

Häufigkeit der Cola – bottle – Wurzelform beim Deckbiss

eingereicht von

Danijela Topic

zur Erlangung des akademischen Grades

Doktorin der gesamten Zahnheilkunde

(Dr. med. dent.)

an der

Medizinischen Universität Graz

ausgeführt am

**der klinischen Abteilung für Kieferorthopädie
an der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde Graz**

unter der Anleitung von

Ass.-Prof.Dr. Margit Pichelmayer

Priv.Doz. Dr. Brigitte Wendl

Graz, 14. Jänner 2015

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am 14. Jänner 2015

Danijela Topic eh

Danksagung

Hiermit möchte ich mich besonders bei Frau Univ. – Ass. – Prof. Dr. Margit Pichelmayer bedanken, die mich mit viel Geduld, Engagement und Ratschlägen bei der Erstellung und Korrektur dieser Arbeit begleitet hat. Vielen herzlichen Dank.

An dieser Stelle bedanke ich mich ebenfalls bei Frau Priv. Doz. Dr. Birgitte Wendl für ihre Arbeit als Zweitbetreuerin.

Weiters geht ein großer Dank an Frau DI Irene Mischak, für die statistische Auswertung der erhobenen Daten, sowie Herrn DI Erich Häupl, für die Erstellung der Vermessungsmethode zu dieser Untersuchung.

Ein herzliches Dankeschön gebührt meiner Familie, die mich während meines gesamten Studiums mit viel Motivation und Liebe unterstützt hat und immer an mich geglaubt hat. Vielen Dank.

Zusammenfassung

Ziel: Im Zuge von Kontrollen der Röntgenaufnahmen ergab sich der Verdacht, dass Cola – bottle – Wurzelformen beim Deckbiss häufiger auftreten. Die vorliegende Studie wurde durchgeführt, um diese Vermutung zu bestätigen oder zu widerlegen.

Material und Methode: Das Untersuchungsgut bestand aus Orthopantomogrammen von 95 unbehandelten Patienten aller Syndromklassen. Dabei wurden die bleibenden zentralen Oberkieferincisivi, auf Cola – bottle – Wurzelformen untersucht. Anschließend wurden die betroffenen Zähne mittels eines graphischen Programmes vermessen.

Ergebnisse: Es konnte nachgewiesen werden, dass diese pipettenförmige Wurzelform am häufigsten bei der Angle Syndrom Klasse II/2 (Deckbiss) auftritt.

Es gibt keinen Unterschied in der Häufigkeit der Wurzelform zwischen Zähnen 11 und 21. Bei vielen Patienten sind sogar beide Zähne betroffen.

Bei Männern, als auch bei Frauen ist diese Wurzelform im gleichen Ausmaß anzutreffen.

Abstract

Objective: Based on clinical experience and observations, it was assumed that Coke-bottle root forms appear more frequently in Class II Div2 cases compared to other malocclusions. The present study should therefore prove or reject this assumption.

Material and method: The upper central incisors of 95 untreated patients from all syndrome-classes were examined on orthopantomograms if Coke -bottle root forms were present. Teeth showing signs of this specific root form where measured with a computergraphic program.

Results: Bottle shaped root form occurred most frequently in Class II Div.2 cases (50% comparison to other classes).

There were no statistically significant frequency differences between the left and right central incisor. There was no difference in gender.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	8
1.1	Definition der Cola – bottle– Wurzelform.....	8
1.2	Definition „abnormaler“ Wurzelformen.....	9
1.3	Ätiologie abnormaler Wurzelformen	10
2	Ziel der Untersuchung.....	11
3	Material und Methode	12
3.1	Datenerhebung	12
3.2	Panoramaröntgenaufnahmen.....	12
3.3	Zahnauswahl.....	13
3.4	Fallzahl.....	13
3.5	Panoramaröntgenanalyse	14
3.6	Vermessung und statistische Auswertung.....	20
3.6.1	Taillierung und Auswölbung.....	20
3.6.2	Abweichung nach mesial bzw. distal anhand der Mittellinie	22
3.6.3	Neigung des Zahnes getrennt nach 11 und 21	23
4	Ergebnisse.....	24
4.1	Häufigkeit der Cola – bottle – Wurzeln	24
4.1.1	Auswertung der Wurzeln beider Incisivi in Summe.....	24
4.1.2	Seitengetrennte Auswertung	25
4.1.3	Sind immer beide Incisiviwurzeln betroffen?.....	26
4.2	Geschlechterverteilung des Untersuchungsgutes	27
4.3	Gendergerechte Auswertung der Cola – bottle – Daten.....	28
4.4	Verteilung auf die Angle – Syndrome	29
4.5	Formanalyse	31

