlust auf. Eine sekretorische Otitis media, die aufgrund anatomischer und funktioneller Fehlbildungen im Bereich des velopharyngealen Schließmuskels auftritt, ist eine häufige hörbezogene Veränderung bei diesen Patienten. Da die anatomische und physiologische Funktion des Hörsystems in engem Zusammenhang mit dem Erwerb und der Entwicklung der Sprache steht, ist eine veränderte Artikulation und eine Hypernasalität bei diesen Patienten kennzeichnend (2, 4).

Eine große Rolle spielt neben den Hör- und Sprachproblemen aber vor allem auch die ästhetische Komponente, die bei fehlender Therapie der Spaltbildung erhebliche psychologische Folgen für den Patienten und seine Familie, einschließlich einer verminderten Lebensqualität nach sich zieht (5, 6).

Darüber hinaus wird eine höhere Prävalenz von schweren Zahnanomalien beobachtet. Insbesondere abnorme Zahnbildung, Hypo- und Aplasien treten bei diesen Patienten häufig auf (7-9). Ferner wird auch von Zahnentwicklungsverzögerungen berichtet, obwohl noch nicht abschließend geklärt ist, ob eine seitenungleiche Mineralisation der Zähne bei Patienten mit Spaltbildung stattfindet und welche Zähne dabei am stärksten betroffen sind (10).

Betroffene Patienten bedürfen einer langjährigen, interdisziplinären Therapie bis ins Erwachsenenalter. Bei der kieferorthopädischen Behandlungsplanung ist die Zahnentwicklung von großer klinischer Bedeutung, um den Zeitpunkt des kieferorthopädischen Behandlungsstartes genau abzuschätzen. Darüber hinaus richtet sich bei Betroffenen das chirurgische Timing für die Kieferspaltosteoplastik nach der Zahnentwicklung und nicht nach dem chronologischen Alter (11, 12). Eine genaue Beurteilung der Zahnentwicklung ermöglicht daher nicht nur eine bessere kieferorthopädische und chirurgische Planung mit dem Ziel, die Anzahl der erforderlichen Operationen zu begrenzen und die Therapie optimal zu gestalten, sondern auch die Altersschätzung auf der Grundlage der Zahnentwicklung für forensische Zwecke (13).

Mit der folgenden Fall-Kontroll-Studie sollen Besonderheiten in der Zahnmineralisation bei Patienten mit Spaltbildung im Vergleich zu einer Gruppe Nichtbetroffener untersucht werden.

2 Literaturdiskussion

2.1 Lippen-Kiefer-Gaumenspalte

2.1.1 Definition

Während der fetalen Phase zwischen der 5. und 7. Woche kommt es zu Verschmelzungsprozessen im Bereich von Nase, Oberlippe und Oberkiefer gefolgt von der Vereinigung des Gaumens in der 10.-12. Schwangerschaftswoche (14, 15). Erfolgen diese Entwicklungsprozesse nicht oder nur unvollständig, führt dies zur Ausprägung folgender Spaltvariationen:

Neben kleineren Spalten, wie z.B. der Lippenspalte oder Lippenkerbe treten auch größere in Form von Lippen-Kiefer- (LK), isolierter Gaumen- und Lippen-Kiefer-Gaumenspalte auf. Außerdem unterscheidet man eine einseitige von einer beidseitigen Spalte (14-17).

Die einseitigen Spaltbildungen sind im Verhältnis 2:1 häufiger bei Jungen anzutreffen, die linke Seite ist dabei häufiger betroffen als die rechte (16, 18, 19).

Beschrieben werden die verschiedenen Typen mit Hilfe der „LAHSHAL“- Klassifikation. Dabei steht „L“ für Lippe, „A“ für Alveolarkamm und „H“ und „S“ für den harten und den weichen Gaumen. Der linke Teil des Akronymes „LAHSHAL“ beschreibt die rechte Patientenseite und umgekehrt. Ist die Spalte an der jeweiligen Stelle vollständig ausgeprägt, wird ein Großbuchstabe verwendet, bei partiellem Befall ein Kleinbuchstabe und bei Nicht-Befall ein Minuszeichen (20-22).

Die genaue Ursache für das Auftreten einer LKG-Spalte ist nicht bekannt, allerdings gibt es eine Reihe vermuteter Triggerfaktoren, die das Auslösen einer solchen Fehlbildung begünstigen und für eine multifaktorielle Genese sprechen. Neben genetischen Faktoren spielen auch äußere Faktoren wie Rauchen, Mangelernährung, Stress, Konsum von Alkohol und bestimmten Medikamenten während der Schwangerschaft eine Rolle (1, 23-27).

Das Risiko, ein weiteres Kind mit einer Spaltbildung zu bekommen, steigt, wenn die Eltern oder die Geschwister eine Spaltbildung aufweisen. In den meisten Fällen gibt es allerdings weder eine familiäre Vorgeschichte mit LKG-Spalten noch eine Vorgeschichte mit einer komplizierten Schwangerschaft (18, 19).

Spaltbildungen können in zwei Kategorien unterteilt werden: syndromale und nicht-syndromale Spaltbildungen. Im Gegensatz zu Lippen- oder LKG-Spalten ist es bei isolierten Gaumenspalten wahrscheinlicher, dass sie mit einem Syndrom oder einem genetischen Defekt einhergehen. Die meisten Fälle von LKG-Spalten treten jedoch nicht zusammen mit anderen Geburtsfehlern auf (18).

Unterschiede lassen sich auch bei Betrachtung verschiedener Ethnizitäten feststellen. Auf 10.000 Lebendgeburten entfallen bei Kaukasiern 10, bei Asiaten 20 und bei Afrikanern 4 Spaltfehlbildungen (14).

2.1.2 Diagnostik und Therapie

Im Rahmen der Pränataldiagnostik erfolgt ab der 16. Schwangerschaftswoche (2. Trimenon) eine Ultraschalluntersuchung. Die meisten Spaltbildungen lassen sich damit gut detektieren, kleinere isolierte Gaumenspalten sind jedoch wesentlich schwieriger zu erkennen. Bei Verdacht oder sogar Beweis des Vorliegens einer Spalte, wird die werdende Mutter an ein Zentrum mit Schwerpunkt für LKG-Spalten verwiesen (28, 29).

Im Folgenden wird exemplarisch das therapeutische Vorgehen des Zentrums für LKG-Spalten der Universitätsmedizin Mainz für die einseitige LKG-Spalte dargestellt.

Kurz nach der Geburt wird eine Mund-Nasen-Trennplatte angepasst, die als Trinkhilfe fungiert, das Oberkiefer Wachstum steuert und die Nasenatmung fördert. Die Platte wird bis zum operativen Gaumenverschluss getragen. Nach der sogenannten „10er-Regel“ (10 Wochen alt, 10 Pfund schwer, 10g/dl Hb, <10.000 Leukozyten) erfolgt der Lippenverschluss mit ca. 3-4 Monaten. Je nach Ausgangsbefund werden verschiedene Techniken (z.B.: Pfeifer'scher Wellenschnitt, Tennison-Randall) angewendet (28, 30).

Zwischen 9 und 12 Monaten erfolgt der Verschluss des weichen Gaumens, der vor allem die Rekonstruktion der Gaumensegelmuskulatur beinhaltet. Wichtig ist hierbei die Förderung der Muskulatur unter Anleitung eines Logopäden, sowie die regelmäßigen Kontrollen beim Hals-Nasen-Ohren (HNO) Arzt (30).

Im Alter von 9 bis 12 Jahren erfolgt die Zwischenkieferosteoplastik, meist zum Zeitpunkt der halben bis 2/3 Wurzelentwicklung des spaltnahen Eckzahnes. Bis zu dem Zeitpunkt wird das Oberkieferwachstum mithilfe kieferorthopädischer Apparate unterstützt. Das Auffüllen der Spalte des Alveolarkamms erfolgt dabei mit Spongiosa aus dem Beckenkamm (30).

Anschließend erfolgt die kieferorthopädische Folgebehandlung, welche gegebenenfalls das Schließen von Lücken bei fehlenden Zähnen und die Einstellung der richtigen Okklusion beinhaltet. Je nach Schweregrad muss allerdings eine unterstützende Dysgnathie-OP erfolgen (in Mainz <10%). Nach Wachstumsabschluss wird die Korrektur von Nasen- und Lippennarbe durchgeführt. Neben den ästhetischen Gesichtspunkten steht aber hier vor allem die Verbesserung der Nasenatmung und Lippenbewegung im Vordergrund (28, 30).

2.2 Zahnmineralisation

Unter dem Begriff der Zahnmineralisation versteht man die Einlagerung von anorganischen Bestandteilen, wie Hydroxylapatit, Fluoride und Phosphate, in die Zahnhartsubstanz (31).

Diese Mineralisationsprozesse beginnen bereits in der 14. Schwangerschaftswoche mit den unteren mittleren Milchschneidezähnen und enden ungefähr im Alter von 20-25 Jahren mit der Bildung der Weisheitszähne. Dieser Vorgang erfolgt ausgehend von der Schneidekante bis hin zur Wurzel und geht auf anfängliche epithelial-mesenchymale Prozesse am Beginn der Zahnentstehung zurück. Bevor die Zahnentwicklung einsetzt, erscheint die zahnbildende Region innerhalb des Zahnepithels. Im Knospenstadium wächst das Zahnepithel in das dentale Mesenchym ein, das sich um das Epithel herum zu einer Knospe verdichtet. Im Kappenstadium dehnt sich das Epithel dann weiter in das Mesenchymgewebe aus, gefolgt vom Glockenstadium, in dem sich das klassische Höckermuster differenziert (siehe Abbildung 1) (32).

Ausgehend von der Zahnkrone erfolgt die Bildung der Wurzel, die vom Zahnhals bis zur Wurzelspitze fortschreitet. Dieser Prozess ist erst 2-3 Jahre nach dem Zahndurchbruch abgeschlossen (33).

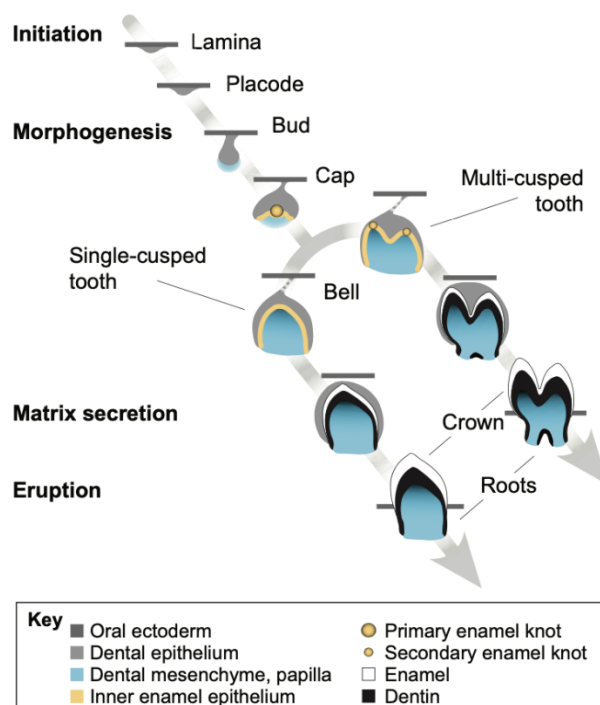


Abbildung 1 Die wichtigsten Phasen der Zahnbildung, Quelle: (32)

In der Literatur sind eine Reihe verschiedener Techniken zur Charakterisierung der verschiedenen Zahnstadien beschrieben (34-38). Diese finden besonders in der Forensik ihre Anwendung. Allerdings liefern sie auch interessante quantifizierbare Befunde bei bestimmten kraniofazialen Fehlbildungen, wie der Dysostosis cleidocranialis, die mit einer verzögerten Zahnmineralisation einhergeht (39).

2.3 Methoden zur Bestimmung des Zahnalters

Zur Bestimmung des Zahnalters muss der Entwicklungsstand der Zähne herangezogen werden. In der Literatur werden eine Vielzahl an Methoden zur Bestimmung des dentalen Alters beschrieben, von denen die einfachste darin besteht, das Zahnalter anhand des Durchbruchzeitpunkts zu ermitteln (40-44). Bei Kindern, bei denen der Zahnwechsel noch nicht eingetreten oder beendet ist, ist diese Methode allerdings nicht anwendbar. Röntgenologische Schätzungen sind deutlich präziser, weil es die gleichzeitige Betrachtung von Krone und Zahnwurzel ermöglicht (45). Alle gängigen Methoden nutzen daher die Auswertung basierend auf Röntgenaufnahmen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die am häufigst angewendeten Methoden in der Literatur bei Patienten mit Spaltbildung.

Tabelle 1 Übersicht über die Methoden zur Bestimmung des Zahnalters

Autor	Jahr	Zähne	Stadien	Patientenalter (in Jahren)	Population
Nystrom (44)	2000	Alle Milchzähne	Die Anzahl der durchgebrochenen Zähne wird bestimmt		Kaukasisch
Demirjian/Willems (46)	1973	37-31	8 (A-H)	3-17	Kaukasisch
Haavikko (47)	1970	alle	12	2-21	Kaukasisch
Moorrees (48)	1963	37-47, 12-22	14	Keine Angabe	Kaukasisch
Nolla (38)	1960	alle	10	2-23	Kaukasisch
Gleiser&Hunt (49)	1955	46	15	0-10	Nordamerikaner

Bei der Beurteilung des Mineralisationsgrades aus dem Röntgenbefund gibt es zahlreiche unterschiedliche Ansätze (50).

So untersuchen Haavikko et al. (47) alle Zähne und teilen diese in 12 verschiedene Stadien ein. In einer zweiten verkürzten Methode führen sie die Bestimmung des Zahnalters nur noch an vier Referenzzähne durch (37). Die Referenzzähne bei Kindern unter 10 Jahre sind dabei: unterer rechter erster Molar, unterer rechter erster Prämolare, unterer rechter Eckzahn und oberer rechter zentraler Schneidezahn; unterer rechter zweiter Molar, unterer rechter erster Prämolare, unterer rechter Eckzahn und oberer rechter Eckzahn bei Personen, die älter als 10 Jahre sind (40). Die Stadien werden mit Hilfe eigener geschlechtsspezifischer Tabellen in das Zahnalter umgerechnet.

Eine ähnliche Methode beschreiben Nolla et al. (38). Sie entwickelten eine Methode, welche alle bleibenden Zähne in 10 Zahnstadien unterteilt. Die Summe der untersuchten Stadien ergibt anhand eigener Tabellen das dentale Alter (38).

Die Methode nach Gleiser&Hunt (49) zieht lediglich den ersten Molar des vierten Quadranten in Betracht und teilt diesem aus 15 verschiedenen Stadien ein bestimmtes Stadium zu.

Moorrees et al. (48) analysieren hingegen alle Schneidezähne zusammen mit allen Zähnen des Unterkiefers. Dabei unterscheiden sie 14 verschiedene Stadien.

Die am häufigsten verwendete Methode ist die nach Demirjian et al. (35). Demirjian et al. unterteilen die Zahnmineralisation in 8 Stadien (A-H) mithilfe bestimmter Kriterien (siehe Abbildung 9.2 im Anhang). Sie analysieren die Mineralisationsgrade der ersten sieben Zähne des linken Unterkiefers (3. Quadrant) und ordnen den Zähnen jeweils, je nach Geschlecht, bestimmte Zahlenwerte zu (siehe Abbildung 9.3 im Anhang). Diese Zahlenwerte ergeben summiert das dentale Alter des Patienten. Durch Vergleiche mit dem chronologischen Alter des Patienten kann auf eine frühzeitige oder verlangsamte Entwicklung geschlossen werden (35). Mehrere Jahre später überarbeiteten Willems et al. (46) die Zahlenwerte von Demirjian et al. (35) und entwickelten eine neue, genauere Tabelle, mit welcher sich das dentale Alter noch präziser bestimmen lässt (46, 51, 52). Vergleiche der verschiedenen Methoden untereinander bestätigten, dass die Methode nach Willems am wenigsten zu einer Unter- oder Überschätzung des Zahnalters führt. (53)

Aus diesem genannten Grund wird auch bei der folgend beschriebenen Studie die Methode nach Willems angewendet.

2.4 Zahnentwicklung bei Patienten mit Spaltbildung

2.4.1 Verzögerte Zahnentwicklung

Die systematische Literaturrecherche basiert auf dem Bestand der Datenbank pubmed, sowie der Universitätsbibliothek Mainz. Bei der elektronischen Suche der Datenbank pubmed wurden insgesamt 5.342 Artikel gefunden. Nach der Beschränkung der Spaltbildung auf die einseitige Form und der Eliminierung doppelter Einträge wurden die verbleibenden Artikel auf der Grundlage von Titeln und Zusammenfassungen gesichtet. 23 Artikel erfüllten die unten aufgeführten Einschlusskriterien und wurden schließlich analysiert (siehe Prisma-Flussdiagramm 9.1 im Anhang).

Zu den Einschluss- bzw. Ausschlusskriterien zählten:

- Untersuchung einseitiger Spalttypen an nichtsyndromalen Patienten
- Analyse von Röntgenbildern anhand unterschiedlicher Verfahren
- Publikation zwischen 1985-2021
- Volltext in englischer oder deutscher Sprache vorliegend

Die selektierten Studien zu diesem Thema ergaben eine große Heterogenität in Bezug auf Studiengruppen und Einstufungsmethoden (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2 Literaturübersicht zur verzögerten Zahnentwicklung

(LKG=Lippen-Kiefer-Gaumen, LK=Lippen-Kiefer, OK=Oberkiefer, UK=Unterkiefer, I1=mittlerer Schneidezahn, I2=seitlicher Schneidezahn, C=Eckzahn, P1=1.Prämolar, P2=2.Prämolar, M1=1.Molar, M2=2.Molar, M3=3.Molar)

Autor	Jahr	Stichprobe	Spalttyp	Kontrollgruppe	Population	Material	Methode	Verzögerte Zahnentwicklung
Ranta (54)	1972	258	gemischt	Nicht Betroffene	aus Finnland	OPG	Haavikko, Gleiser & Hunt	0,5 Jahre
Ranta (55)	1982	475	ein-und beidseitige LKG, isolierte Gaumenspalte, einseitige LK	Nicht Betroffene	aus Finnland	OPG	Haavikko	0,3-0,7 Jahre
Loevy (56)	1988	109	ein-und beidseitige LKG, isolierte Gaumenspalte	Nicht Betroffene	Kaukasier	OPG	Demirjian	Ja
Poyry (57)	1989	131	ein-und beidseitige LKG, Lippenspalte	keine	aus Finnland	OPG & Aufbissaufnahme	Haavikko/ Nyström, Demirjian	3-9 Jahre: 6 Monate (0,5 Jahre), 8-14 Jahre: 2 Monate (0,16 Jahre)
Harris (58)	1990	54	ein-und beidseitige LKG	Nicht Betroffene	Kaukasier	OPG	Moorrees	Verzögerung von 0,9 Jahren
Brouwers (59)	1991	88	einseitige LKG	Nicht Betroffene	Kaukasier	OPG	Zahnlänge	signifikante Verzögerung in OK und UK, beide Geschlechter betroffen
Pham (60)	1997	53	LKG, einseitige LK, gemischt	Nicht Betroffene	aus Amerika	OPG	Demirjian	Verzögerung von 0,6 Jahren bei Jungen; keine Signifikanz bei Mädchen, Die Verzögerung steigt mit steigendem Alter
Solis (61)	1998	79	einseitige LKG/LK	Nicht Betroffene	Kaukasier/ Spanier & Afro-Amerikaner	OPG	Gleiser & Hunt	I2 (1,59 Jahre) > Eckzahn (1,35 Jahre) > I1 (0,96 Jahre) > P1 (0,94 Jahre)
Eerens (62)	2001	54	ein-und beidseitige LKG, isolierte Gaumenspalte	Nicht Betroffene	Kaukasier	OPG	Demirjian	keine signifikante Verzögerung
Ribeiro (63)	2002	98	einseitige LKG	Nicht betroffene Kieferhälfte	Gemischt	OPG	Nolla/Solis	ja
Pioto (64)	2005	95	einseitige LKG, einseitige LK, Lippenspalte	nicht betroffene Kieferhälfte	aus Brasilien	OPG	Nolla	0,5-1,6 Nolla Stadien beim seitlichen Schneidezahn

Huyskens (65)	2006	70	einseitige LKG	Nicht Betroffene	Kaukasier	OPG	Demirjian	eine Verzögerung in allen Altersgruppen
Lai (66)	2008	231	ein-und beidseitige LKG, isolierte Gaumenspalte, einseitige LK	Nicht Betroffene	aus China	OPG	Demirjian	Verzögerung von 0,4 Jahren
Borodkin (67)	2008	49	ein-und beidseitige LKG	Nicht Betroffene	Kaukasier/ Spanier	OPG	Demirjian	Verzögerung von 0,52 Jahren; Signifikant nur bei Jungen, Im Vergleich zur Kontrollgruppe häufig Prämolaren und 2. Molar verzögert
Hazza'a (68)	2009	80	ein-und beidseitige LKG	Nicht Betroffene	aus Jordanien	OPG	Demirjian	einseitige LKG: 0,34 Jahre, beidseitige LKG: 0,61 Jahre, Verzögerung mehr bei Jungen
Tan (69)	2012	60	einseitige LKG	Nicht Betroffene	aus Singapur	OPG	Demirjian	Verzögerung von 0,55 Jahren
Topolski (70)	2014	107	ein-und beidseitige LKG, isolierte Gaumenspalte	Nicht Betroffene	aus Brasilien	OPG	Demirjian	keine signifikante Verzögerung
Bindayel (71)	2014	51	ein-und beidseitige LKG	keine	aus Saudi-Arabien	OPG	Demirjian	Verzögerung von 0,7 Jahren
Zhang (72)	2016	40	einseitige LKG/LK	Nicht Betroffene	aus China	DVT	Kronenhöhe, Wurzellänge, Zahnlänge	ja
Al-motairy (73)	2017	108	einseitige LKG	Nicht Betroffene	Kaukasier	OPG	Demirjian/Willems	ja
Tan (10)	2017	60	einseitige LKG	Nicht Betroffene	aus Singapur	OPG	Demirjian	5-9 Jahre: 0,55 Jahre Verzögerung, 9-13 Jahre: keine
Cesur (74)	2020	54	einseitige LKG	Nicht Betroffene/ nicht betroffene Kieferhälfte	aus der Türkei	OPG	Demirjian	keine signifikante Verzögerung
Van Dyck (13)	2021	189	einseitige LKG	Nicht Betroffene	Kaukasier	OPG	Demirjian	alle Mädchen <17, alle Jungen <18

So variierten Patientenalter und Spalttypen. Das Durchschnittsalter lag zwischen 5 und 13 Jahren, wobei in einigen Publikationen (10, 57, 74) die Stichprobe in weitere Gruppen unterteilt wurde, um eine altersbezogene Verzögerung genauer zu untersuchen. Bezüglich des Spalttyps fokussierten sich neuere Studien auf Patienten mit einseitiger Spaltbildung, während in älteren Untersuchungen eine Kombination aus verschiedenen Spalttypen analysiert wurde. Die meisten Studien verwendeten Orthopantomogramme (OPG) bis auf eine Studie (72), welche zur Beurteilung DVT-Aufnahmen heranzog. Auch die in den verschiedenen Publikationen verwendeten Methoden waren sehr heterogen (siehe Tabelle 1). Am häufigsten wurde die Methode nach Demirjian angewandt. Zur Untersuchung des dentalen Alters bei Patienten mit Spaltbildung wurde in den meisten Fällen eine Kontrollgruppe herangezogen. Andere verwendeten die gegenüberliegende Kieferhälfte als Kontrolle. Lediglich zwei Artikel (57, 71) verzich-

teten auf eine Kontrollgruppe. Im Allgemeinen haben frühere Studien gezeigt, dass es Unterschiede zwischen Ethnien in Bezug auf das Zahnalter oder die Zahnentwicklung oder beides geben kann (74, 75). Die untersuchten Studien bedienten sich allerdings des Häufigeren eines sehr gemischten Kollektiv an Ethnien.