4.5.1	Grafische Darstellung aller 49 pipettenförmigen Wurzeln im Überblick .	32
4.5.2	Taillierung	34
4.5.3	Auswölbung	35
4.5.4	Abweichungen nach mesial bzw. distalin Bezug auf die Zahnlängsachse 36	
4.5.5	Neigung der zentralen Inzisivi getrennt nach dem Zahn 11 und 21	37
5	Diskussion	40
6	Konklusion	44
7	Literaturverzeichnis.....	45
8	Diagrammverzeichnis	48
9	Abbildungsverzeichnis	49

1 Einleitung

1.1 Definition der Cola – bottle– Wurzelform

Die normale, physiologische Zahnwurzelform verjüngt sich von cervical nach apikal konisch (Schulz 1997, 23).

Man kann die in der Literatur als pipettenförmige oder flaschenförmig beschriebene Wurzelform auch als „Cola – bottle“ – Wurzel, da sich die Wurzel, ähnlich einer Coca – Cola – Flasche, ab einem gewissen Punkt nach apikal hin stark verjüngt, wie die folgenden Bilder zeigen:

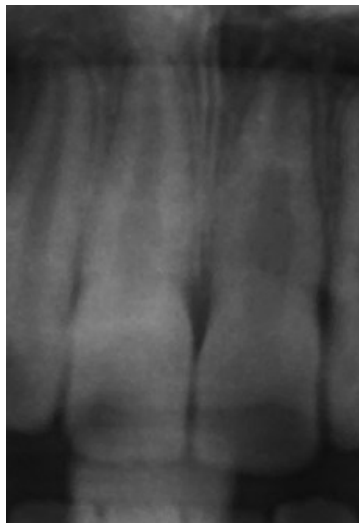


Abb. 1 Physiologische und Cola - bottle - Wurzelform

Abb. 2 Coca - Cola - Flasche

1.2 Definition „abnormaler“ Wurzelformen

In der internationalen Literatur wurden verschiedenste Methoden angewandt, um das Vorhandensein von abnormalen Wurzelformen zu beschreiben. Viele Studien haben dabei die Zeichnungen von Levander und Malmgren (1988) oder von Mirabella und Artun (1995) herangezogen (Van Parys et al. 2010).

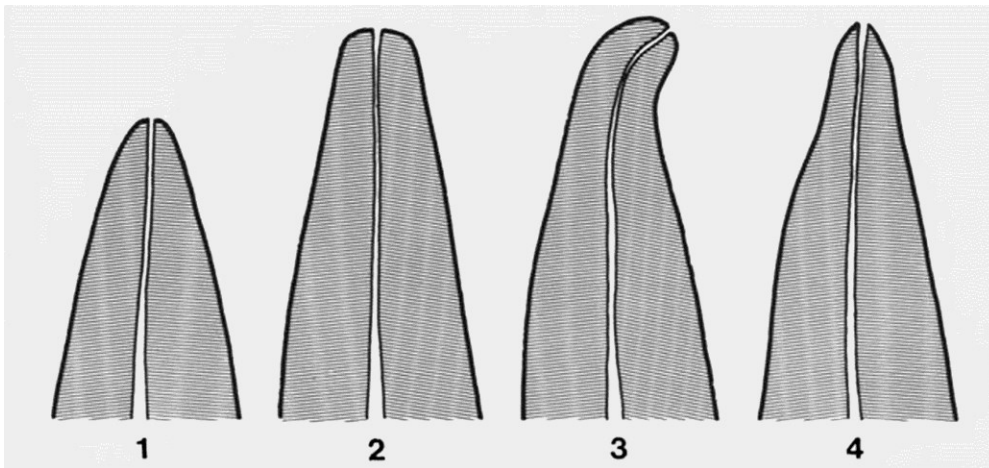


Abb. 1 Wurzelformen (Levander und Malmgren 1988)
Kurze Wurzel (1), Stumpfe Wurzel (2), Wurzel mit apikaler Biegung (3), pipettenförmige Wurzel (4)