Betrachtet man die in Tabelle 2 aufgelisteten Studien, so wurde in fast allen dieser Studien eine Verzögerung der Zahnentwicklung oder des Zahnalters beobachtet. Die Verzögerung schwankte zwischen 0,20 und 0,90 Jahren für alle Spalttypen. Bei den Studien, die sich auf die Zahnentwicklung bei Patienten mit einseitiger Spaltbildung konzentrierten, schwankte das Ausmaß der Verzögerung zwischen 0,30 und 0,70 Jahren.

Ob das Ausmaß der verzögerten Zahnentwicklung in verschiedenen Altersklassen unterschiedlich ist, wird in der Literatur kontrovers diskutiert. So zeigten Tan et al. (10) bei asiatischen Kindern einen Unterschied in der Zahnentwicklung (0,55 Jahre) bei einseitiger LKG-Spalte im Alter von 5-9 Jahren, welcher mit steigendem Alter (9-13 Jahren) nicht mehr nachzuweisen war. Auch die Studie von Povry et al. (57) zeigte diesen Effekt. Im Alter von 3-9 Jahren betrug die Verzögerung 6 Monate in der Gruppe mit einseitiger Spaltbildung, im Alter von 8-14 Jahren fiel sie auf nur noch 2 Monate ab (57). Hier wurde allerdings im Vergleich zu Tan et al. keine Kontrollgruppe verwendet, die Analyse anhand von Aufbissaufnahmen getätigt und mehrere Methoden zur Auswertung herangezogen (Haavikko/Demirjian/Nyström). Auch Zhang et al. (72) und Solis et al. (61) zeigten eine Abschwächung der Entwicklungsverzögerung mit steigendem Alter. Allerdings ist auch hier zu beachten, dass Zhang et al. (72) als einzige DVT-Aufnahmen für ihre Analyse verwendeten. Als Methode zur Untersuchung der Zahnentwicklung wurden die Kronen-, Wurzel- und auch die komplette Zahnlänge näher in Betracht gezogen. Solis et al. (61) betrachteten zwar wie Zhang et al. nur Patienten mit einseitiger LKG-Spalte, allerdings verwendeten sie die Methode nach Gleiser und Hunt.

Im Gegensatz hierzu beobachteten Ranta et al. (76) eine verzögerte Entwicklung mit steigendem Patientenalter. Kinder im Alter von 6-9 Jahren wiesen eine Verzögerung von 0,6 Jahren auf, während diese bei Kindern im Alter von 9-12 Jahren bei bis zu 1,1 Jahren lag (76). Ähnliche Ergebnisse lieferte die Studie von Pham et al. (60). Hier wurde ebenfalls eine Zunahme der Entwicklungsverzögerung mit steigendem Alter verzeichnet (60). Allerdings war das von Pham et al. untersuchte Kollektiv heterogen hinsichtlich der Spaltausprägung (60) (u.a. wurden bilaterale LKG-Spalten zusammen mit unilateralen Formen untersucht), die wiederum unterschiedliche Entstehungsmechanismen aufweisen. Ranta et al. (76) untersuchten hingegen nur Patienten mit isolierter Kiefer Spalte. Eine weitere Erklärung für die diskrepanten Ergebnisse scheint in der Anwendung unterschiedlicher Methoden zur Bestimmung des Zahnalters zu liegen. Während Tan et al. (10) die Methode nach Demirjian verwendeten, nutzten Ranta et al. (54) die Messung nach Haavikko zur Bestimmung des dentalen Alters.

Dem gegenüber stehen drei Studien (62, 70, 74), welche keine signifikante Verzögerung in der Zahnentwicklung feststellen konnten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der heterogene Studienaufbau und die dadurch teilweise sehr unterschiedlichen Studienergebnisse eine genaue Aussage zur Zahnentwicklungsverzögerung bei einseitigen LKG/LK-Patienten kaukasischen Ursprungs nicht ermöglichen und einer genaueren Untersuchung bedürfen.

2.4.2 Asymmetrische Zahnentwicklung

Die Frage, ob bei Patienten mit einseitiger Spaltbildung auch eine seitenungleiche Mineralisation der Zähne stattfindet, wird in der bisherigen Literatur kontrovers diskutiert. Betrachtet man die in Tabelle 3 aufgelisteten Studien, so wurde bis auf drei Studien eine signifikante asymmetrische Zahnentwicklung beobachtet. Die Fragestellung welche Zähne dabei am häufigsten betroffen sind, und wie sich Ober- zu Unterkiefer in der Zahnentwicklung verhält, lieferte unterschiedliche Ergebnisse.

Tabelle 3 Literaturübersicht Spaltseite vs. Nicht-Spaltseite

(LKG=Lippen-Kiefer-Gaumen, LK=Lippen-Kiefer, OK=Oberkiefer, UK=Unterkiefer, I1=mittlerer Schneidezahn, I2=seitlicher Schneidezahn, C=Eckzahn, P1=1.Prämolar, P2=2.Prämolar, M1=1.Molar, M2=2.Molar, M3=3.Molar, n.b.=nicht betrachtet)

Autor	Jahr	Stichprobe	Spalttyp	Population	Material	Methode	asymmetrische Zahnentwicklung	Betroffene Zähne	Ok vs UK
Ranta (54)	1972	258	gemischt	aus Finnland	OPG	Haavikko, Gleiser & Hunt	ja	OK: I1, P1, P2, UK: P2, P1	OK > UK
Harris (58)	1990	54	ein- und beidseitige LKG	Kaukasier	OPG	Moorrees, 3	3-fach erhöhtes Risiko	C, M1>P1, P2>M2,M3	OK=UK
Brouwers (59)	1991	88	einseitige LKG	Kaukasier	OPG	Zahnlänge	keine Signifikanz		n.b.
Solis (61)	1998	79	einseitige LKG, einseitige LK	Kaukasier/Spanier&Afro-Amerikaner	OPG	Gleiser&Hunt	ja, „je näher der Zahn an der Spalte liegt umso größer ist die Verzögerung“	I2 (1,02 Jahre) > I1 (0,42 Jahre) > C (0,38 Jahre)	n.b.
Eerens (62)	2001	54	ein- und beidseitige LKG, isolierte Gaumenspalte	Kaukasier	OPG	Demirjian	ja	P1, P2	n.b.
Ribeiro (63)	2002	98	einseitige LKG	Gemischt	OPG	Nolla	ja	I2	n.b.
Pioto (64)	2005	95	einseitige LKG, einseitige LK, Lippen-spalte	aus Brasilien	OPG	Nolla	0,5-1,6 Nolla Stadien beim seitlichen Schneidezahn	I2	n.b.
Lai (66)	2008	231	ein- und beidseitige	aus China	OPG	Demirjian	ja	I2 (65,7%)	OK=UK

			LKG, isolierte Gau- menspalt, einseitige LK						
Tan (69)	2012	60	einseitige LKG	aus Singapur	OPG	Demirjian	erhöhtes Risiko (3,77%) im Ver- gleich zur Kontroll- gruppe	I2, I1	erhöhtes Risiko (2,39%) der Ent- wick- lungsver- zögerung OK>UK
Zhang (72)	2016	40	einseitige LKG, ein- seitige LK	aus China	DVT	Kronenhöhe, Wurzellänge, Zahnlänge	ja	I1	n.b.
Tan (10)	2017	60	einseitige LKG	aus Singapur	OPG	Demirjian	erhöhtes Risiko in alles Altersgruppen (5-13),	I2 (73,3%), I1 (37,3%)	OK>UK
Cesur (74)	2020	54	einseitige LKG	aus der Türkei	OPG	Demirjian	keine Signifikanz	n.b	n.b.
Van Dyck (13)	2021	189	einseitige LKG	Kaukasier	OPG	Demirjian	keine Signifikanz	n.b	OK>UK

Ranta et al. (39) fassten 1986 die Literatur wie folgt zusammen: „die Zahnentwicklung auf der Spaltseite ist gegenüber der nichtbetroffenen Seite langsamer. Es scheint ein Zusammenhang in der Entwicklungsverzögerung mit der Anzahl der vorhandenen Zahnplasien zu bestehen.“

(39) Am häufigsten waren die oberen Schneidezähne und die oberen und unteren Prämolaren betroffen (39, 77). Eerens et al. (62) berichteten von einem Seitenunterschied in der Zahnentwicklung, jedoch wurde nicht klar welche Seite betroffen ist. Wie bei Ranta et al. (39) waren besonders die Prämolaren von dieser Verzögerung betroffen (62).

Harris et al. (58) und Lai et al. (66) berichteten über ein 3-4-fach erhöhtes Risiko für eine asymmetrische Zahnentwicklung im Vergleich zu Nicht-Betroffenen. Auch von einer generellen Verzögerung des Oberkiefers im Vergleich zum Unterkiefer wurde berichtet (58, 66). Im Gegensatz zu Ranta et al. (39) und Lai et al. (66), welche eine asymmetrische Zahnentwicklung häufig mit der Nähe zur Spalte assoziierten, stellten Harris et al. (58) fest, dass sich diese Auffälligkeiten über fast alle Zähne und beide Kieferhälften verteilten. In einer asiatischen Kohorte von Patienten mit einseitiger Spaltbildung fanden Tan et al. ein ähnlich erhöhtes Risiko (3-fach) für die asymmetrische Zahnentwicklung bei Kindern im Alter von 9-13 Jahren (10). Das Risiko einer verzögerten Entwicklung war im Oberkiefer signifikant höher als im Unterkiefer auf der Spaltseite, aber es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Kiefern auf der nicht gespaltenen Seite festgestellt. Sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer hatte die Spaltseite ein signifikant höheres Risiko für verspätete Zähne als die nicht gespaltene Seite. Die am häufigsten verzögerten Zähne im Oberkiefer waren die spaltseitigen seitlichen Schneidezähne, gefolgt von den spaltseitigen mittleren Schneidezähnen. Im Unterkiefer waren die spaltseitigen Eckzähne und ersten Prämolaren am häufigsten betroffen (10). Auch Ribeiro et al. (63) und Pioto et al. (64) konnten eine asymmetrische Zahnentwicklung zeigen, allerdings betrachteten sie nur den seitlichen Schneidezahn.

Keine Mineralisationsunterschiede der Zähne auf der Spaltseite im Vergleich zu den Zähnen auf der Nichtspaltseite wurden von Brouwers et al. (59) und Cesur et al. (74) gefunden. Auch die kürzlich von Van Dyck et al. (13) publizierte Studie mit 189 Patienten konnte keinen Beweis einer asymmetrischen Zahnentwicklung der betroffenen Seite im Vergleich zur Gesunden liefern. Allerdings bestätigte er die Verzögerung des Oberkiefers im Vergleich zum Unterkiefer.

Auch diese Fragestellung liefert in der Literatur unterschiedliche Ergebnisse. Die meisten berichteten von einer asymmetrischen Zahnentwicklung, andere wiederum nicht. Auch bei den betroffenen Zähnen handelt es sich nicht immer um die direkt an der Spalte angrenzenden Zähne. Der Vergleich zwischen Ober- und Unterkiefer wird zwar untersucht, allerdings nicht im Bezug auf eine Kontrollgruppe. Der Vergleich zwischen den Kiefern (OK/UK) bei Spalt- und Gegenseite fehlt gänzlich bei kaukasischen Patienten.

2.4.3 Aplasie und Zahnanomalien des seitlichen Schneidezahns

In dem von Ranta et al. 1986 veröffentlichten Review-Artikel (39) wurde ein vermehrtes Auftreten von Zahnanomalien, in Form von Aplasien, Doppelanlagen, Hypoplasie und Veränderung in Zahnform- und Größe, bei Patienten mit Spaltbildung beschrieben.

Beschränkt man sich zuerst auf das Auftreten von Zahnaplasien bei Patienten mit Spaltbildung, so scheinen Mutationen im Msx1 Gen sowohl beim Auftreten von kraniofazialen Spalten, als auch bei Zahnaplasien eine Rolle zu spielen (9). In der Literatur wird der seitliche Schneidezahn häufig als fehlend angegeben, sodass im Folgenden besonders die Häufigkeiten der Aplasien des seitlichen Schneidezahns bei einseitiger LKG-Spalte näher betrachtet wird (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4 Literaturübersicht: Aplasien des seitlichen Schneidezahns bei Patienten mit einseitiger Spaltbildung

(LKG=Lippen-Kiefer Gaumen, LK=Lippen-Kiefer, I2=seitlicher Schneidezahn, P2=2. Prämolare)

Autor	Jahr	Stichprobe	Spalttyp	Population	Material	Aplasie
Bohn (78)	1950	33	gemischt	Kaukasier	Röntgenaufnahmen	Milchgebiss: 21,2%, Bleibendes Gebiss: 63,6%
Fishman (79)	1970	33	einseitige LKG	aus Amerika	OPG, Fotos, Gipsmodelle	20,6%
Suzuki (7)	1992	431	gemischt	aus Japan	OPG (andere Röntgenaufnahmen und Fotos)	Milchgebiss: einseitige LK 7,2%, einseitige LKG 15,2% Bleibendes Gebiss: einseitige LK 36,3%, einseitige LKG 56,9%

Tsai (8)	1998	137	einseitige LKG	aus Taiwan	OPG	Milchgebiss: 9,9%, Bleibendes Gebiss: 51,8%
Ribeiro (80)	2003	203	einseitige LKG	aus Brasilien	OPG	49,8%
Aizenbud (81)	2005	144	einseitige LKG, einseitige LK	aus Israel	OPG	79,2%
Tortora (82)	2008	87	einseitige LKG	aus Italien	OPG	48,8%
Lai (83)	2009	156	ein- und beidseitige LKG	aus China	Aufbissaufnahmen	Milchgebiss: 1,3%, Bleibendes Gebiss: einseitige LKG: 19,2%
Camporesi (84)	2010	111	einseitige LKG	Kaukasier		27,9%
Al-Jamal (85)	2010	78	ein- und beidseitige LKG	aus Jordanien	OPG	66,7% (alle Zähne, I2>P2)
Pegelow (86)	2012	129	einseitige LKG	Kaukasier	OPG, Fotos, Gipsmodelle	12,40%
Bartzela (87)	2013	118	einseitige LKG	Kaukasier	OPG	39,1%
Riis (88)	2014	30	einseitige LKG	Kaukasier	OPG, Fotos, Gipsmodelle	43,3%
Rullo (89)	2015	90	ein- und beidseitige LKG	alle		40%
Berniczey-Roykó (90)	2016	120	einseitige LKG	aus Ungarn	OPG	40,0%
Konstantonis (91)	2017	93	einseitige LKG	Kaukasier	OPG, Fotos, Gipsmodelle	39,8%
Bezerra (92)	2017	20	einseitige LK	aus Brasilien	DVT	45%
Tan (9)	2018	60	einseitige LKG	aus Singapur	OPG	43,10%
Antonarakis (93)	2021	56	einseitige LKG	Kaukasier	OPG	46,40%

Die Prävalenz für die Aplasie des seitlichen Schneidezahns bei Patienten mit einseitiger Spaltbildung schwankt zwischen 12 und 79 Prozent. In allen Studien wird deutlich, dass die Spaltseite deutlich häufiger betroffen ist als die Gegenseite.

Als Ursache der starken Schwankungen innerhalb der relativen Häufigkeiten können neben Unterschieden in der Studiendurchführung auch die Stichprobengrößen sein, die bei Bezerra et al. (92) gerade mal 20 Patienten beinhaltet.

Vier der in Tabelle 4 exemplarisch aufgelisteten Studien untersuchten auch den Unterschied zwischen dem Milch- und dem bleibenden Gebiss (7, 8, 78, 83). Dabei ist das Milchgebiss weniger häufig von der Zahnaplasie des seitlichen Schneidezahns betroffen als es im bleibenden Gebiss der Fall ist. Betrachtet man hingegen das Vorkommen überzähliger Zähne, so zeigte sowohl die Studie von Fishman et al. (79), Rullo et al. (89) und Tsai et al. (8) eine vermehrte Häufigkeit im Milchgebiss.

Tabelle 5 Literaturübersicht: Doppelanlage des seitlichen Schneidezahns bei Patienten mit einseitiger Spaltbildung

(LKG=Lippen-Kiefer Gaumen, LK=Lippen-Kiefer)

Autor	Jahr	Stichprobe	Spalttyp	Population	Material	Doppelanlage
Bohn (78)	1950	33	ein- und beidseitige LKG	Kaukasier	Röntgenaufnahmen	Milchgebiss: 48,48%, Bleibendes Gebiss: 18,2%
Fishman (79)	1970	33	einseitige LKG	aus Amerika	OPG, Fotos, Gipsmodelle	5,9%
Tsai (8)	1998	137	einseitige LKG	aus Taiwan	OPG	Milchgebiss 5,5%, Bleibendes Gebiss: 0,7%
Ribeiro (80)	2003	203	einseitige LKG	aus Brasilien	OPG	6,40%
Tortora (82)	2008	87	einseitige LKG	aus Italien	OPG	0%
Lai (83)	2009	156	ein- und beidseitige LKG	aus China	Aufbissaufnahmen	Milchgebiss: 4,5%, Bleibendes Gebiss: einseitige LKG: 3,2%
Al-Jamal (85)	2010	78	ein- und beidseitige LKG	aus Jordanien	OPG	16,7%
Camporesi (84)	2010	111	einseitige LKG	Kaukasier		25,2%
Pegelow (86)	2012	129	einseitige LKG	Kaukasier	OPG, Fotos, Gipsmodelle	34,90%
Riis (88)	2014	30	einseitige LKG	Kaukasier	OPG, Fotos, Gipsmodelle	10,0%
Rullo (89)	2015	90	ein- und beidseitige LKG	alle		30%
Ajami (94)	2017	40	einseitige LKG	aus dem Iran	verschiedene Röntgenaufnahmen, Bilder, DVT	10,0%
Tan (9)	2018	60	einseitige LKG	aus Singapur	OPG	21,7%
Antonarakis (93)	2021	56	einseitige LKG	aus der Schweiz	OPG	12,50%
Möller (95)	2021	62, 29	Einseitige Lippen-Kiefer und Lippen-Kiefer-Gaumen-spalte	Kaukasier	OPG	einseitige LKG: 30,6% einseitige LK: 48,3%

Betrachtet man die Lage des seitlichen Schneidezahns im Bezug zu Spalte genauer, so wird in der Literatur immer wieder die distale Position als Durchbruchsort beobachtet. Dabei schwanken die Ergebnisse zwischen 30 und 90 Prozent (7, 8, 83).

Tabelle 6 Literaturübersicht: Lage des seitlichen Schneidezahns im Bezug zur Spalte

(LKG=Lippen-Kiefer-Gaumen, LK=Lippen-Kiefer)

Autor	Jahr	Stichprobe	Spalttyp	Population	Material	Lage	
						mesial	distal
Keith (96)	1909	32	gemischt	Kaukasier	"Exemplare"	28,13%	71,80%
Bohn (78)	1950	33	gemischt	Kaukasier	Röntgenaufnahmen		distal > mesial
Fishman (79)	1970	33	einseitige LKG	aus USA	OPG, Fotos, Gipsmodelle		78,78%

Suzuki (7)	1992	120	einseitige LK/LKG	aus Japan	OPG (andere Röntgenaufnahmen und Fotos)		einseitige LK 90,2%, einseitige LKG 84,8%
Tsai (8)	1998	44	einseitige LKG	aus Taiwan	OPG	2,2%	97,8%
Lai (83)	2009	126	Einseitige LKG	aus China	Aufbissaufnahmen	8%	92%
Pegelow (86)	2012	43	einseitige LKG/LK	Kaukasier	OPG, Fotos, Gipsmodelle	4,60%	95,40%
Tan (9)	2018	31	einseitige LKG	aus Singapur	OPG	9,70%	90,30%

Die Literaturdiskussion der zahlreichen Studien zum Thema mit zum Teil erheblich unterschiedlichen Ergebnisse verdeutlicht, dass aufgrund des heterogenen Studienaufbaues eine klare Beantwortung der Frage der Zahnentwicklungsverzögerung bei Patienten mit LKG-Spalte nicht möglich ist. In der vorliegenden Studie sollten daher die Limitationen der publizierten Studien berücksichtigt werden, indem a) eine große, klinisch relevante Stichprobe, b) einheitlich kaukasische Patienten mit einseitiger Spaltbildung sowie c) eine Kontrollgruppe Nicht-Betroffener untersucht werden.

3 Fragestellungen

In dieser retrospektiven Fall-Kontroll-Studie wird mit Hilfe von Röntgenbildern die Zahnmineralisation von Patienten mit Spaltbildung im Vergleich zu einer Kontrollgruppe anhand folgender Fragestellungen detailliert untersucht:

1: Gibt es einen Unterschied in der Zahnentwicklung zwischen Patienten mit Spaltbildung und Nicht-Betroffenen?

Die Zahnentwicklung wird anhand des dentalen Alters nach Demirjian (1973) und Willems (2001) beschrieben.

2.1: Gibt es einen Unterschied in der Zahnmineralisation innerhalb der LKG-Gruppe zwischen Spaltseite und Gegenseite?

Der Unterschied wird anhand des Vergleiches der Mittelwerte über die Mineralisierungsgrade beider Seiten beschrieben.

2.2: Gibt es einen Unterschied in der Zahnmineralisation zwischen Ober- und Unterkiefer eines Patienten?

Der Unterschied wird anhand des Vergleiches der Mittelwerte über die Mineralisierungsgrade von Ober- und Unterkiefer zu einer Kontrollgruppe und innerhalb der LKG-Gruppe zwischen Spalt- und Gegenseite beschrieben.

2.3: Gibt es einen Unterschied in der Zahnmineralisation innerhalb der LKG-Gruppe zwischen einzelnen Zahnpaaren des Oberkiefers?

Der Unterschied wird anhand des Vergleiches der einzelnen Mineralisationsgrade der jeweiligen Zahnpaare beschrieben.

3: Welchen Entwicklungsort weist der spaltnahe seitliche Schneidezahn auf (distal oder mesial der Kieferspalte, doppelt angelegt oder fehlend)?

4 Material und Methoden

Um die Fragestellungen zu beantworten, wird eine retrospektive Fall-Kontroll-Studie durchgeführt. Die Analyse erfolgt anhand von bereits vorliegenden Panoramaschichtaufnahmen (OPG). Alle Röntgenbilder werden dem Archiv der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universitätsmedizin Mainz entnommen. Die vorliegende Untersuchung wurde von der Ethikkommission abgesegnet.

4.1 Fallzahlplanung

Aus den Akten lässt sich abschätzen, dass etwa 180 Röntgenbilder von Patienten mit LKG-Spalte zur Verfügung stehen, sowie mindestens ebenso viele Röntgenbilder von Patienten in der gleichen Altersgruppe ohne LKG-Spalte. Die Kontrollgruppe wird alters- und geschlechtsgematcht erstellt.

Als primärer Endpunkt wird das dentale Alter nach Demirjian (1973) und Willems (2001) definiert. Anhand dieses Endpunkts sollen Patienten mit LKG-Spalten mit gesunden Kontrollen verglichen werden.

Bei jeweils 180 Fällen und Kontrollen lässt sich so ein Unterschied vom 0.343 Standardabweichungen (SD) zum 5%-Niveau mit einer Power von 90% nachweisen, das entspricht einem kleinen bis mittleren Effekt nach Cohen.

Die Prävalenz der einzelnen Befunde wird durch die Angabe der relativen Häufigkeit beschrieben, dazu werden exakte 95%-Konfidenzintervalle angegeben. Mit der vorgesehenen Anzahl von 180 Röntgenbildern ergibt sich ein 95%-Konfidenzintervall, dessen Grenzen maximal 7.5% (Prozentpunkte) von in dieser Stichprobe geschätzten Prävalenzen entfernt sind, wobei die Überdeckungswahrscheinlichkeit mindestens 90% beträgt.

Weitere Vergleiche zwischen Patienten mit Spaltbildung und der Kontrollgruppe sind explorativ und erfolgen für quantitative Variablen, je nachdem ob eine Normalverteilung vorliegt oder nicht, mittels t-Test oder Wilcoxon-Test. Für kategoriale Merkmale werden Chi-Quadrat-Tests angewendet.

4.2 Einschluss- und Ausschlusskriterien

Es werden 180 Röntgenbilder von kaukasischen Patienten mit einseitiger LKG-Spalte ohne kraniofaziale Syndrome im Alter zwischen 7 und 14 Jahren befundet (siehe Abbildung 2). Dabei können 132 Patienten in die Analyse eingeschlossen werden, ergänzt durch weitere Röntgenbilder einiger Patienten derselben Gruppe, die zu einem späteren Zeitpunkt aufgenommen wurden (Mindestabstand zwischen zwei Röntgenbilder auf 24 Monate festgelegt).

Als Ausschlusskriterien werden festgehalten:

- OPGs von ungenügender Qualität
- Andere Spaltformen als die einseitige LKG- und LK-Spalte
- Patienten mit kraniofazialen Syndromen
- Älter als 14 oder jünger als 7 Jahre
- Verlust bleibender Zähne durch Karies oder Trauma

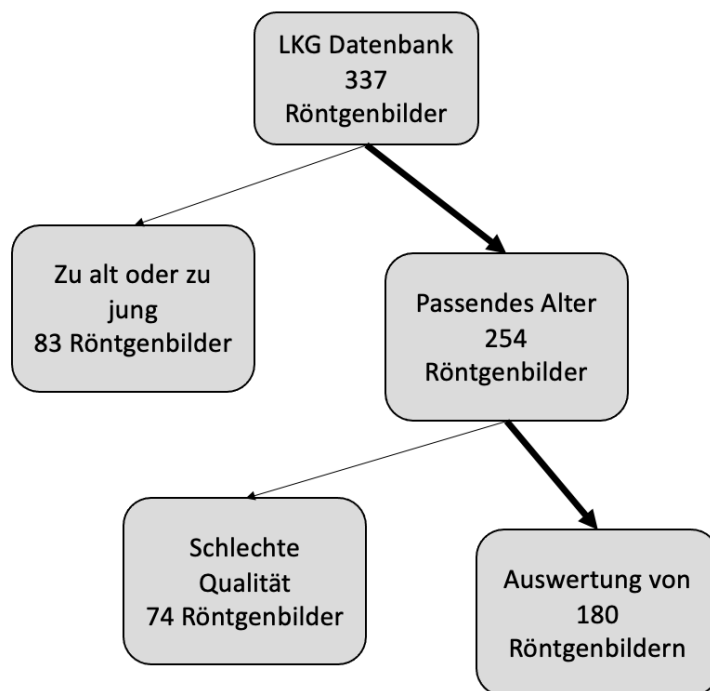


Abbildung 2 Flowchart zur Auswahl der Röntgenbilder; Quelle: SPSS

4.3 Matching

Zu den 180 Röntgenbildern der LKG-Gruppe wird eine dazu passende Kontrollgruppe erstellt. Die Röntgenbilder der Kontrollgruppe werden ebenfalls dem Archiv der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Universitätsmedizin Mainz entnommen. Dabei wird für jeden LKG-Patienten ein Kontrollpartner gesucht, welcher sowohl vom Geschlecht als auch vom Alter während des ersten Röntgenbildes so ähnlich wie möglich ist. Um die geforderte Anzahl von 180 LKG-Patienten zu erreichen, werden auch Patienten mit Spaltbildung mit den Geburtsjahrgängen 1957-1980 eingeschlossen. Aufgrund dessen wird beim Matching darauf geachtet, dass die Geburtsjahrgänge von LKG- und Kontrollgruppe sich nicht mehr als 10 Jahre voneinander unterscheiden. Um das Matching zu optimieren, wird aus der Primärstichprobe (n=360: 180 LKG-Gruppe, 180 Kontrollgruppe) zur Sensitivitätsanalyse eine Untergruppe (n=310: 155 LKG-Gruppe, 155 Kontrollgruppe) betrachtet. Diese Teilstichprobe beinhaltet nur noch Paare, die vom Geschlecht identisch sind und sich weniger als 6 Monate im Alter zum Zeitpunkt des ersten Röntgenbildes unterscheiden. Die statistischen Analysen werden an beiden Stichproben durchgeführt.

4.4 Bestimmung der Zahnmineralisation

Zur Bearbeitung der Forschungsfragen wird sowohl die Methode nach Demirjian (1973) als auch die nach Willems (2001) herangezogen.

Für die erste Fragestellung (1: Gibt es einen Unterschied in der Zahnentwicklung zwischen Patienten mit Spaltbildung und Nicht-Betroffenen?) werden die Mineralisationsgrade aller Zähne des 3. Quadranten bestimmt (außer der Weisheitszähne) und anschließend das dentale Alter jedes Patienten anhand der Tabellen nach Willems berechnet (siehe Abbildung 9.3 im Anhang).

Für die zweite Fragestellung (2.1: Gibt es einen Unterschied in der Zahnmineralisation innerhalb der LKG-Gruppe zwischen Spaltseite und Gegenseite?) werden die Mineralisationsgrade aller Zähne des Oberkiefers nach Demirjian bestimmt und die Mittelwerte von Spalt- und Gegenseite miteinander verglichen.

Für den Vergleich der Zahnmineralisation von Ober- zu Unterkiefer (2.2: Gibt es einen Unterschied in der Zahnmineralisation zwischen Ober- und Unterkiefer eines Patienten?), werden noch alle Zähne des Unterkiefers in die Stadien nach Demirjian eingeteilt. Auch hier folgt anschließend der Vergleich der Mittelwerte über die Mineralisationsgrade von Ober- zu Unterkiefer.

Des Weiteren wird der seitliche Schneidezahn untersucht, der sich auf der Seite der Spalte befindet, ob er mesial oder distal der Spalte durchgebrochen, fehlend oder doppelt angelegt ist (siehe Abbildung 9.4 im Anhang).

Um den Bewertungs-Bias möglichst gering zu halten, erfolgt die Bewertung durch zwei unabhängige Untersucher (M. Schwarting und Frau Dr. Wriedt). Die Ergebnisse werden diskutiert und anschließend gemeinsam entschieden.

4.5 Datenanalyse

Die statistische Analyse erfolgt mit Hilfe des Instituts für Medizinische Biometrie, Epidemiologie und Informatik (IMBEI) der Universitätsmedizin in Mainz. Die Daten werden in Excel (Microsoft Cooperation) und SPSS 27 (IBM) dargestellt und ausgewertet.

Metrische Variablen werden anhand des Kolmogorov-Smirnov Tests und des Shapiro-Wilk Tests auf Normalverteilung geprüft.

Liegt eine Normalverteilung vor, werden metrische Variablen als Mittelwert \pm 1 Standardabweichung berichtet (MW \pm 1 SD). Weiterhin wird das 95%-Konfidenzintervall der Mittelwerte berichtet [95%-KI]. Liegt keine Normalverteilung vor wird der Median, sowie das 25. und 75. Perzentil berichtet (Md [25.;75.]). Ordinalskalierte Variablen werden ebenfalls als Md [25.;75.] berichtet. Nominalskalierte Variablen werden als absolute und relative Häufigkeiten (n (%)) beschrieben. Für relative Häufigkeiten wird zusätzlich ein 95%-Konfidenzintervall nach Clopper-Pearson berechnet.

Um Gruppenunterschiede bzgl. des Mineralisierungsgrades mehrerer Zahngruppen (Fragestellung 2.1: Spaltseite vs. Gegenseite, Fragestellung 2.2: Oberkiefer vs. Unterkiefer) zu detektieren, werden Mittelwerte über die Mineralisierungsgrade der betreffenden Zähne gebildet. Die Bildung des Mittelwerts wird gewählt, um eine Verzerrung durch fehlende Zähne zu vermeiden.

Liegt eine Normalverteilung des patienteninternen Mittelwertes des Mineralisierungsgrades vor, wird ein unverbundener (Fragestellung 1) bzw. verbundener t-Test (Fragestellung 2.1 & 2.2) gerechnet, um Unterschiede zwischen den Zahngruppen zu ermitteln. Wird der Mineralisierungsgrad zwischen einzelnen Zahnpaaren verglichen, wird der Wilcoxon Text gerechnet, da die abhängige Variable ordinalskaliert ist.

Eine eventuelle Abhängigkeit von Alter und Geschlecht sowie möglicher weiterer Einflussfaktoren wird mittels geeigneter Regressionsmodelle (linear, logistisch) überprüft.

Das Signifikanzniveau wird auf $\alpha = 0.05$ festgelegt. Nur der Test für Fragestellung 1 hat konfirmatorische Intention. Es wird keine Korrektur für multiples Testen vorgenommen. Die übrigen p-Werte sind daher deskriptiv zu interpretieren.

5 Ergebnisse

In dem folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der Studie zusammengefasst und erläutert. Dabei werden die einzelnen Fragen kapitelweise betrachtet und dargestellt.

Die statistischen Testverfahren werden anhand von zwei Stichproben durchgeführt: Der primären Stichprobe (5.1) und der Sensitivitätsanalyse (5.2), einer Subpopulation, welche eine kleinere Menge Patienten beinhaltet. Diese Subpopulation besteht nur noch aus gematchten Paaren des gleichen Geschlechts und einem Altersunterschied zum Zeitpunkt des ersten Röntgenbildes von nicht mehr als sechs Monaten.

5.1 primäre Stichprobe

5.1.1 Demographie

Von den 360 vorliegenden Röntgenbildern gehören 180 der LKG-Gruppe und 180 der Kontrollgruppe an. Durch das Matchen der beiden Gruppen nach Alter und Geschlecht ergibt sich bezogen auf das kalendarische Alter in der LKG-Gruppe ein Mittelwert von 125,0 Monaten mit einer Standardabweichung von 26,0. Bezogen auf das kalendarische Alter in der Kontrollgruppe ergibt sich ein Mittelwert von 125,6 Monaten mit einer Standardabweichung von 25,4.

Das Kreisdiagramm (siehe Abbildung 3) stellt die Geschlechterverteilung beider Gruppen dar. In der LKG-Gruppe sind 123 von 180 (68,3%) männlich, in der Kontrollgruppe ebenfalls. Der weibliche Anteil macht 31,7% (57/180) in beiden Gruppen aus.

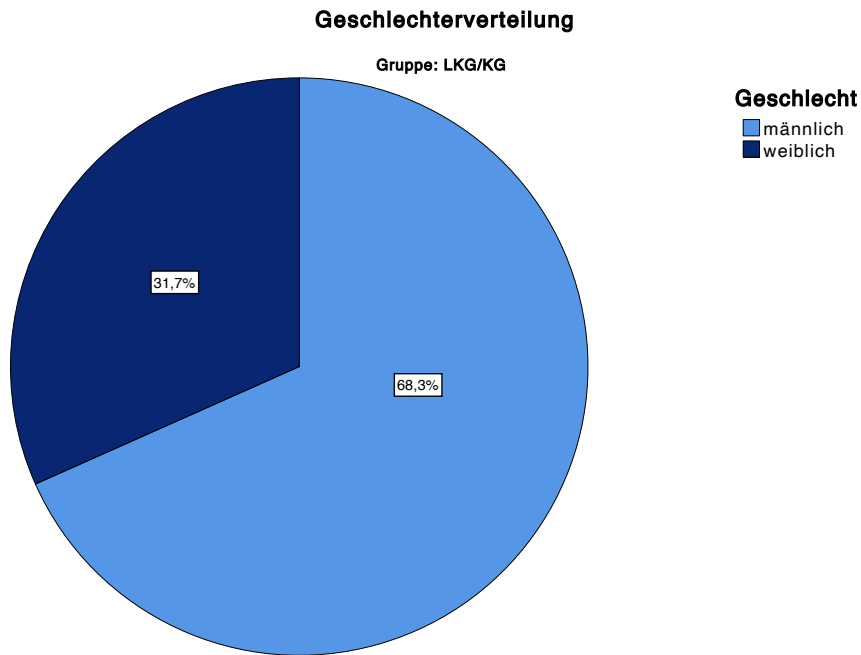


Abbildung 3 Geschlechterverteilung LKG- und Kontrollgruppe, Quelle: SPSS

Abbildung 4 zeigt die Häufigkeiten der Spaltseite innerhalb der LKG-Gruppe. Von den 180 betroffenen Patienten sind 115 (63,9 %) linksseitig und 65 (36,1 %) rechtsseitig betroffen.

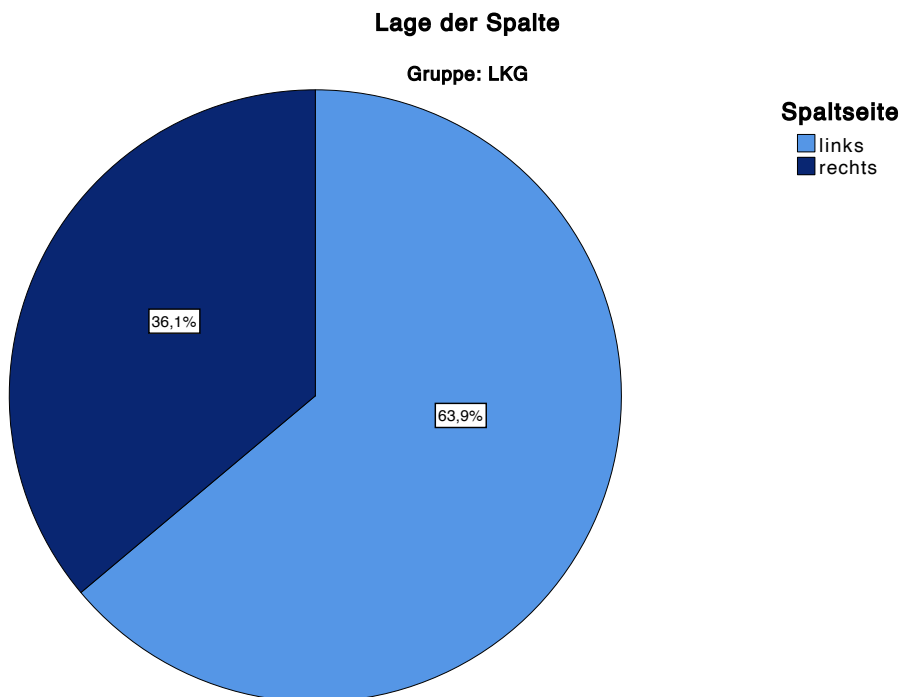


Abbildung 4 Häufigkeiten der Spaltseite, Quelle: SPSS

Außerdem lässt sich der Spalttyp unterscheiden. Von den 180 betroffenen Patienten weisen 160 (88,9 %) eine einseitige Lippen-Kiefer-Gaumenspalte auf und 20 (11,1 %) eine reine Lippen-Kiefer Spalte (siehe Abbildung 5).

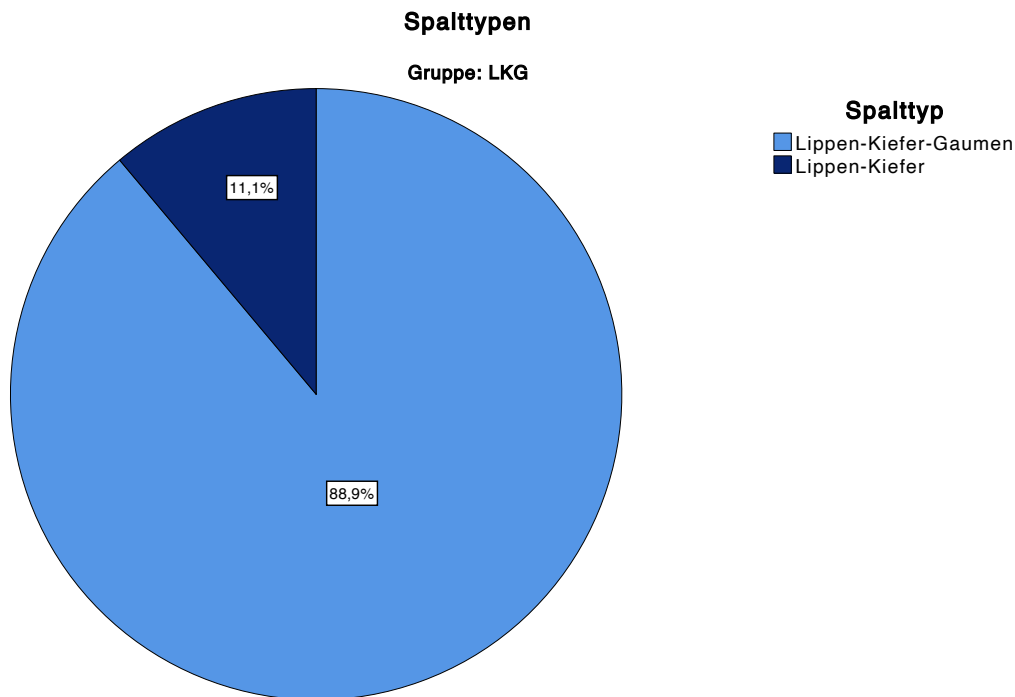


Abbildung 5 Häufigkeiten der Spalttypen, Quelle: SPSS

5.1.2 Vergleich Zahnentwicklung LKG- versus Kontrollgruppe

Im Durchschnitt beträgt das dentale Alter der LKG-Gruppe (n=180) $10,72 \pm 2,65$ Jahre, 95%-KI [10,33 – 11,11] und das der Kontrollgruppe (n=180) $11,41 \pm 2,79$ Jahre, 95%-KI [11,00 – 11,82] (siehe Abbildung 6). Die mittlere Differenz beider Gruppen beträgt 0,69 Jahre, 95%-KI [0,13 – 1,25].