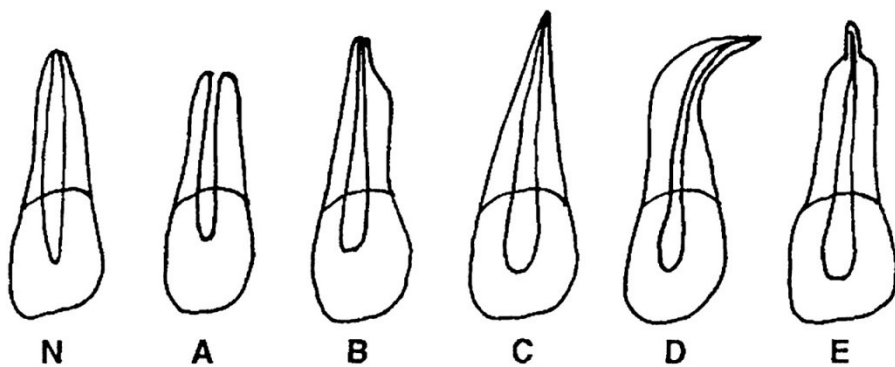


Abb. 2 Wurzelformen (Mirabella und Artun 1995)
normal (N), kurz (A), erodiert (B), spitz zulaufend (C), gebogen (D), flaschenförmig (E);

Es gibt eine große Anzahl von unterschiedlichen Wurzelformen im menschlichen Gebiss.

Abnorme Wurzelformen der Oberkiefer Schneidezähne wurden in der Literatur bereits beschrieben. 1998 berichtete Thongudomporn und Freer, dass bei den Zähnen 11 und 21 kurze Wurzeln häufiger bei Frauen und dünne, pipettenförmige Wurzeln häufiger bei Männern zu finden seien (UdomThongudomporn und Terrence J. Freer 1998).

Während die pipettenförmige Wurzelform vorwiegend bei den zentralen Oberkiefer Incisivi auftritt, haben die lateralen Incisivi eine vor allem apikal gekrümmte Wurzel (P. M. Nganga and R. N. Nganga 2003).

1.3 Ätiologie abnormaler Wurzelformen

Die Ursache für die Entstehung abnormaler Wurzelformen ist noch weitgehend ungeklärt. Dennoch gibt es Faktoren, welche die Ausbildung der Wurzeln durchaus beeinflussen können bzw. für deren Entstehung ausschlaggebend sind.

Notwendig für die Bildung der Wurzelform ist beispielsweise das β -Catenin¹ der Odontoblasten. Wenn β -Catenin während des Entwicklungsprozesses inaktiviert wird, führt dies zur Veränderung der Zahnwurzel, was den Verlust eines Teiles der inneren Zellschicht der Hertwig'schen Epithelscheide (HES) zur Folge hat (Kim et al. 2013).

Diese Epithelscheide bildet in der frühen Phase der Entwicklung bis zur endgültigen Formation der Zahnwurzel eine wichtige Übergangsstruktur (Luan, Ito, und Diekwisch 2006). Möglicherweise führt eine Verletzung in diesem Bereich zu einer Störung der normalen Wurzelentwicklung.

¹ β -Catenin ist ein zytoplasmatisches Protein mit folgenden Funktionen: zu einem unterstützt es den Calcium – abhängigen – Kontakt zwischen den Zellen, weiteres ist es zuständig für die Signalübertragung und verankert das Zytoskelett ("Snapshot" 2014)

Eine weitere Ursache atypischer Wurzelformen könnte eine Änderung der axialen Zahnbelastung während und nach dem Durchbruch der bleibenden Zähne sein.

Bevor der zentrale Schneidezahn durchbricht sind 2/3 der Wurzeln mineralisiert (Parkin SF 1991). In diesem Stadium unterliegen die Zähne noch keiner Kaubelastung. Ab dem Stadium der Kontaktaufnahme mit dem Gegenzahn kommt ein entsprechender Kraftvektor zu tragen, der sich auf die Ausmineralisierung des letzten Wurzel Drittels auswirken könnte. Diese Theorie ist wissenschaftlich noch nicht bewiesen. Ob die veränderte Kaubelastung auch zu einer Ausbildung der Cola – bottle – Wurzelformen führen kann, ist ebenfalls unklar.