Mit Hilfe des t-Tests unabhängiger Stichproben kann ein signifikantes Ergebnis ($p=0,017$) errechnet werden.

➔ Patienten mit LKG-Spalte haben ein signifikant geringeres dentales Alter als die gesunde Kontrollgruppe.

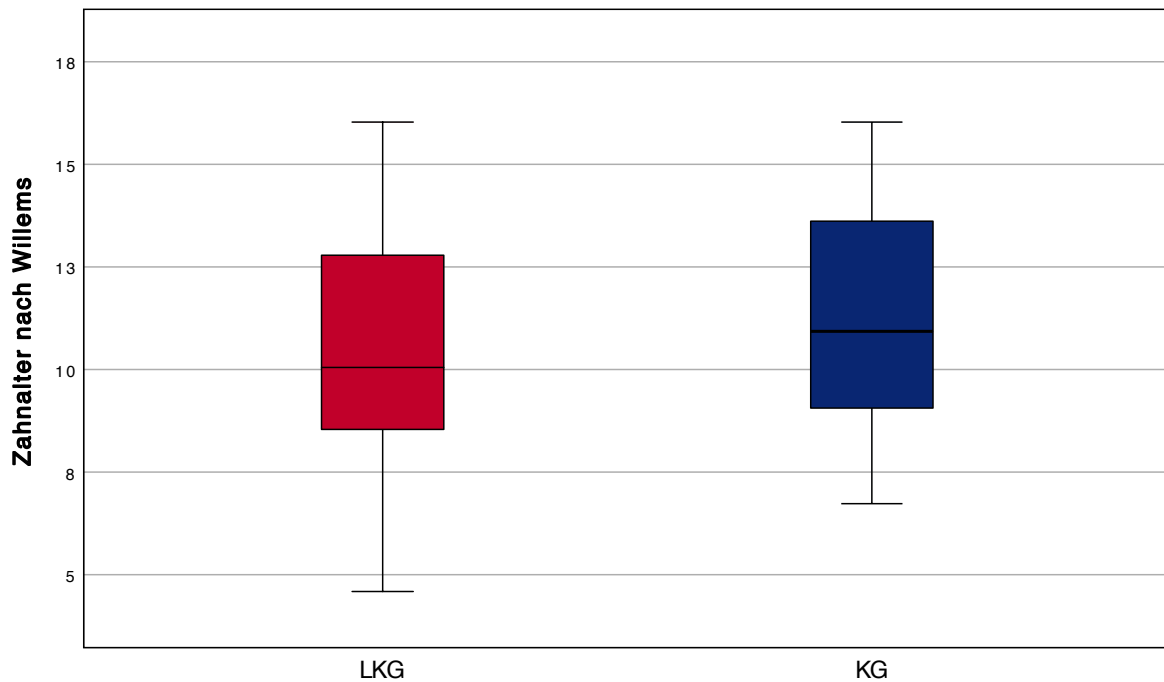


Abbildung 6 Dentales Alter LKG-Gruppe vs. Kontrollgruppe, Quelle: SPSS

5.1.3 Innerhalb der LKG-Gruppe Vergleich Spaltseite versus Gegenseite

Innerhalb der LKG-Gruppe (n=180) werden sowohl für die Spalt- als auch für die Gegenseite Mittelwerte gebildet. Der Mittelwert der betroffenen Seite beträgt $6,45 \pm 0,97$ Mineralisationsgrade, 95%-KI [6,30 – 6,59], der der Gegenseite $6,52 \pm 0,99$ Mineralisationsgrade, 95%-KI [6,38 – 6,67] (siehe Abbildung 7). Die mittlere Differenz ergibt daher $0,08$ Mineralisationsgrade, 95%-KI [0,031– 0,122] (siehe Abbildung 8). Mit Hilfe des t-Tests abhängiger Stichproben kann ein signifikantes Ergebnis ($p=0,001$) errechnet werden.

→ Der mittlere Mineralisierungsgrad der Gegenseite ist signifikant höher als der der Spaltseite.

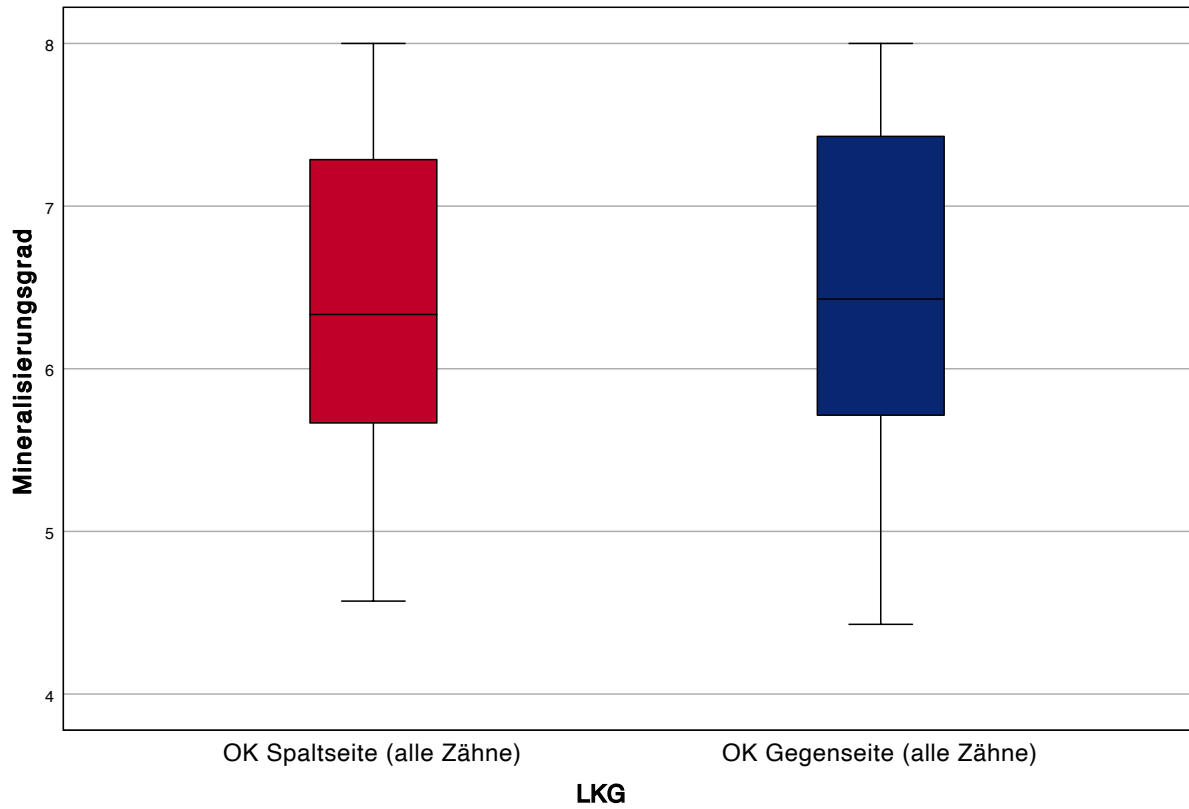


Abbildung 7 Zahnmineralisation Gegenseite vs. Spaltseite, Quelle: SPSS

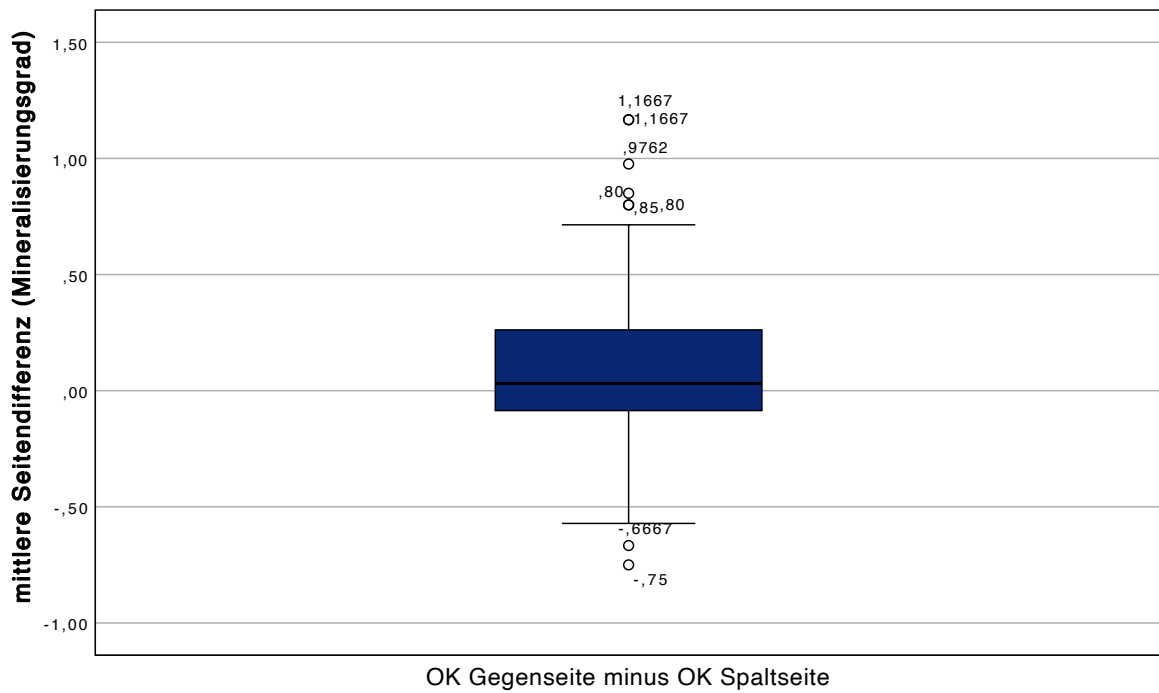


Abbildung 8 Seitendifferenz Gegenseite vs. Spaltseite, Quelle: SPSS

5.1.4 Vergleich Zahnmineralisation Ober- versus Unterkiefer

Innerhalb der LKG-Gruppe (n=180) werden sowohl für den Ober- als auch für den Unterkiefer Mittelwerte gebildet. Der Mittelwert des Oberkiefers beträgt $6,49 \pm 0,97$ Mineralisationsgrade, 95%-KI [6,34 – 6,63], der des Unterkiefers $6,74 \pm 0,84$ Mineralisationsgrade, 95%-KI [6,61 – 6,86] (siehe Abbildung 9). Die mittlere Differenz ergibt daher 0,25 Mineralisationsgrade, 95%-KI [0,21– 0,29]. Mit Hilfe des t-Tests für abhängige Stichproben ergibt sich ein signifikantes Ergebnis ($p < 0,001$).

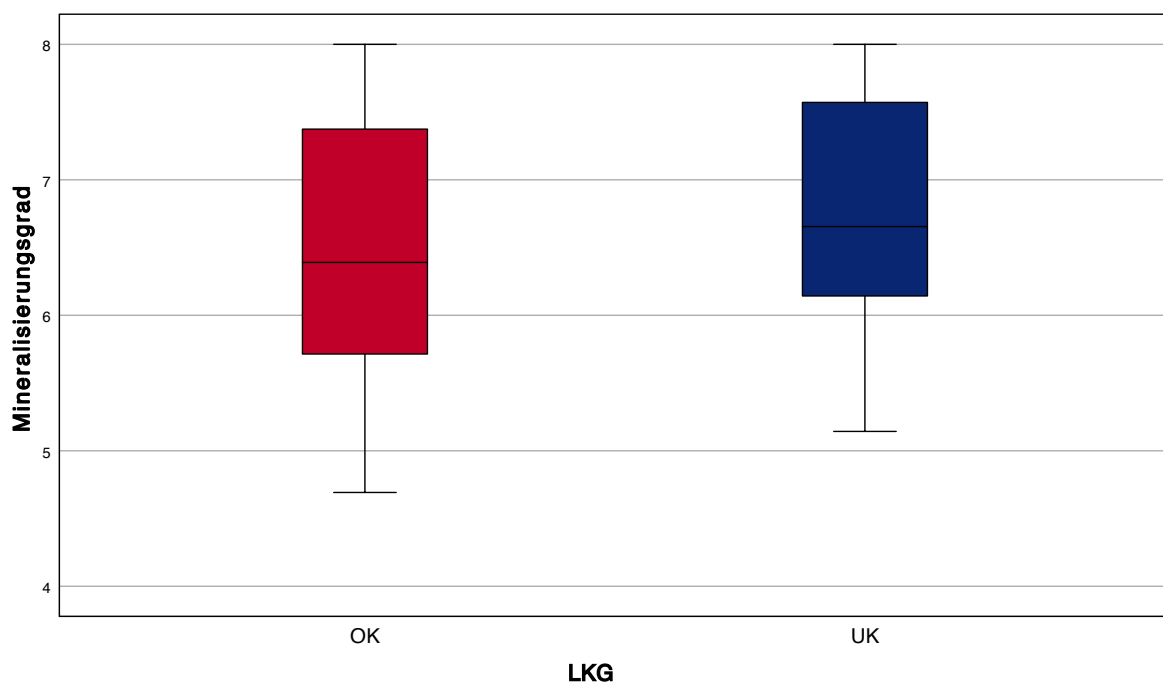


Abbildung 9 Zahnmineralisation Oberkiefer vs. Unterkiefer, LKG-Gruppe, Quelle: SPSS

Ein ähnlicher Befund zeigt sich allerdings auch für die gesunden Kontrollen, bei der der mittlere Mineralisierungsgrad des OK ebenfalls signifikant geringer ist als der des Unterkiefers (OK: $6,81 \pm 0,95$, 95%-KI [6,67 – 6,95], vs. UK: $6,92 \pm 0,83$, 95%-KI [6,80 – 7,04], $p < 0,001$) (siehe Abbildung 10). Die mittlere Differenz liegt dabei bei 0,11 Mineralisierungsgraden, 95%-KI [0,08 – 0,15]. Der mittlere Mineralisierungsgrad des OK ist signifikant geringer als der des UK.

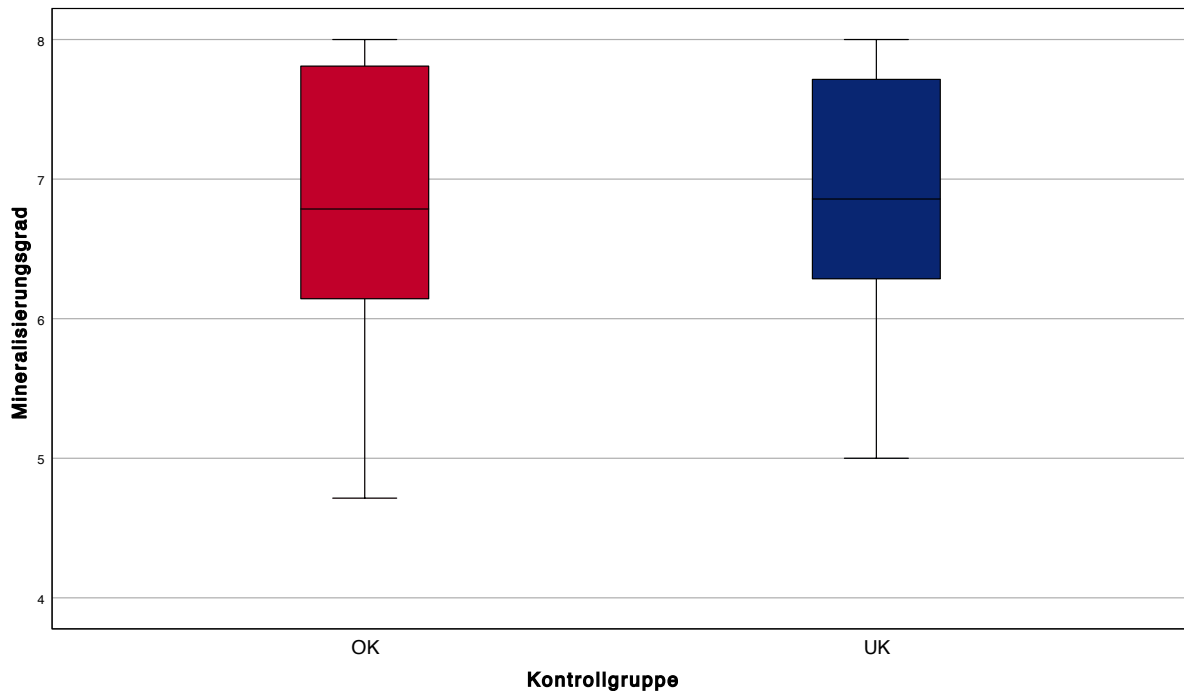


Abbildung 10 Zahnmineralisation Oberkiefer vs. Unterkiefer, Kontrollgruppe, Quelle: SPSS

Um genauer zu untersuchen, ob lediglich die Spaltseite ein verändertes Verhältnis der Zahnmineralisation zwischen Ober- und Unterkiefer aufweist, werden Mittelwerte über die Mineralisation von Ober- und Unterkiefer auf der Spaltseite gebildet und diese miteinander verglichen. Der Mittelwert des Oberkiefers beträgt $6,45 \pm 0,97$ Mineralisationsgrade, 95%-KI [6,30 – 6,59], der des Unterkiefers $6,76 \pm 0,84$ Mineralisationsgrade, 95%-KI [6,62 – 6,87] (siehe Abbildung 11). Die mittlere Differenz ergibt daher 0,30 Mineralisationsgrade, 95%-KI [0,25– 0,35]. Mit Hilfe des t-Tests für abhängige Stichproben ergibt sich ein signifikantes Ergebnis ($p < 0,001$).

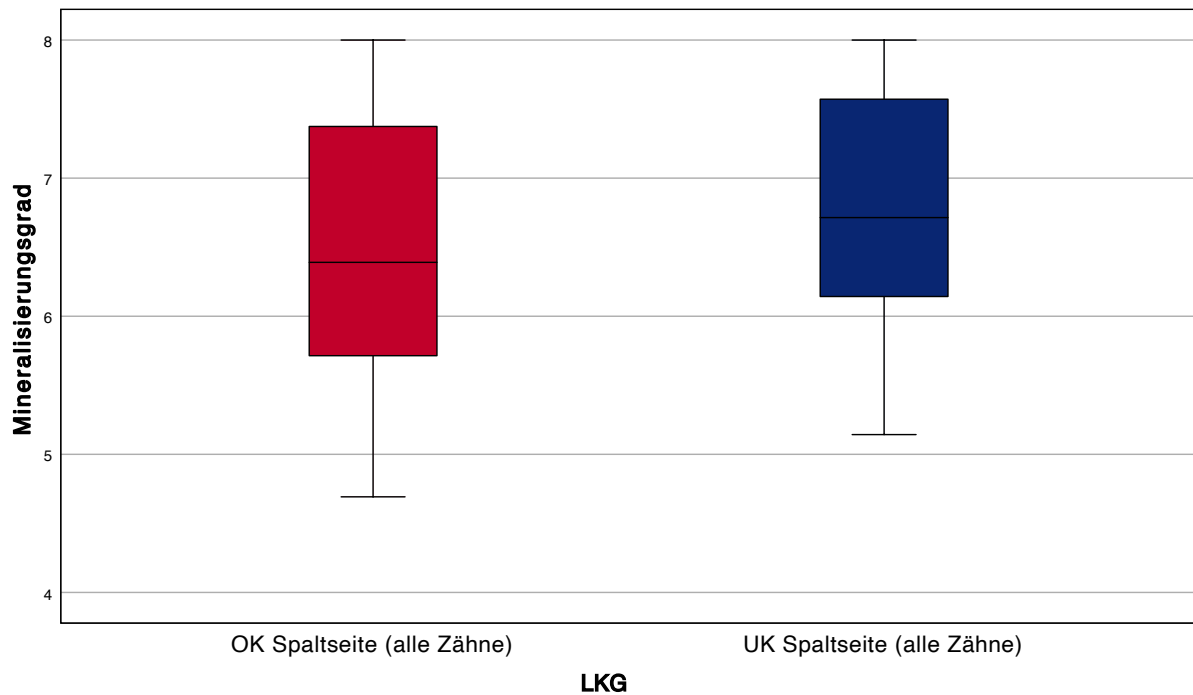


Abbildung 11 OK/UK Spaltseite, Quelle: SPSS

Die Gegenseite liefert minimal höhere Werte ($p < 0,001$). Der Mittelwert des Oberkiefers der Gegenseite beträgt $6,52 \pm 0,99$ Mineralisationsgrade, 95%-KI [6,38 – 6,67], der des Unterkiefers $6,73 \pm 0,85$ Mineralisationsgrade, 95%-KI [6,60 – 6,85] (siehe Abbildung 12). Die mittlere Differenz ergab daher $0,20$ Mineralisationsgrade, 95%-KI [0,16– 0,25].

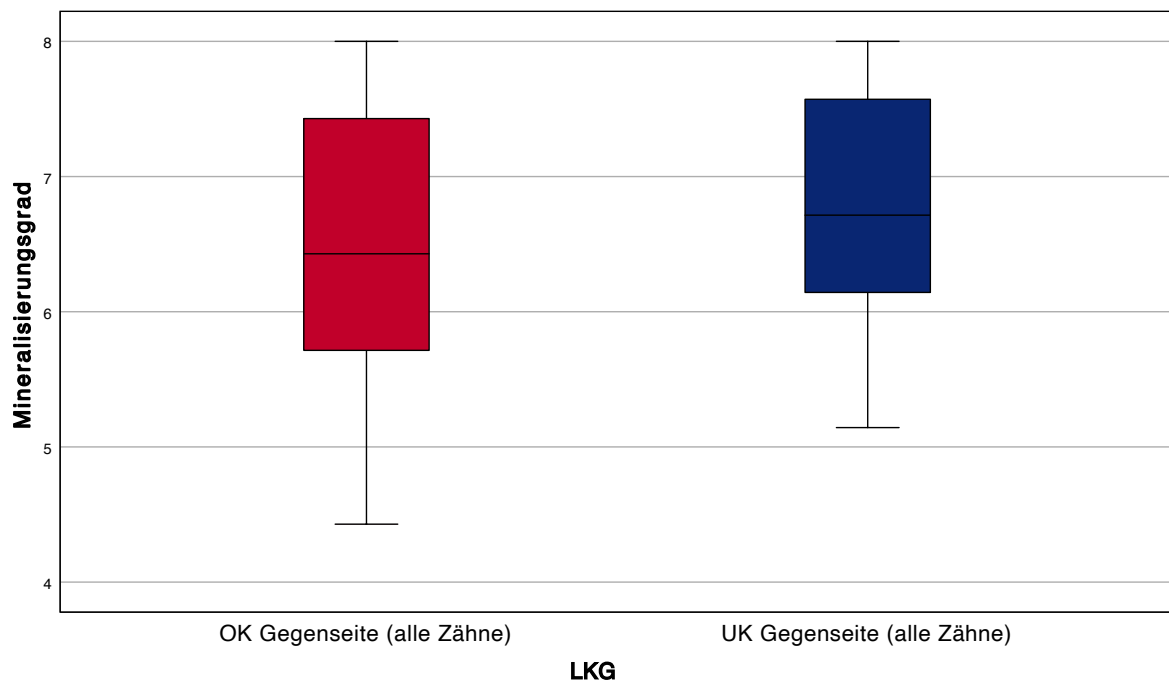


Abbildung 12 OK/UK Gegenseite, Quelle: SPSS

5.1.5 Innerhalb der LKG-Gruppe Vergleich einzelner Zahnpaare des Oberkiefers

Zum Vergleich der einzelnen Zahnpaare im Oberkiefer innerhalb der LKG-Gruppe (n=180) wurde der Wilcoxon-Test angewendet.

- Der mittlere Mineralisierungsgrad des 2. Molaren der Spaltseite ist mit $p = 0,486$ nicht signifikant unterschiedlich zu dem der Gegenseite.
- Der mittlere Mineralisierungsgrad des 1. Molaren der Spaltseite ist mit $p = 0,414$ nicht signifikant unterschiedlich zu dem der Gegenseite.
- Der mittlere Mineralisierungsgrad des 2. Prämolaren der Spaltseite ist mit $p = 0,622$ nicht signifikant unterschiedlich zu dem der Gegenseite.
- Der mittlere Mineralisierungsgrad des 1. Prämolaren der Spaltseite ist mit $p = 0,178$ nicht signifikant unterschiedlich zu dem der Gegenseite.
- Der mittlere Mineralisierungsgrad des Eckzahnes der Spaltseite ist mit $p = 0,030$ signifikant unterschiedlich zu dem der Gegenseite.
- Der mittlere Mineralisierungsgrad des seitlichen Schneidezahnes der Spaltseite ist mit $p = 0,004$ signifikant unterschiedlich zu dem der Gegenseite.
- Der mittlere Mineralisierungsgrad des mittleren Schneidezahnes der Spaltseite ist mit $p = 0,047$ signifikant unterschiedlich zu dem der Gegenseite.

Die Abbildung 13 zeigt die Übersicht der Lage aller seitlicher Schneidezähne auf der Spaltseite der LKG-Gruppe (n=180).

Da häufig mehrere Röntgenbilder eines Patienten mit einem Mindestabstand von 24 Monaten verwendet werden, beträgt die Anzahl der untersuchten Patienten mit Spaltbildung 133. Dabei ist bei 69 von 133 Patienten (51,9%) eine Aplasie des seitlichen Schneidezahnes festzustellen. In 29 (21,8%) Fällen brach der Zahn mesial der Spalte, in 24 (18,0%) distal der Spalte durch. Bei 11 von 133 (8,3%) Patienten ist der Zahn doppelt angelegt.

Betrachtet man lediglich die Lage des seitlichen Schneidezahns, sofern dieser einzeln vorhanden ist, so ist das Verteilungsverhältnis 54,7% (29) für die mesiale Position zu 45,2% (24) für die distale Position.

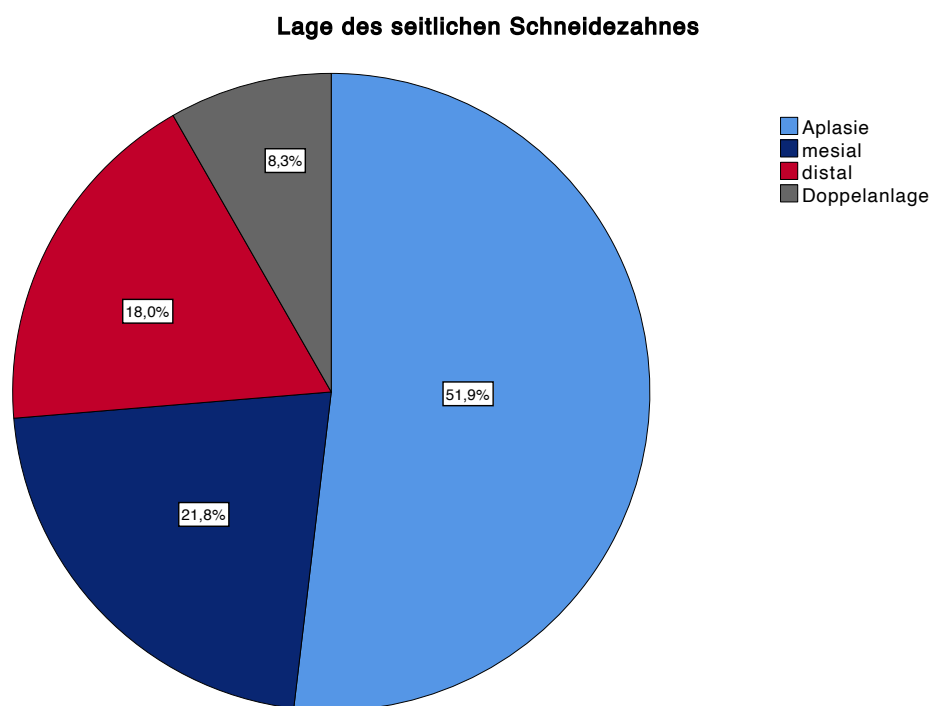


Abbildung 13 Lage des seitlichen Schneidezahns (relative Häufigkeit), Quelle: SPSS

5.2 sekundäre Stichprobe (Subpopulation)

5.2.1 Demographie

Diese Subpopulation besteht nur noch aus gematchten Paaren des gleichen Geschlechts und einem Altersunterschied zum Zeitpunkt des ersten Röntgenbildes von nicht mehr als sechs Monaten. Von den 310 vorliegenden Röntgenbildern gehören 155 der LKG-Gruppe und 155 der Kontrollgruppe an. Bezogen auf das kalendarische Alter der Patienten der Kontrollgruppe ergibt sich ein Mittelwert von 127,6 Monaten mit einer Standardabweichung von 25,2. Der Mittelwert der LKG-Gruppe beträgt 127,5 Monate mit der Standardabweichung von 25,5.

Das Kreisdiagramm (siehe Abbildung 14) stellt die Geschlechterverteilung beider Gruppen dar. In der LKG-Gruppe sind 109 von 155 (70,3%) männlich, in der Kontrollgruppe ebenfalls. Der weibliche Anteil macht 29,7% (46/155) in beiden Gruppen aus.

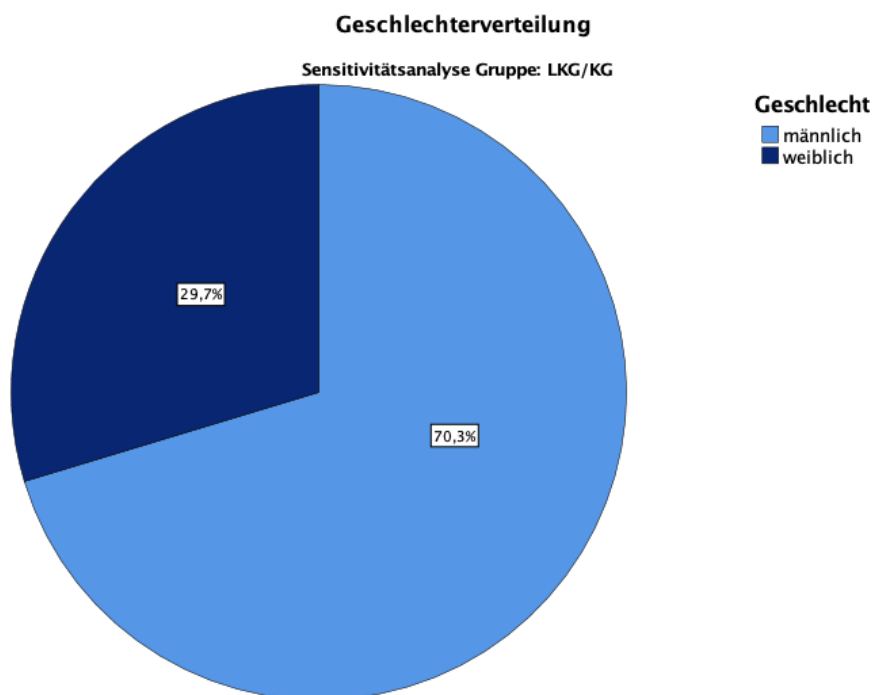


Abbildung 14 Geschlechterverteilung LKG- und Kontrollgruppe, Quelle: SPSS

Abbildung 15 zeigt die Häufigkeiten der Spaltseite innerhalb der LKG-Gruppe. Von den 155 betroffenen Patienten sind 99 (63,9 %) linksseitig und 56 (36,1 %) rechtsseitig betroffen.

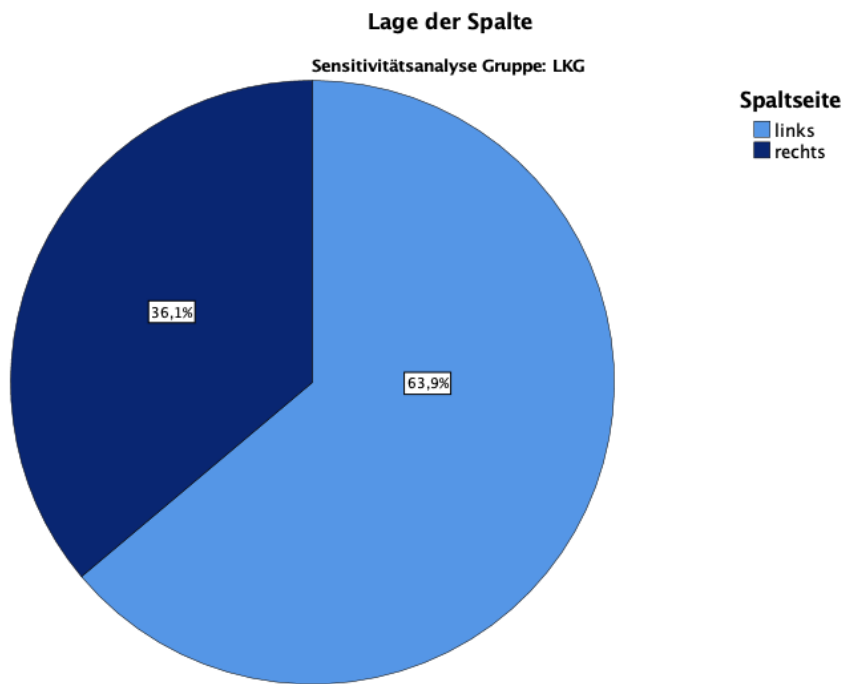


Abbildung 15 Häufigkeiten der Spaltseite, Quelle: SPSS

Außerdem lässt sich der Spalttyp unterscheiden. Von den 155 betroffenen Patienten weisen 139 (89,7 %) eine einseitige Lippen-Kiefer-Gaumenspalte auf und 16 (10,3 %) eine reine Lippen-Kiefer Spalte (siehe Abbildung 16).

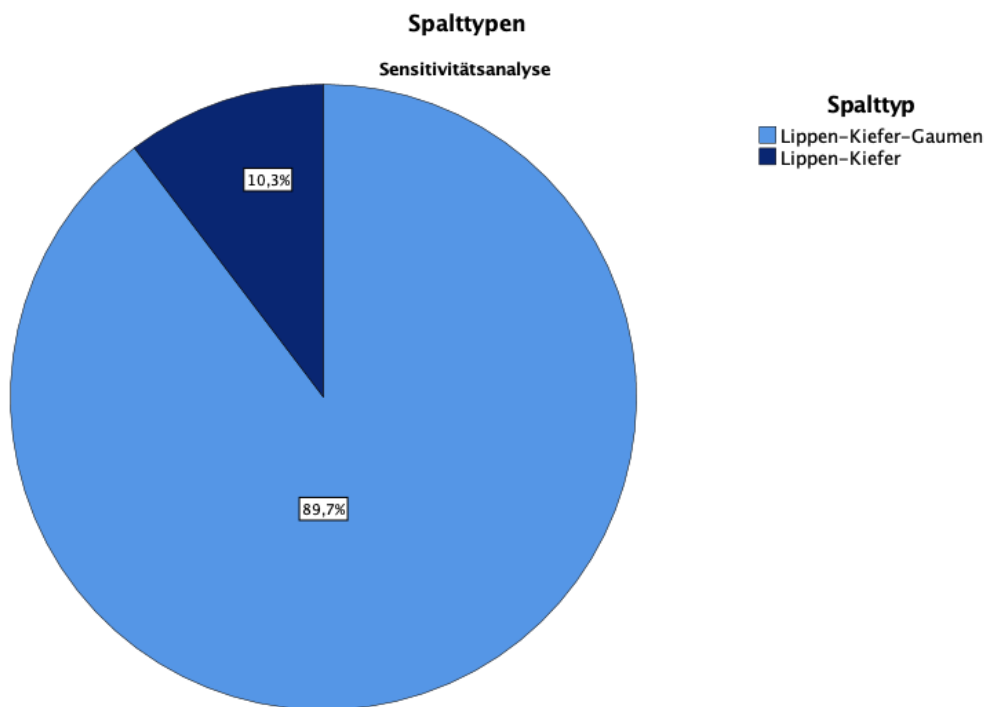


Abbildung 16 Häufigkeiten der Spalttypen, Quelle: SPSS

5.2.2 Vergleich Zahnentwicklung LKG- versus Kontrollgruppe

Der t-Test liefert hier gleiche Ergebnisse wie in der primären Stichprobe. Die mittlere Differenz beider Gruppen beträgt 0,71 Jahre, 95%-KI [0,10 – 1,31] (siehe Abbildung 17). Mit Hilfe des t-Tests unabhängiger Stichproben kann ein signifikantes Ergebnis ($p=0,023$) errechnet werden.

➔ Patienten mit LKG-Spalte haben ein signifikant geringeres dentales Alter als die gesunde Kontrollgruppe.

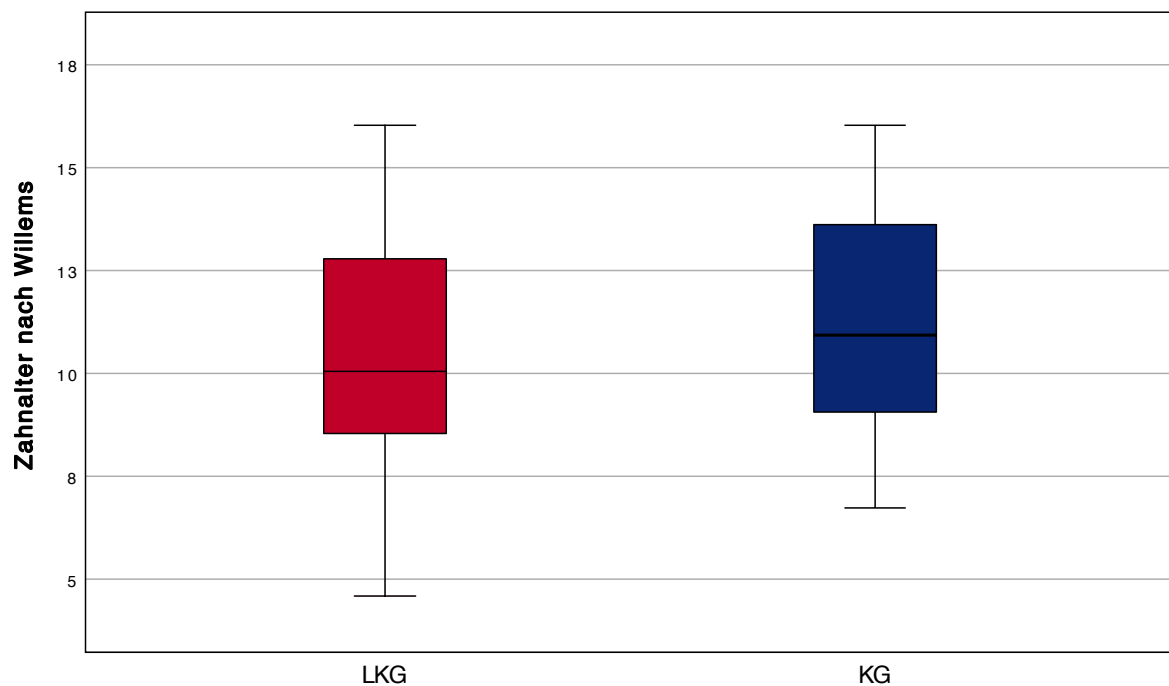


Abbildung 17 Dentales Alter LKG-Gruppe vs. Kontrollgruppe, Quelle: SPSS

5.2.3 Vergleich Ober- versus Unterkiefer

Der t-Test abhängiger Stichproben liefert hier gleiche Ergebnisse wie in der primären Stichprobe. Die mittlere Differenz beider Gruppen beträgt 0,23 Mineralisationsgrade, 95%-KI [0,19–0,27] (siehe Abbildung 18). Es kann ein signifikantes Ergebnis ($p < 0,001$) gezeigt werden.

→ Der mittlere Mineralisierungsgrad des OK ist signifikant geringer als der des UK.

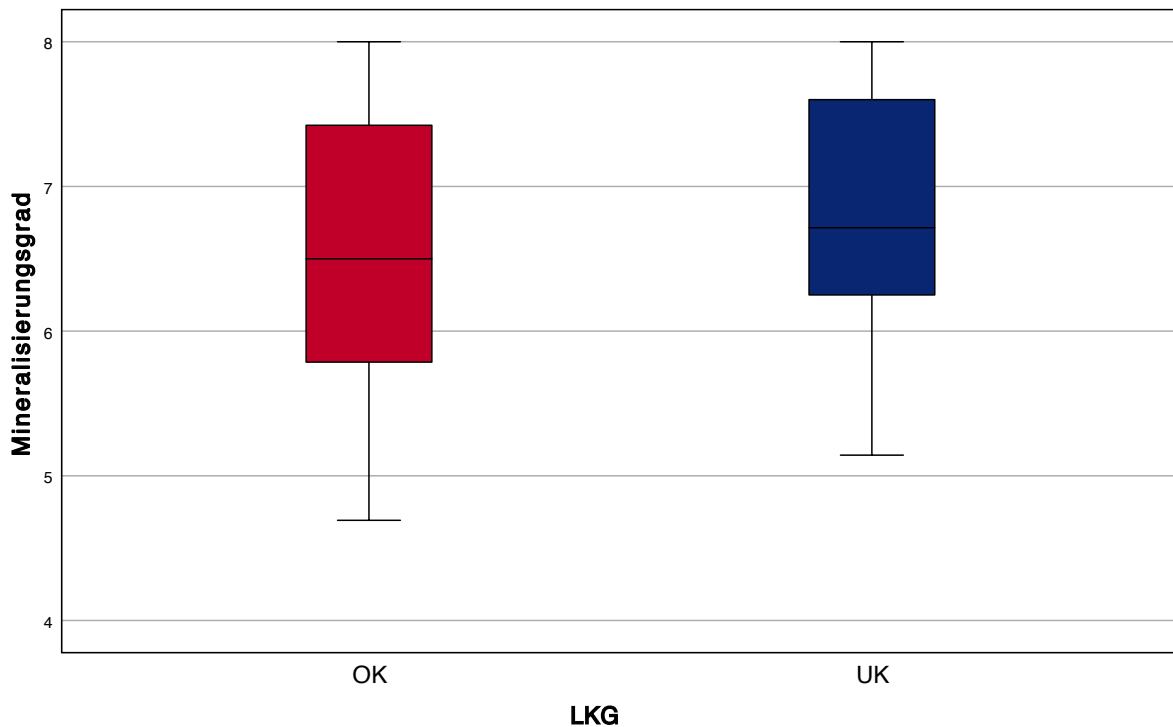


Abbildung 18 Zahnmineralisation Oberkiefer vs. Unterkiefer, LKG, Quelle: SPSS

Ein ähnlicher Befund zeigt sich allerdings auch für die gematchten gesunden Kontrollen, bei der der mittlere Mineralisierungsgrad des Oberkiefers ebenfalls signifikant geringer ist als der des Unterkiefers ($p < 0,001$). Die mittlere Differenz liegt dabei bei 0,10 Mineralisierungsgraden, 95%-KI [0,06 – 0,14] (siehe Abbildung 19).