2 Ziel der Untersuchung

Ziel der Untersuchung war es festzustellen, ob Klasse II/2 Patienten die im Verdacht stehen pipettenförmig veränderte Wurzelformen zu haben, diese auch tatsächlich zeigen. Dies hat insofern Relevanz, da die Cola – bottle – Wurzeln im Verdacht stehen, unter kieferorthopädischer Belastung vermehrt Wurzelresorptionen aufzuweisen.

Ein weiteres Ziel war die Vermessung dieser Wurzelform, um deren Taillierung, Auswölbung, Achsenabweichung und Neigung zu begründen.

3 Material und Methode

3.1 Datenerhebung

Das Untersuchungsgut rekrutierte sich aus Fällen der klinischen Abteilung für Kieferorthopädie der Universitätsklinik für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde Graz. Nachdem Zufallsprinzip wurden aus den letzten 5 Jahren Patienten, unabhängig von ihren Angle Syndromklassen, ihrem Alter und ihrem Geschlecht, ausgewählt.

Ausschlusskriterien für die Aufnahme in diese Studie waren:

- 1) Analoge Anfangsorthopantomogramme
- 2) Kieferorthopädiebehandlung
- 3) Missbildungssyndrome
- 4) Spaltenpatienten
- 5) Nichtanlagen und Doppelanlagen der Oberkieferfront
- 6) Traumatisierte Frontzähne
- 7) Wurzelmissbildungen, die über die beschriebenen „abnormen“ Formen hinausgehen

3.2 Panoramaröntgenaufnahmen

Da der klinischen Abteilung für Kieferorthopädie in den letzten 5 Jahren dasselbe Röntgengerät zur Verfügung stand, mussten keine weiteren Ausschlüsse durchgeführt werden. Bei dem verwendeten Gerät handelt es sich um ein Gerät des Typs ORTHOPHOS XG Plus DS/Ceph der Firma Siemens, mit einem Vergrößerungsfaktor von 19%.

Es wurden keine analogen Panoramabilder verwendet, da die Bilder in weiterer Folge im Microsoft Power Point genauer vermessen wurden, und das Einscannen von analogen Bildern für die gegebene Fragestellung zu große Fehlerquellen hervorgerufen hätte.

Die Röntgenaufnahmen wurden bei abgedunkeltem Raumlicht an einem Röhren – Bildschirm mit 1024x768 Pixel begutachtet. Diese Anzahl der Pixel wurde für die gegebene Fragestellung als adäquat eingestuft.

3.3 Zahnauswahl

Da die Kieferorthopäden aus ihrer klinischen Erfahrung die Cola – bottle – Formen hauptsächlich, laut eigenen Angaben, in der oberen Einserregion zu sehen glauben, wurde in der vorliegenden Studie ausschließlich diese Zahnkategorie (Zahn 11 und 21) untersucht.

3.4 Fallzahl

Aus den so ausgewählten Fällen wurden so viele digitale Panoramaaufnahmen gesichtet, bis die von der Statistik vorgegebenen 50 Cola – bottle – Wurzeln bei den Zähnen 11 und 21 erreicht waren. Dies war nach Durchsicht von 95 Patienten, und somit 190 Wurzeln, der Fall, welche daher in der Folge das endgültige Untersuchungsgut darstellten. Dabei handelte es sich um 30 männliche und 65 weibliche Patienten. Das durchschnittliche Alter betrug 25 ± 15 Jahre.

Im Verlauf der Untersuchung wurde ein Röntgenbild ausgeschlossen, da es nicht den Anforderungskriterien entsprach, und somit wurden in weiterer Folge 49 Cola – bottle – Wurzeln genauer erforscht.

3.5 Panoramaröntgenanalyse

Die so rekrutierten Panoramaröntgenbilder wurden in Microsoft Office Power Point kopiert, auf den Faktor 200% vergrößert und zurechtgeschnitten (Abb.5).