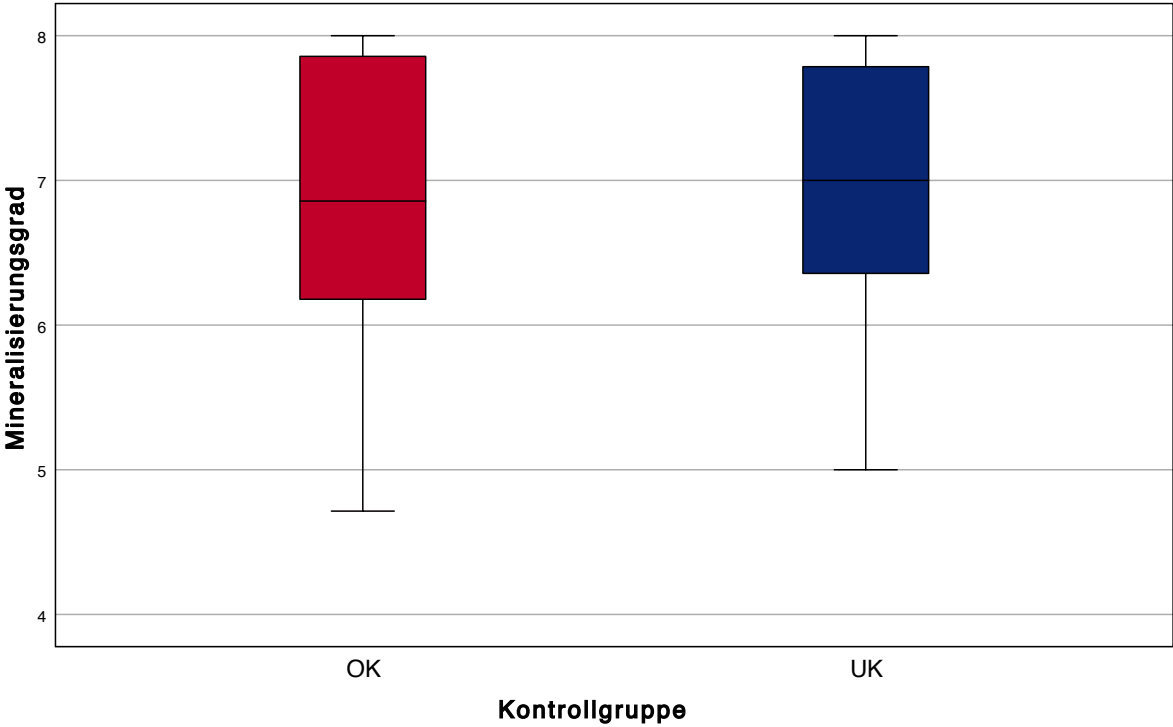


Abbildung 19 Zahnmineralisation Oberkiefer vs. Unterkiefer, Kontrollgruppe, Quelle: SPSS

6 Diskussion

Im Folgenden werden Material und Methoden sowie die Ergebnisse in den Zusammenhang der gängigen nationalen und internationalen Literatur gestellt und kritisch gewertet.

6.1 Patientenkollektiv

Vergleicht man die Größe der in dieser Studie untersuchten Stichprobe (n=180) mit der in der Literatur, so kann die Stichprobe unserer Studie als umfangreich bewertet werden. Die Mehrzahl der bislang zu diesem Thema durchgeführten Studien untersuchte zwischen 40 und 475 Patienten. Lediglich Lai et al. (66) mit n=231 und Ranta et al. (55) mit n=475 wiesen eine größere Stichprobe auf, allerdings zeigten sie eine starke Heterogenität in Bezug auf die Spalttypen. Einzig die kürzlich publizierte Studie von Van Dyck et al. (13), die sich ebenfalls auf die einseitige Spaltbildung fokussierte, betrachtete dabei ein ähnlich großes Kollektiv mit 189 Patienten, so dass sich diese Studie hinsichtlich der Vergleichbarkeit der Ergebnisse sehr gut eignet.

Wie bereits mehrfach in der Literatur beschrieben (1, 2, 5, 12, 14, 18), besteht auch das Patientenkollektiv mit Spaltbildung unserer Studie aus mehr Jungen als Mädchen (68,3% vs. 31,7%). Deutlich mehr Patienten weisen eine vollständige Lippen-Kiefer-Gaumenspalte auf, nur eine kleine Menge ist von einer Lippen-Kiefer-Spalte betroffen (88,9% vs. 11,1%). Die Spalte ist dabei häufiger auf der linken Seite anzutreffen (63,9 % vs. 36,1 %). Auch diese Ergebnisse stimmen mit denen der Literatur überein (1, 5, 14, 18).

Es wurde berichtet, dass sich Gaumenspalten entwicklungsgeschichtlich und genetisch deutlich von Lippenspalten mit und ohne Gaumenspalten unterscheiden (97). In früheren Studien zu diesem Thema wurden die Patienten allerdings nicht immer hinsichtlich des Spalttyps getrennt untersucht (54-58, 60-62, 64, 66-68, 71). Dies führt zu Ungenauigkeiten der Ergebnisse, da die unterschiedlichen Spalttypen mit verschiedenen Schweregraden unterschiedlich große Einflüsse auf das Auftreten von Zahnanomalien und Zahnentwicklung haben können. Außerdem verhindert es die gezielte Untersuchung der asymmetrischen Zahnentwicklung zwischen Spaltseite und nicht betroffener Gegenseite. Da auch Syndrome eine Spaltbildung mit sich bringen können, aber auch hier die Entstehung vermutlich einen andere ist, beschränkte sich unsere Studie auf einseitige Lippen-Kiefer-Gaumenspalten, um Störfaktoren zu reduzieren und Vergleiche mit zukünftigen Studien zu ähnlichen Spalttypen zu erleichtern.

Neben den verschiedenen Spalttypen haben frühere Studien gezeigt, dass es Unterschiede zwischen Ethnien in Bezug auf das Zahnalter oder die Zahnentwicklung oder beides geben

kann (74). Daher wurde in unserer Studie sowohl in der Prüf-, als auch in der Kontrollgruppe auf eine einheitliche kaukasische Abstammung geachtet.

Viele frühere Studien betrachteten allerdings keine Kontrollgruppe oder verglichen die LKG-Gruppe mit nicht angepassten Gruppen von Kontrollpersonen (55, 57, 71). In dieser Studie wurde daher eine alters-, geschlechts- und Ethnien gleiche Kontrollgruppen verwendet, um genauere Rückschlüsse auf die LKG-Gruppe zu ziehen. Um das Matching zu optimieren, wurde aus der Primärstichprobe (n=360: 180 LKG-Gruppe, 180 Kontrollgruppe) eine zweite Stichprobe zur sogenannten Sensitivitätsanalyse (n=310) generiert. Diese Subgruppenanalyse belegt, dass eine Eingrenzung des Matchings auf identische Geschlechterverhältnisse und einen Altersunterschied von nicht mehr als sechs Monaten keinen Unterschied in der Bewertung macht, so dass die Grundgesamtheit von 360 Patienten für die weiteren Analysen eingesetzt wurden.

6.2 Material & methodisches Vorgehen

In der Literatur ist eine Reihe unterschiedlicher Methoden zur Bestimmung der Zahnmineralisation beschrieben worden. Dabei wird die Zahnentwicklung in verschiedene Stadien unterteilt. Anzahl und Länge dieser Stadien variieren je nach Technik (siehe Abschnitt 2.3). Die Beurteilung der Zahnmineralisation anhand von Röntgenbildern stellt dabei eine präzise Methode dar, weil es die gleichzeitige Betrachtung von Krone und Zahnwurzel ermöglicht.

Die von Demirjian et al. (35) entwickelte achtstufige Technik ist eine der am häufigsten verwendeten Methoden zur Einteilung der Zahnentwicklung bei Kindern. Diese Technik bewertet die verschiedenen Zahnentwicklungsstadien auf der Grundlage objektiver Beobachtungen und nicht durch Abmessungen der Kronen- oder Wurzellängen. Dadurch beeinflussen röntgenologische Verzerrungen von Zähnen die Bewertung nicht so stark. Die Methode nach Demirjian et al. (35) beinhaltet zur Bestimmung des dentalen Alters lediglich die Auswertung der sieben Zähne des linken unteren Quadranten. Die Auswirkung einer Spaltbildung im Oberkiefer kann dabei allerdings kaum wiedergegeben werden, da die Oberkieferzähne nicht in die Beurteilung miteinbezogen werden. Deswegen wurden in unserer Studie alle Zähne in die Bewertung miteinbezogen. Die röntgenologische Analyse der Zähne des Oberkiefers kann darüber hinaus durch anatomische Faktoren wie der Spaltbildung und der Überlagerung von Hart- und Weichgewebe erschwert sein. Die Bewertung der verschiedenen Zahnstadien erfolgte daher durch zwei unabhängige Untersucher. In manchen Altersstufen ist von einer Überschätzung des Alters bei der Methode nach Demirjian et al. die Rede (50, 98). Nach Bestimmung der Stadien von Demirjian et al. verwendeten wir die Wertetabellen nach Willems et al. (46), da sie laut Studienergebnissen von Chandail et al. (99) eine genauere Berechnung des dentalen Alters

im Vergleich zu den eigentlichen Wertetabellen von Demirjian ermöglichen und die beschriebene Überschätzung in einigen Altersstufen abschwächen.

Um eine noch genauere Bestimmung der Zahnmineralisation zu erreichen, empfiehlt sich die Bewertung anhand von 3D-Aufnahmen vorzunehmen (100). Wie in der Studie von Zhang et al. (72) beschrieben, können die Zähne in der 3D-Bildgebung in allen Winkeln ohne Bildüberlagerung betrachtet werden, was die Qualität der Zahnanalysen deutlich erhöht. Allerdings ist die Strahlenbelastung eine deutlich höhere im Vergleich zur Panoramaschichtaufnahme und es standen in unserem Fall nicht genügend Bilder zur Verfügung. Für zukünftige Untersuchungen sollte überlegt werden, die Zahnentwicklung mittels 3D-Röntgenbildern zu beurteilen.

6.3 Zahnentwicklung

Die Verzögerung der Zahnentwicklung der vorliegenden Studie ähnelt den Ergebnissen in der Literatur (0,69 Jahre vs. 0,30-0,70 Jahre). Lediglich drei Studien konnten keine signifikanten Ergebnisse beobachten (62, 70, 74)

Wie bereits in der Literaturdiskussion beschrieben, ist die Vergleichbarkeit der Studien untereinander erschwert. In vielen Untersuchungen wurden Patienten mit verschiedenen Spalttypen in die Studienstichprobe aufgenommen. Auch der ätiologische Einfluss auf den Schweregrad der Zahnentwicklung wurde meistens nicht beachtet und teilweise sehr unterschiedliche Methoden verwendet.

Eine Studie mit sehr ähnlichen Ergebnissen zu der vorliegenden Studie lieferte Bindayel et al. (71) (0,7 Jahre vs. 0,69 Jahre). Allerdings wurden hier Patienten nicht-kaukasischen Ursprungs mit verschiedenen Spalttypen in die Studie mit einbezogen. Eine Kontrollgruppe fehlte, was die Zuverlässigkeit der Ergebnisse beeinträchtigen könnte.

In der Studie von Pham et al. (60) zeigten sich bei den Jungen ähnliche Ergebnisse (0,6 Jahre vs. 0,69 Jahre), die Mädchen zeigten allerdings keine Signifikanz. Hier handelte es sich um Patienten aus Saudi-Arabien und die Stichprobengröße betrug lediglich 53.

Eine vom Studienaufbau her sehr ähnlich durchgeführte Studie von Van Dyck et al. (13), konnte ebenfalls eine Signifikanz in der verzögerten Zahnentwicklung bei Patienten mit einseitiger Spaltbildung feststellen. Hier wurden allerdings Patienten von 6 bis 20 Jahren eingeschlossen und jedes Alter einzeln untersucht. Die größte Differenz betraf Mädchen im Alter von 13 mit einer Differenz von 1,411 Jahren und die Jungen im Alter 12 mit 0,776 Jahren. Die Stichprobengröße weist mit 189 Patienten eine ähnlich große Menge auf. Betrachtet man die Durchführung zur Bestimmung der Zahnstadien dieser Studie allerdings genauer, so fehlte bei 18 Patienten ein Zahn im linken unteren Quadranten, der zur korrekten Bestimmung des

Zahnalters nach Demirjian herangezogen werden muss. In der Studie nach Van Dyck et al. wurde das Zahnstadium des fehlenden Zahnes anhand eines Regressionsmodells geschätzt. Wir hingegen schlossen diese Patienten aus der Studie aus und umgingen daher auftretende Ungenauigkeiten durch fehlende Zähne. Außerdem erfolgte in unserer Studie die Auswertung durch zwei Personen anhand einer jeweils eigenen randomisierten Reihenfolge. Die Ergebnisse wurden besprochen und bei Unstimmigkeiten erfolgte der Ausschluss des jeweiligen Patienten. In der Studie nach Van Dyck et al. wurde sowohl die LKG-Gruppe als auch die Kontrollgruppe nur einmal von demselben Beobachter nach einem Training mit einem erfahrenen Kollegen eingestuft. Im Gegensatz zu unserer Studie ist damit ein nicht unerheblicher Untersucher Bias gegeben.

6.4 Asymmetrische Zahnentwicklung

In der Literatur ist immer dann von einer asymmetrischen Zahnentwicklung die Rede, wenn die Kronen- oder Wurzelentwicklung eines der Zähne um mindestens eine Entwicklungsstufe von insgesamt 8 nach Demirjian (Stadium A-H) von der des auf der Gegenseite liegenden Zahnpaares abweicht (10, 13). Vergangene Studien über die asymmetrische Zahnentwicklung bei Patienten mit Spaltbildung berichteten teilweise sehr unterschiedliche Ergebnisse bei einer starken Heterogenität bezüglich Methoden und Ethnien. Aus diesem Grund wurde in unserer Studie ebenfalls die asymmetrische Zahnentwicklung bei einem großen Kollektiv untersucht. In unserer Studie zeigt das Ergebnis mit einer mittleren Differenz von 0,08 Entwicklungsstadien nach Demirjian zwischen Spalt- und Gegenseite nach statistischen Berechnungen ein signifikantes Ergebnis ($p=0,001$). Bei der Betrachtung der einzelnen Zahnpaare zueinander weisen sowohl Eck-, als auch seitlicher und mittlerer Schneidezahn eine signifikante Verzögerung auf. Beim Vergleich des Ober- zum Unterkiefer in der LKG-Gruppe beträgt die mittlere Differenz 0,25 Stadien. Der Oberkiefer liegt dem Unterkiefer in der Zahnentwicklung also minimal zurück. Ein ähnlicher Befund zeigt sich allerdings auch für die gesunde Kontrollgruppe. Auch hier liegt der Oberkiefer dem Unterkiefer in der Zahnentwicklung etwas zurück. Die Differenz von 0,11 Stadien fällt allerdings etwas geringer aus als in der LKG-Gruppe. Außerdem konnten wir auch einen signifikanten Unterschied zwischen Ober- und Unterkiefer der Spalt- und Gegenseite feststellen (Spaltseite mittlere Differenz: 0,30 vs. Gegenseite mittlere Differenz: 0,20, $p<0,001$)

Vergleicht man die Ergebnisse unserer Studie mit denen der Literatur, so bedienten sich lediglich Eerens et al. (62), Tan et al. (10, 69), Lai et al. (66) und Van Dyck et al. (13) der Methode nach Demirjian. Studien, welche Patienten nicht-kaukasischen Ursprungs einschlossen oder andere Methoden verwendeten, können daher in unserer Analyse vernachlässigt werden.

Eerens et al. (62) beobachteten ebenfalls eine asymmetrische Zahnentwicklung. Bei ihnen waren neben dem seitlichen Schneidezahn auch die Prämolaren betroffen. Eine genaue Untersuchung zwischen beiden Kiefern wie in unserer Studie fehlte.

Auch Lai et al. (66) beschrieben eine asymmetrische Zahnentwicklung, mit stärkster Ausprägung am seitlichen Schneidezahn. Allerdings führten sie die Untersuchungen anhand eines chinesischen Kollektivs durch, welches aus unterschiedlichen Spalttypen bestand.

Auch Tan et al. (10, 69) sprachen in beiden seiner Studien 2012 und 2017 von einem deutlich erhöhten Risiko der asymmetrischen Zahnentwicklung bei Patienten mit Spaltbildungen. In der 2012 durchgeführten Studie stellten Tan et al. (69) ein 3,77-fach erhöhtes Risiko im Vergleich zu einer Kontrollgruppe fest. Wie in unserer Studie lag der Ober- dem Unterkiefer auf der Spaltseite in der Entwicklung zurück (RR=2,93). Dabei beobachtete er unseren Ergebnissen entsprechend, besonders den seitlichen Schneidezahn, der am häufigsten von der Verzögerung betroffen war. Auf der Gegenseite konnte er im Vergleich zu unserer Studie keine Verzögerung beobachten (RR=0,78). Auch die von ihm 2017 durchgeführte Studie bestätigte diese Erkenntnisse. Hier wurde ebenfalls ein erhöhtes Risiko der asymmetrischen Zahnentwicklung in allen Altersgruppen festgestellt (2,53%) (10). Der Oberkiefer lag auf der Spaltseite dem Unterkiefer zurück und am häufigsten (73,3%) war der seitliche Schneidezahn betroffen. Der Unterschied zu unserer Studie bestand vor allem in dem untersuchten Patientenkollektiv. Tan et al. (10) untersuchten Patienten aus Singapur, während wir kaukasische Patienten untersuchten. Außerdem bestand die Stichprobe aus lediglich 60 Patienten mit Spaltbildung und die Analyse erfolgte lediglich durch einen Untersucher.

In der Studie von Van Dyck et al. (13), die methodisch unserem Ansatz am nächsten kommt, wurde bei 189 Patienten eine mittlere Differenz von 0,03 bei den Mädchen und 0,04 bei den Jungen beobachtet. Außerdem konnte ebenfalls eine leichte Verzögerung des Oberkiefers zum Unterkiefer festgestellt werden, was mit unseren Ergebnissen übereinstimmt. Ein Vergleich von Ober- und Unterkiefer zwischen Spalt- und Gegenseite lieferte kein signifikantes Ergebnis. Die Limitation dieser Studie besteht allerdings in der Beschränkung der Analyse durch einen einzigen Untersucher. In unserer Studie wurde dieser untersucherabhängige Bias durch zwei unabhängig voneinander durchgeführte Auswertungen minimiert.

6.5 Seitlicher Schneidezahn

Aufgrund multifaktorieller embryologischer, anatomischer und umweltbedingter Faktoren ist der obere seitliche Schneidezahn am anfälligsten für Fehlentwicklungen, was eine Begründung für das in der Literatur immer wieder berichtete Fehlen sein könnte (9, 83, 85, 101-103). Daher sollte auch die Lage des seitlichen Schneidezahns im Bezug zur Spalte in unserer Studie untersucht werden. Der seitliche Schneidezahn kann mesial oder distal der Spalte liegen, komplett fehlen oder sogar doppelt angelegt sein. Am häufigsten ist eine Aplasie des seitlichen Schneidezahns festzustellen (52,28%). Ist der Zahn einfach vorhanden, liegt er nach den beobachteten Ergebnissen häufiger mesial (21,96%) als distal (17,42%). Seltener konnten Doppelanlagen des seitlichen Schneidezahns beobachtet werden (8,33%).

Zahnaplasien wurden in der Literatur ähnlich häufig beschrieben. Ergebnisse von 12,4% bis zu 79,2% im bleibenden Gebiss auf der Spaltseite wurden beobachtet. Dabei wurde zwischen Milchgebiss und bleibendem Gebiss unterschieden. Die dazugehörige Literatur weist auch bei dieser Fragestellung deutliche Unterschiede im Studienaufbau auf. So werden zum Vergleich nur diejenigen Studien näher in Betracht gezogen, die keine Heterogenität der Spalttypen in der jeweiligen Stichprobe aufweisen.

Vergleichbare Ergebnisse der Zahnaplasie unserer Studie fanden sich in den Studien von Tsai et al. (8)(51,8%), Ribeiro et al. (63)(49,8%) und Tortora et al. (82)(48,8%). Sie alle untersuchten die reine einseitige LKG-Spalte, unterschieden sich allerdings in der Herkunft der Patienten und der Größe der Stichprobe. Wie in der Meta-Analyse von Polder et al. (104) beschrieben, ist die Zahnaplasie je nach Kontinent und Geschlecht unterschiedlich. Er berichtete, dass die Prävalenz bei beiden Geschlechtern in Europa (Männer 4,6 %; Frauen 6,3 %) und Australien (Männer 5,5 %; Frauen 7,6 %) höher als bei den nordamerikanischen Kaukasiern (Männer 3,2 %; Frauen 4,6 %) ist. Darüber hinaus war die Prävalenz der Zahnaplasien bei Frauen 1,37-mal höher als bei Männern (104). Daher könnte auch die Anzahl an weiblichen und männlichen Patienten in den verschiedenen Stichproben einen Einfluss auf die unterschiedlichen Ergebnisse gehabt haben. Die Studie von Antonarakis et al. (93) untersuchte die Zahnaplasie bei kaukasischen Patienten und konnte ähnliche Werte beobachten (46,4% vs. 52,2%). Auch in dieser Studie wurde eine deutlich kleinere Stichprobe (56 vs. 133) analysiert.

Die Prävalenz einer Doppelanlage des seitlichen Schneidezahns beträgt in unserer Studie 8,33%. Dies stimmt mit früheren Studien überein, bei denen eine Prävalenz zwischen 0% und 34,9 % beobachtet wurde (8, 9, 63, 78, 79, 82-86, 88, 89, 93-95). Betrachtet man nur die Studien, die sich mit einseitiger LKG-Spalte bei kaukasischen Patienten auseinandersetzten (Antonarakis et al. (93), Riis et al. (88), Möller et al. (95), Camporesi et al. (84)), so lässt sich

auch bei dieser Fragestellung eine deutlich kleinere Stichprobe und deutliche Unterschiede in den Methoden zur Bestimmung der Zahnanomalien im Vergleich zu unserer Studie feststellen. Neben Röntgenbildern kommen Gipsmodelle und Fotos zum Einsatz. Außerdem können die Prävalenzraten unterschätzt werden, wenn es beim operativen Gaumenschluss zum Verlust des seitlichen Schneidezahnes kommt und dies damit die Vergleichbarkeit zu unserer Studie erschwert.

Eine Begründung für das Auftreten Erklärungen von überzähligen seitlichen Schneidezähnen, liefert die Hypothese von Hovorakova et al. (105). Sie legt nahe, dass die Bildung überzähliger Zähne das Ergebnis der Nichtverschmelzung der medialen Nasen- und Kieferfortsätze ist, die auch zur Trennung der Zahnepithelien führt, wodurch zwei seitliche Schneidezähne entstehen, einer auf jeder Seite der Spalte (105).

Betrachtet man nur die Lage des seitlichen Schneidezahnes, so wird in der Literatur die distale Lage häufiger beobachtet im Vergleich zur mesialen (7-9, 63, 78, 79, 83, 86, 96). Die Ergebnisse der distalen Lage schwanken dabei zwischen 71,8% und 97,8%. Im Gegensatz zur Literatur weichen unsere Ergebnisse hiervon ab (mesial 54,7% distal 45,2%). Da die Bestimmung der Lage des seitlichen Schneidezahnes anhand von Panoramaschichtaufnahmen kaum Raum für Interpretationen bietet und die Ergebnisse beider Untersucher in unserer Studie auch zu 100% übereinstimmen, sind methodische Unterschiede in der Analyse als Ursache auszuschließen. Als mögliche Erklärung für die unterschiedlichen Ergebnisse sind neben der Heterogenität der Spalttypen und Ethnizitäten in einigen Studien auch ein schonenderes Operieren und eine andere kieferorthopädische Behandlung (mit Erhalt der hypoplastischen 2er) zu diskutieren.

Nach der Hypothese von Tan et al. (9), erfolgt die Bildung des primären Gaumens durch das Zusammenwachsen des Oberkiefers und des medialen Nasenvorsprungs und der primäre Gaumen ist Teil des intermaxillären Segments, welches neben dem Philtrum aus den angrenzenden mittleren Teil des Oberkiefers mit seinen vier Frontzähnen besteht. Eine Spaltung des primären Gaumens sollte dazu führen, dass der laterale Schneidezahn mesial der Spalte positioniert wird, da der laterale Schneidezahn Teil des intermaxillären Segments ist. Neuere Erkenntnisse scheinen darauf hinzudeuten, dass es einen doppelten embryonalen Ursprung der lateralen Schneidezähne des Oberkiefers gibt, wobei die mesiale Hälfte aus dem medialen Nasenfortsatz und die distale Hälfte aus dem Kieferfortsatz stammt (8, 9, 105, 106). Nach Tsai et al. könnte das Scheitern der Fusion beider Fortsätze die Ursache der Entstehung verschiedener Verteilungsmuster sein (8, 9). Und damit unsere Ergebnisse bekräftigen.

Daher ist es besonders für Kieferorthopädie und MKG-Chirurgie wichtig, bei jedem Patienten individuell zu schauen, ob der seitliche Schneidezahn angelegt ist oder nicht, um den Zahn bestmöglich zu erhalten.

7 Zusammenfassung

Da die Lippen-Kiefer-Gaumenspalte zu den am häufigsten angeborenen Fehlbildungen des Menschen gehört, steht sie immer wieder im Fokus der Wissenschaft. Gerade das Thema der verzögerten Zahnentwicklung bei Patienten mit Spaltbildung wurde mehrfach untersucht. Dabei wurden sehr unterschiedliche Ergebnisse publiziert. Auch die Methoden variierten stark. So vermischten einige Studien verschiedene Spalttypen, andere wiederum verschiedene Ethnien. Auch die Stichprobengröße erschwerte die Gewichtung der Ergebnisse. Diese Studie stellt daher eine gründliche und präzise Untersuchung der verzögerten Zahnentwicklung dar, anhand eines großen Kollektivs von Patienten mit einseitiger Spaltbildung. Eine Geschlechts-, Alters- und Ethniengematchte Kontrollgruppe wurde ebenfalls erstellt, um die Ergebnisse der Patienten mit Spaltbildung mit denen aus der gesunden Kontrollgruppe zu vergleichen.

Mit einer Differenz von 0,69 Jahren lag die Zahnentwicklung der Patienten mit Spaltbildung der Kontrollgruppe hinterher. Auch der Vergleich von Spaltseite und Gegenseite zeigte statistisch gesehen einen kleinen Unterschied (0,08 Stadien), der allerdings im Vergleich zur Literatur als klinisch nicht signifikant eingestuft werden konnte. Untersuchte man den Oberkiefer im Verhältnis zum Unterkiefer konnte hier eine Signifikanz festgestellt werden. Der Oberkiefer lag dem Unterkiefer leicht zurück (0,25 Mineralisationsgrade). Bei der Untersuchung einzelner Zahnpaare von Spalt- und Gegenseite (asymmetrische Zahnentwicklung) miteinander, konnte ein signifikantes Ergebnis beim seitlichen Schneidezahn beobachtet werden.

Da auch immer wieder von Zahnanomalien im Kontext mit Spaltfehlbildungen die Rede ist, wurde in einer letzten Fragestellung der seitliche Schneidezahn näher untersucht. Dabei sollte ein Fehlen, eine Doppelanlage, aber auch die Lage des Zahnes zur Spalte (mesial/distal) ausgewertet werden.

Allein die Hälfte der untersuchten Patienten mit Spaltbildung wiesen eine Aplasie (52,28%) des seitlichen Schneidezahnes auf. Bei 8,33% der Untersuchten war dieser Zahn doppelt vorhanden. Bei näherer Betrachtung der Lage des seitlichen Schneidezahns konnte häufiger die mesiale als die distale Lage festgestellt werden (54,7% vs. 45,2%)

Neben diesen bereits beschriebenen Ergebnissen wurde eine zweite Auswertung anhand einer Teilmenge des Kollektivs durchgeführt. Diese zweite Stichprobe beinhaltete nur noch Paare, die vom Geschlecht identisch waren und sich weniger als 6 Monate im Alter zum Zeitpunkt des ersten Röntgenbildes unterschieden. Die statistischen Analysen wurden an beiden Stichproben durchgeführt. Diese Ergebnisse unterschieden sich kaum von denen der ersten, ursprünglichen Stichprobe. Das wiederum verdeutlicht die hohe Wertigkeit der Ergebnisse dieser Studie.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Zahnentwicklung bei Patienten mit Spaltbildung zur normalen Bevölkerung verzögert abläuft und man damit mit der kieferorthopädischen Behandlung etwas später beginnen sollte, um das Wurzelwachstum nicht zu beschädigen. Andererseits dient diese Erkenntnis auch der Altersschätzung für forensische Zwecke. Das vermehrte Auftreten von Zahnanomalien des seitlichen Schneidezahns muss bei der kieferorthopädischen und chirurgischen Behandlung berücksichtigt werden.

8 Literaturverzeichnis

1. Mossey PA, Little J, Munger RG, Dixon MJ, Shaw WC. Cleft lip and palate. *Lancet*. 2009;374(9703):1773-85.
2. Singh H, Maurya RK, Sharma P, Kapoor P, Mittal T, Atri M. Effects of maxillary expansion on hearing and voice function in non-cleft lip palate and cleft lip palate patients with transverse maxillary deficiency: a multicentric randomized controlled trial. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2021;87(3):315-25.
3. Hopkins B, Dean K, Appachi S, Drake AF. Craniofacial Interventions in Children. *Otolaryngol Clin North Am*. 2019;52(5):903-22.
4. Adams MS, Niswander JD. Developmental 'noise' and a congenital malformation. *Genet Res*. 1967;10(3):313-7.
5. Shkoukani MA, Chen M, Vong A. Cleft lip - a comprehensive review. *Front Pediatr*. 2013;1:53.
6. Taib BG, Taib AG, Swift AC, van Eeden S. Cleft lip and palate: diagnosis and management. *Br J Hosp Med (Lond)*. 2015;76(10):584-5, 8-91.
7. Suzuki A, Watanabe M, Nakano M, Takahama Y. Maxillary lateral incisors of subjects with cleft lip and/or palate: Part 2. *Cleft Palate Craniofac J*. 1992;29(4):380-4.
8. Tsai TP, Huang CS, Huang CC, See LC. Distribution patterns of primary and permanent dentition in children with unilateral complete cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J*. 1998;35(2):154-60.
9. Tan ELY, Kuek MC, Wong HC, Ong SAK, Yow M. Secondary Dentition Characteristics in Children With Nonsyndromic Unilateral Cleft Lip and Palate: A Retrospective Study. *Cleft Palate Craniofac J*. 2018;55(4):582-9.
10. Tan ELY, Kuek MC, Wong HC, Yow M. Longitudinal dental maturation of children with complete unilateral cleft lip and palate: A case-control cohort study. *Orthod Craniofac Res*. 2017;20(4):189-95.
11. Freitas JA, Almeida AL, Soares S, Neves LT, Garib DG, Trindade-Suedam IK, et al. Rehabilitative treatment of cleft lip and palate: experience of the Hospital for Rehabilitation of Craniofacial Anomalies/USP (HRAC/USP) - Part 4: oral rehabilitation. *J Appl Oral Sci*. 2013;21(3):284-92.
12. Ozawa T, Omura S, Fukuyama E, Matsui Y, Torikai K, Fujita K. Factors influencing secondary alveolar bone grafting in cleft lip and palate patients: prospective analysis using CT image analyzer. *Cleft Palate Craniofac J*. 2007;44(3):286-91.
13. Van Dyck J, Begnoni G, Willems G, Laenen A, Thevissen P, Verdonck A, Cadenas de Llano-Pérula M. Dental development in patients with and without unilateral cleft lip and palate (UCLP): a case control study. *Clin Oral Investig*. 2021;25(5):2619-31.
14. Voigt A, Radlanski RJ, Sarioglu N, Schmidt G. [Cleft lip and palate]. *Pathologe*. 2017;38(4):241-7.
15. Funato N, Nakamura M. Identification of shared and unique gene families associated with oral clefts. *Int J Oral Sci*. 2017;9(2):104-9.
16. Niswander JD, MacLean CJ, Chung CS, Dronamraju K. Sex ratio and cleft lip with or without cleft palate. *Lancet*. 1972;2(7782):858-60.
17. Farronato G, Cannalire P, Martinelli G, Tubertini I, Giannini L, Galbiati G, Maspero C. Cleft lip and/or palate: review. *Minerva Stomatol*. 2014;63(4):111-26.
18. Alois CI, Ruotolo RA. An overview of cleft lip and palate. *Jaapa*. 2020;33(12):17-20.
19. Burg ML, Chai Y, Yao CA, Magee W, 3rd, Figueiredo JC. Epidemiology, Etiology, and Treatment of Isolated Cleft Palate. *Front Physiol*. 2016;7:67.
20. Daratsianos N, Mangold E, Martini M. Orofaziale Spalten. Das interdisziplinäre Behandlungskonzept am Universitätsklinikum Bonn. 2014;8(04):391-424.
21. Wang BC, Hakimi M, Martin MC. Use of two cleft lip and palate classification systems by nonspecialized health care providers. *Cleft Palate Craniofac J*. 2014;51(5):540-3.

22. Naran S, Kirschner RE, Schuster L, Basri O, Ford M, Goldstein J, et al. Simonart's Band: Its Effect on Cleft Classification and Recommendations for Standardized Nomenclature. *Cleft Palate Craniofac J.* 2017;54(6):726-33.
23. Seo YJ, Park JW, Kim YH, Baek SH. Associations between the risk of tooth agenesis and single-nucleotide polymorphisms of MSX1 and PAX9 genes in nonsyndromic cleft patients. *Angle Orthod.* 2013;83(6):1036-42.
24. Phan M, Conte F, Khandelwal KD, Ockeloen CW, Bartzela T, Kleefstra T, et al. Tooth agenesis and orofacial clefting: genetic brothers in arms? *Hum Genet.* 2016;135(12):1299-327.
25. Phan M, Conte F, Khandelwal KD, Ockeloen CW, Bartzela T, Kleefstra T, et al. Tooth agenesis and orofacial clefting: genetic brothers in arms? *Human Genetics.* 2016;135(12):1299-327.
26. Ardinger HH, Buetow KH, Bell GI, Bardach J, VanDemark DR, Murray JC. Association of genetic variation of the transforming growth factor-alpha gene with cleft lip and palate. *Am J Hum Genet.* 1989;45(3):348-53.
27. Hoyt AT, Canfield MA, Romitti PA, Botto LD, Anderka MT, Krikov SV, et al. Associations between maternal periconceptional exposure to secondhand tobacco smoke and major birth defects. *Am J Obstet Gynecol.* 2016;215(5):613.e1-.e11.
28. Al-Nawas B. WS, Keilmann A., Wehrbein H., Wagner W. Die zeitgerechte Versorgung von Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten. *pädiat prax.* 2006;69:685-97.
29. Wilhelm L, Borgers H. The 'equals sign': a novel marker in the diagnosis of fetal isolated cleft palate. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2010;36(4):439-44.
30. Wriedt S. Teamwork - Interdisziplinäre Zusammenarbeit am Beispiel der LKG-Rehabilitation an der Uniklinik Mainz. *Forum Logopädie.* 2005;1 (19):18-21.
31. Zhang W, Yelick PC. Tooth Repair and Regeneration: Potential of Dental Stem Cells. *Trends Mol Med.* 2021;27(5):501-11.
32. Jernvall J, Thesleff I. Tooth shape formation and tooth renewal: evolving with the same signals. *Development.* 2012;139(19):3487-97.
33. Lüllmann-Rauch R, Asan E. Taschenlehrbuch Histologie. 5., vollständig überarbeitete Auflage ed. Stuttgart ; New York: Georg Thieme Verlag; 2015.
34. Willems G. A review of the most commonly used dental age estimation techniques. *J Forensic Odontostomatol.* 2001;19(1):9-17.
35. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol.* 1973;45(2):211-27.
36. Gelbrich B, Carl C, Gelbrich G. Comparison of three methods to estimate dental age in children. *Clin Oral Investig.* 2020;24(7):2469-75.
37. Haavikko K. Tooth formation age estimated on a few selected teeth. A simple method for clinical use. *Proc Finn Dent Soc.* 1974;70(1):15-9.
38. Nolla CM. The development of the permanent teeth. *Journal of Dentistry for Children.* 1960;27:254-66.
39. Ranta R. A review of tooth formation in children with cleft lip/palate. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1986;90(1):11-8.
40. Butti AC, Clivio A, Ferraroni M, Spada E, Testa A, Salvato A. Häavikko's method to assess dental age in Italian children. *Eur J Orthod.* 2009;31(2):150-5.
41. Maber M, Liversidge HM, Hector MP. Accuracy of age estimation of radiographic methods using developing teeth. *Forensic Sci Int.* 2006;159 Suppl 1:S68-73.
42. AlQahtani SJ, Hector MP, Liversidge HM. Brief communication: The London atlas of human tooth development and eruption. *Am J Phys Anthropol.* 2010;142(3):481-90.
43. de Carvalho Carrara CF, de Oliveira Lima JE, Carrara CE, Gonzalez Vono B. Chronology and sequence of eruption of the permanent teeth in patients with complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2004;41(6):642-5.
44. Nyström M, Peck L, Kleemola-Kujala E, Evälahti M, Kataja M. Age estimation in small children: reference values based on counts of deciduous teeth in Finns. *Forensic Sci Int.* 2000;110(3):179-88.
45. Levesque GY, Demirjian A. The inter-examiner variation in rating dental formation from radiographs. *J Dent Res.* 1980;59(7):1123-6.

46. Willems G, Van Olmen A, Spiessens B, Carels C. Dental age estimation in Belgian children: Demirjian's technique revisited. *J Forensic Sci.* 2001;46(4):893-5.
47. Haavikko K. The formation and the alveolar and clinical eruption of the permanent teeth. An orthopantomographic study. *Suom Hammaslaak Toim.* 1970;66(3):103-70.
48. Moorrees CF, Fanning EA, Hunt EE, Jr. Age variation of formation stages for ten permanent teeth. *J Dent Res.* 1963;42:1490-502.
49. Hunt EE, Jr., Gleiser I. The estimation of age and sex of preadolescent children from bones and teeth. *Am J Phys Anthropol.* 1955;13(3):479-87.
50. Ruiz-Mealin EV, Parekh S, Jones SP, Moles DR, Gill DS. Radiographic study of delayed tooth development in patients with dental agenesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;141(3):307-14.
51. Esan TA, Yengopal V, Schepartz LA. The Demirjian versus the Willems method for dental age estimation in different populations: A meta-analysis of published studies. *PLoS One.* 2017;12(11):e0186682.
52. Davis PJ, Hägg U. The accuracy and precision of the "Demirjian system" when used for age determination in Chinese children. *Swed Dent J.* 1994;18(3):113-6.
53. Paz Cortés MM, Rojo R, Alía García E, Mourelle Martínez MR. Accuracy assessment of dental age estimation with the Willems, Demirjian and Nolla methods in Spanish children: Comparative cross-sectional study. *BMC Pediatr.* 2020;20(1):361.
54. Ranta R. A comparative study of tooth formation in the permanent dentition of Finnish children with cleft lip and palate. An orthopantomographic study. *Proc Finn Dent Soc.* 1972;68(2):58-66.
55. Ranta R. Comparison of tooth formation in noncleft and cleft-affected children with and without hypodontia. *ASDC J Dent Child.* 1982;49(3):197-9.
56. Loevy HT, Aduss H. Tooth maturation in cleft lip, cleft palate, or both. *Cleft Palate J.* 1988;25(4):343-7.
57. Poyry M, Nystrom M, Ranta R. Tooth development in children with cleft lip and palate: a longitudinal study from birth to adolescence. *Eur J Orthod.* 1989;11(2):125-30.
58. Harris EF, Hullings JG. Delayed dental development in children with isolated cleft lip and palate. *Arch Oral Biol.* 1990;35(6):469-73.
59. Brouwers HJ, Kuijpers-Jagtman AM. Development of permanent tooth length in patients with unilateral cleft lip and palate. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;99(6):543-9.
60. Pham AN, Seow WK, Shusterman S. Developmental dental changes in isolated cleft lip and palate. *Pediatr Dent.* 1997;19(2):109-13.
61. A. Solis AAF, M. Cohen, J.W. Polley, C.A. Evans. Maxillary dental development in complete unilateral alveolar clefts. *Cleft Palate Craniofacial Journal.* 1998;35:320–8.
62. Eerens K, Vlietinck R, Heidbuchel K, Van Olmen A, Derom C, Willems G, Carels C. Hypodontia and tooth formation in groups of children with cleft, siblings without cleft, and nonrelated controls. *Cleft Palate Craniofac J.* 2001;38(4):374-8.
63. Ribeiro LL, das Neves LT, Costa B, Gomide MR. Dental development of permanent lateral incisor in complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2002;39(2):193-6.
64. Pioto NR, Costa B, Gomide MR. Dental development of the permanent lateral incisor in patients with incomplete and complete unilateral cleft lip. *Cleft Palate Craniofac J.* 2005;42(5):517-20.
65. Huyskens RW, Katsaros C, Van 't Hof MA, Kuijpers-Jagtman AM. Dental age in children with a complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2006;43(5):612-5.
66. Lai MC, King NM, Wong HM. Dental development of Chinese children with cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2008;45(3):289-96.
67. Borodkin AF, Feigal RJ, Beiraghi S, Moller KT, Hodges JS. Permanent tooth development in children with cleft lip and palate. *Pediatr Dent.* 2008;30(5):408-13.
68. Hazza'a AM, Rawashdeh MA, Al-Jamal G, Al-Nimri KS. Dental development in children with cleft lip and palate: a comparison between unilateral and bilateral clefts. *Eur J Paediatr Dent.* 2009;10(2):90-4.

69. Tan EL, Yow M, Kuek MC, Wong HC. Dental maturation of unilateral cleft lip and palate. *Ann Maxillofac Surg.* 2012;2(2):158-62.
70. Topolski F, Souza RBd, Franco A, Cuoghi OA, Assunção LRdS, Fernandes Â. Dental development of children and adolescents with cleft lip and palate. *Brazilian Journal of Oral Sciences.* 2014;13:319-24.
71. Bindayel NA, AlSultan MA, ElHayek SO. Timing of dental development in Saudi cleft lip and palate patients. *Saudi Med J.* 2014;35(3):304-8.
72. Zhang X, Zhang Y, Yang L, Shen G, Chen Z. Asymmetric Dental Development Investigated by Cone-Beam Computed Tomography in Patients With Unilateral Cleft Lip and Alveolus. *Cleft Palate Craniofac J.* 2016;53(4):413-20.
73. Almotairy N, Pegelow M. Dental age comparison in patients born with unilateral cleft lip and palate to a control sample using Demirjian and Willems methods. *Eur J Orthod.* 2018;40(1):74-81.
74. Cesur E, Arslan C, Münevveroğlu AP, Altuğ AT. Evaluation of Dental Age in Individuals of Different Ages with Unilateral Cleft Lip and Palate. *Turk J Orthod.* 2020;33(2):103-9.
75. Niswander JD, Adams MS. Oral clefts in the American Indian. *Public Health Rep (1896).* 1967;82(9):807-12.
76. Ranta R. Associations of some variables to tooth formation in children with isolated cleft palate. *Scand J Dent Res.* 1984;92(6):496-502.
77. Ranta R. Asymmetric tooth formation in the permanent dentition of cleft-affected children. An orthopantomographic study. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1973;7(1):59-63.
78. BØHn A. Anomalies of the lateral incisor in cases of harelip and cleft palate. *Acta Odontol Scand.* 1950;9(1):41-59.
79. Fishman LS. Factors related to tooth number, eruption time, and tooth position in cleft palate individuals. *ASDC J Dent Child.* 1970;37(4):303-6.
80. Lourenço Ribeiro L, Teixeira Das Neves L, Costa B, Ribeiro Gomide M. Dental anomalies of the permanent lateral incisors and prevalence of hypodontia outside the cleft area in complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2003;40(2):172-5.
81. Aizenbud D, Camasuvi S, Peled M, Brin I. Congenitally missing teeth in the Israeli cleft population. *Cleft Palate Craniofac J.* 2005;42(3):314-7.
82. Tortora C, Meazzini MC, Garattini G, Brusati R. Prevalence of abnormalities in dental structure, position, and eruption pattern in a population of unilateral and bilateral cleft lip and palate patients. *Cleft Palate Craniofac J.* 2008;45(2):154-62.
83. Lai MC, King NM, Wong HM. Abnormalities of maxillary anterior teeth in Chinese children with cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2009;46(1):58-64.
84. Camporesi M, Baccetti T, Marinelli A, Defraia E, Franchi L. Maxillary dental anomalies in children with cleft lip and palate: a controlled study. *Int J Paediatr Dent.* 2010;20(6):442-50.
85. Al Jamal GA, Hazza'a AM, Rawashdeh MA. Prevalence of dental anomalies in a population of cleft lip and palate patients. *Cleft Palate Craniofac J.* 2010;47(4):413-20.
86. Pegelow M, Alqadi N, Karsten AL. The prevalence of various dental characteristics in the primary and mixed dentition in patients born with non-syndromic unilateral cleft lip with or without cleft palate. *Eur J Orthod.* 2012;34(5):561-70.
87. Bartzela TN, Carels CE, Bronkhorst EM, Kuijpers-Jagtman AM. Tooth agenesis patterns in unilateral cleft lip and palate in humans. *Arch Oral Biol.* 2013;58(6):596-602.
88. Riis LC, Kjær I, Mølsted K. Dental anomalies in different cleft groups related to neural crest developmental fields contributes to the understanding of cleft aetiology. *J Plast Surg Hand Surg.* 2014;48(2):126-31.
89. Rullo R, Festa VM, Rullo R, Addabbo F, Chiodini P, Vitale M, Perillo L. Prevalence of dental anomalies in children with cleft lip and unilateral and bilateral cleft lip and palate. *Eur J Paediatr Dent.* 2015;16(3):229-32.
90. Berniczey-Roykó Á, Tappe JH, Krinner A, Gredes T, Végh A, Gábor K, et al. Radiographic Study of the Prevalence and Distribution of Hypodontia Associated with Unilateral and Bilateral Cleft Lip and Palate in a Hungarian Population. *Med Sci Monit.* 2016;22:3868-85.

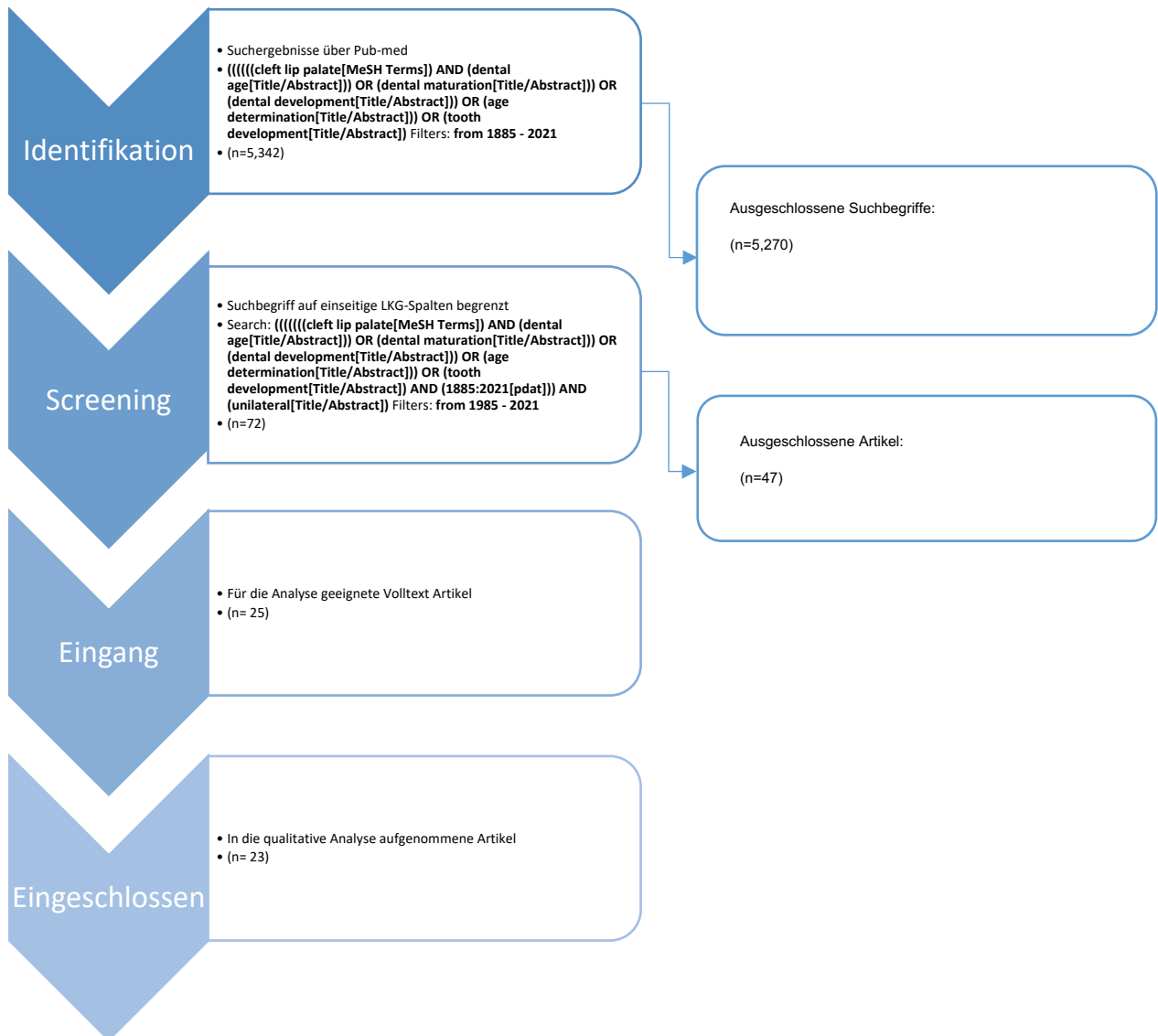
91. Konstantonis D, Alexandropoulos A, Konstantoni N, Nassika M. A cross-sectional analysis of the prevalence of tooth agenesis and structural dental anomalies in association with cleft type in non-syndromic oral cleft patients. *Prog Orthod.* 2017;18(1):20.
92. Bezerra BT, Pinho JN, da Silva LC. Tooth Abnormalities In Individuals With Unilateral Alveolar Clefts: A Comparison Between Sides Using Cone-Beam Computed Tomography. *J Clin Exp Dent.* 2017;9(10):e1195-e200.
93. Antonarakis GS, Ghislanzoni LH, Fisher DM. Sella Turcica Bridging and Tooth Agenesis in Children With Unilateral Cleft Lip and Palate. *Cleft Palate Craniofac J.* 2021;58(11):1382-8.
94. Ajami S, Pakshir H, Samady H. Prevalence and Characteristics of Developmental Dental Anomalies in Iranian Orofacial Cleft Patients. *J Dent (Shiraz).* 2017;18(3):193-200.
95. Möller LH, Pradel W, Gedrange T, Botzenhart UU. Prevalence of hypodontia and supernumerary teeth in a German cleft lip with/without palate population. *BMC Oral Health.* 2021;21(1):60.
96. Keith A. Three Demonstrations on congenital malformations of palate, face and neck: Given at the Royal College of Surgeons, England. *Br Med J.* 1909;2(2536):310-3.
97. Fogh-Andersen P, Aagesen E. Inheritance of harelip and cleft palate : contribution to the elucidation of the etiology of the congenital clefts of the face: København : Nordisk Forlag; 1942.
98. Moca AE, Ciavoi G, Todor BI, Negruțiu BM, Cuc EA, Dima R, et al. Validity of the Demirjian Method for Dental Age Estimation in Romanian Children. *Children (Basel).* 2022;9(4).
99. Chandail K, Goyal V, Kaul M, Dutt S, Koul T, Misgar BA. Estimation of dental age using Willems method and comparing it with Demirjian's method in 7-14-year-old children of Uttarakhand. *J Indian Soc Pedod Prev Dent.* 2022;40(1):43-7.
100. Flores-Mir C, Rosenblatt MR, Major PW, Carey JP, Heo G. Measurement accuracy and reliability of tooth length on conventional and CBCT reconstructed panoramic radiographs. *Dental Press J Orthod.* 2014;19(5):45-53.
101. Garib DG, Rosar JP, Sathler R, Ozawa TO. Dual embryonic origin of maxillary lateral incisors: clinical implications in patients with cleft lip and palate. *Dental Press J Orthod.* 2015;20(5):118-25.
102. Olin W. Dental anomalies in cleft lip and palate patients. *The Angle Orthodontist.* 1964;34(2):119-23.
103. Boehn A. Dental anomalies in harelip and cleft palate. *Acta Odontol Scand.* 1963;21:Suppl38:1-109.
104. Polder BJ, Van't Hof MA, Van der Linden FP, Kuijpers-Jagtman AM. A meta-analysis of the prevalence of dental agenesis of permanent teeth. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2004;32(3):217-26.
105. Hovorakova M, Lesot H, Peterkova R, Peterka M. Origin of the deciduous upper lateral incisor and its clinical aspects. *J Dent Res.* 2006;85(2):167-71.
106. Wei X, Senders C, Owiti GO, Liu X, Wei ZN, Dillard-Telm L, et al. The origin and development of the upper lateral incisor and premaxilla in normal and cleft lip/palate monkeys induced with cyclophosphamide. *Cleft Palate Craniofac J.* 2000;37(6):571-83.

9 Anhang

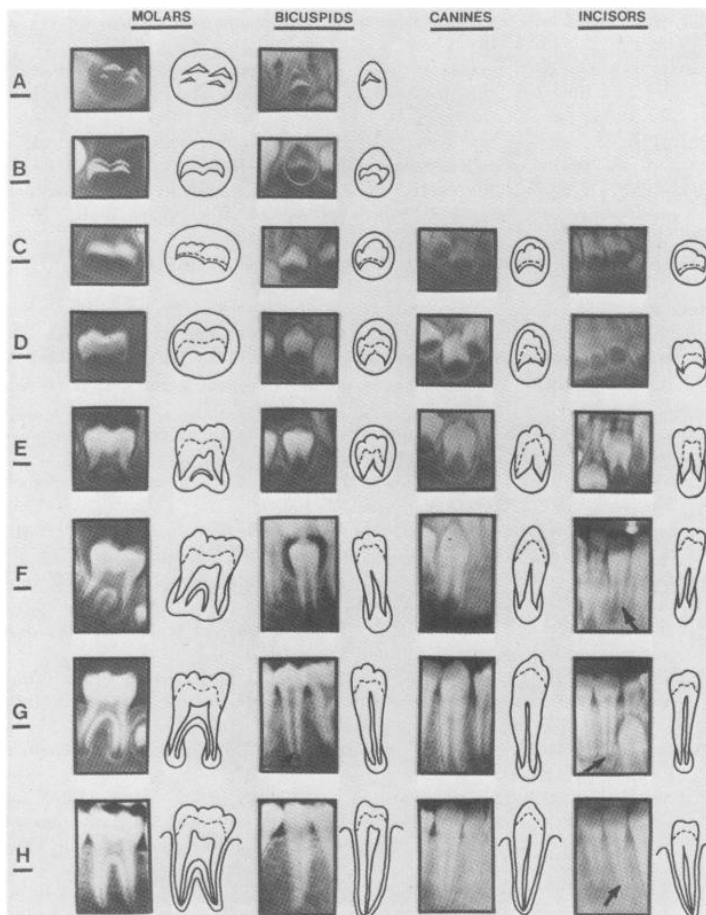
Anhangsverzeichnis

9.1	Prisma Flussdiagramm.....	53
9.2	Beschreibung der Zahnstadien nach Demirjian.....	54
9.3	Beispiel der Bestimmung der Zahnstadien nach Demirjian.....	56
9.4	Beispiel der Lagebestimmung des seitlichen Schneidezahns im Bezug zur Spalte ...	56

9.1 Prisma Flussdiagramm



9.2 Beschreibung der Zahnstadien nach Demirjian



STAGE DESCRIPTION

- A** In both uniradicular and multiradicular teeth, a beginning of calcification is seen at the superior level of the crypt in the form of an inverted cone or cones. There is no fusion of these calcified points.
- B** Fusion of the calcified points forms one or several cusps which unite to give a regularly outlined occlusal surface.
- C**
- Enamel formation is complete at the occlusal surface. Its extension and convergence towards the cervical region is seen.
 - The beginning of a dentinal deposit is seen.
 - The outline of the pulp chamber has a curved shape at the occlusal border.
- D**
- The crown formation is completed down to the cemento-enamel junction.
 - The superior border of the pulp chamber in the uniradicular teeth has a definite curved form, being concave towards the cervical region. The projection of the pulp

- horns if present, gives an outline shaped like an umbrella top. In molars the pulp chamber has a trapezoidal form.
- c. Beginning of root formation is seen in the form of a spicule.
- E *Uniradicular teeth:*
- a. The walls of the pulp chamber now form straight lines, whose continuity is broken by the presence of the pulp horn, which is larger than in the previous stage.
 - b. The root length is less than the crown height.
- Molars:*
- a. Initial formation of the radicular bifurcation is seen in the form of either a calcified point or a semi-lunar shape.
 - b. The root length is still less than the crown height.
- F *Uniradicular teeth:*
- a. The walls of the pulp chamber now form a more or less isosceles triangle. The apex ends in a funnel shape.
 - b. The root length is equal to or greater than the crown height.
- Molars:*
- a. The calcified region of the bifurcation has developed further down from its semi-lunar stage to give the roots a more definite and distinct outline with funnel shaped endings.
 - b. The root length is equal to or greater than the crown height.
- G a. The walls of the root canal are now parallel and its apical end is still partially open (Distal root in molars).
- H a. The apical end of the root canal is completely closed. (Distal root in molars).
- b. The periodontal membrane has a uniform width around the root and the apex.

Quelle: (35)

9.3 Beispiel der Bestimmung der Zahnstadien nach Demirjian



Quelle: Archiv Zahnklinik Mainz

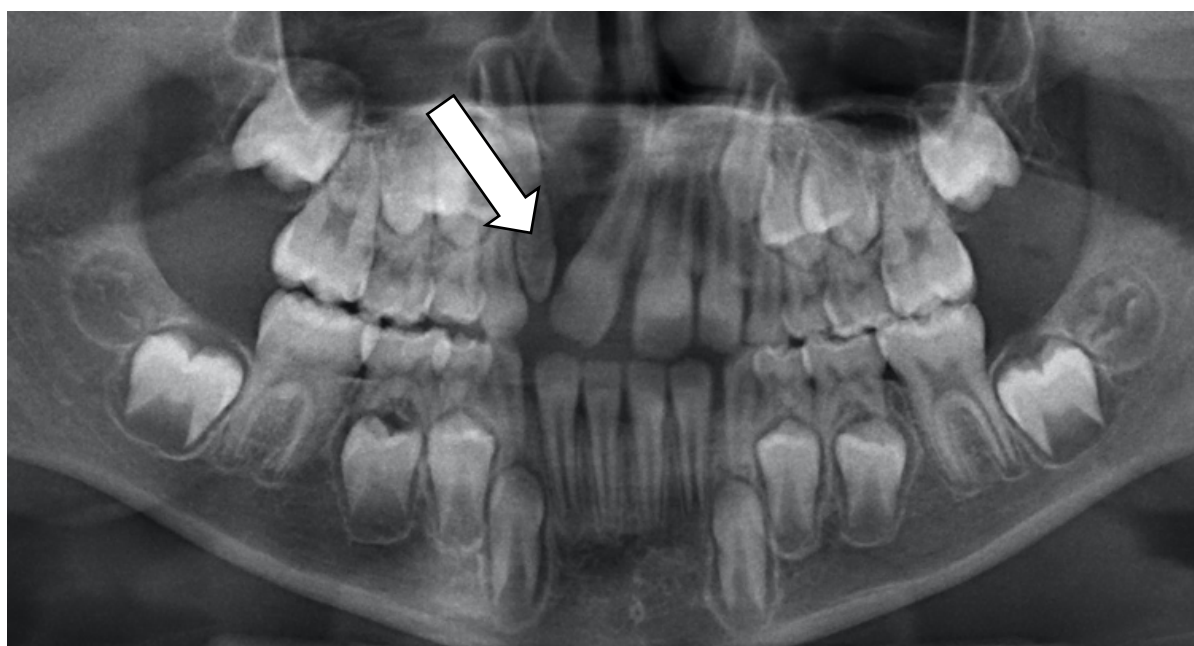
9.4 Beispiel der Lagebestimmung des seitlichen Schneidezahns im Bezug zur Spalte

Mesial (zur Mitte des Zahnbogens hin)



Quelle: Archiv Zahnklinik Mainz

Distal (von der Mitte des Zahnbogens weg)



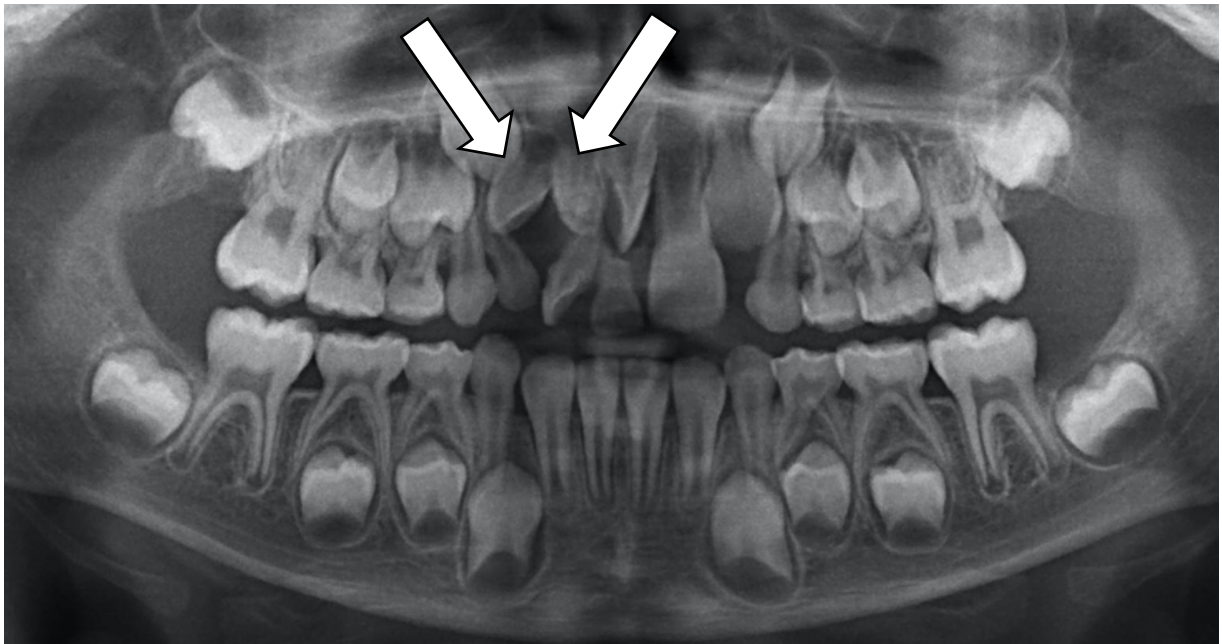
Quelle: Archiv Zahnklinik Mainz

Aplasie



Quelle: Archiv Zahnklinik Mainz

Doppelanlage



Quelle: Archiv Zahnklinik Mainz

10 Danksagung

11 Tabellarischer Lebenslauf