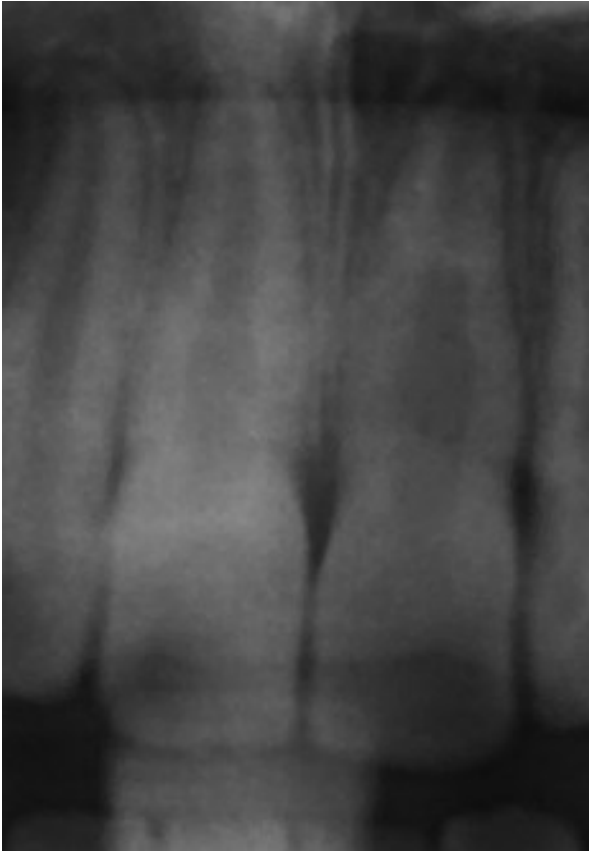


Abb. 3 Röntgenausschnitt zweier zentraler Schneidezähne mit pipettenförmiger Wurzelform bei Zahn 11 und 21

Die Cola – bottle – Wurzelformen wurden anschließend im Powerpoint mit einer graphischen „Hilfsstrecke“ versehen. Dabei wurde von der Wurzelspitze, in der Mitte vom Austrittspunkt des Pulpencavums, bis zur Schneidekante eine Strecke, mit der Funktion „Linie“ im Power Point Programm gezogen.

Die Orientierung erfolgte entlang der Zahnachse des Pulpencavums, in der Mitte zwischen dem mesialen und distalen Parodontalspalt (Abb.6).

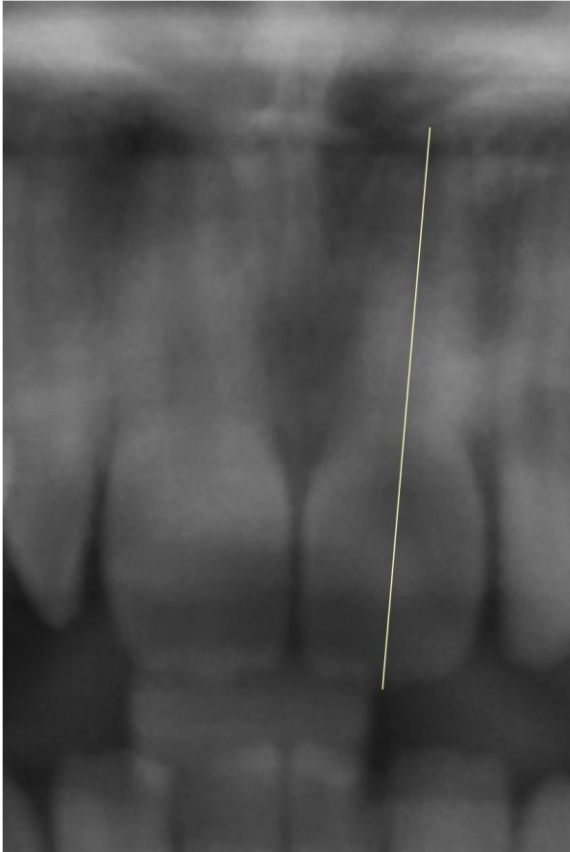


Abb. 4 Einzeichnen der Längsachsenstrecke am Zahn 21

Danach wurde über die apikale Hälfte des Zahnes, welche durch die Halbierung der Hilfsstrecke definiert wurde, digital ein Strichmuster aus 10 Hilfslinien² gezogen, die im gleichen Abstand voneinander entfernt waren und im rechten Winkel zur gezogenen Referenzstrecke standen, gelegt. Die Hilfslinien unterteilten die apikale Hälfte der Strecke in 10 gleiche Teile, wobei die Linie, die durch den Apex des Zahnes ging, weggelassen wurde. Der Abstand der einzelnen Hilfslinien voneinander betrug ein Zehntel der Hälfte der Hilfsstrecke.

²Die hier genannten „Hilfslinien“ sind eigentlich „Hilfsstrecken“, werden aber im Verlauf der Arbeit, zum leichteren Verständnis, als „Hilfslinien“ bezeichnet.

Diese Hilfslinien sollten in weiterer Folge der Breitenmessung der Wurzeln dienen (Abb. 7).

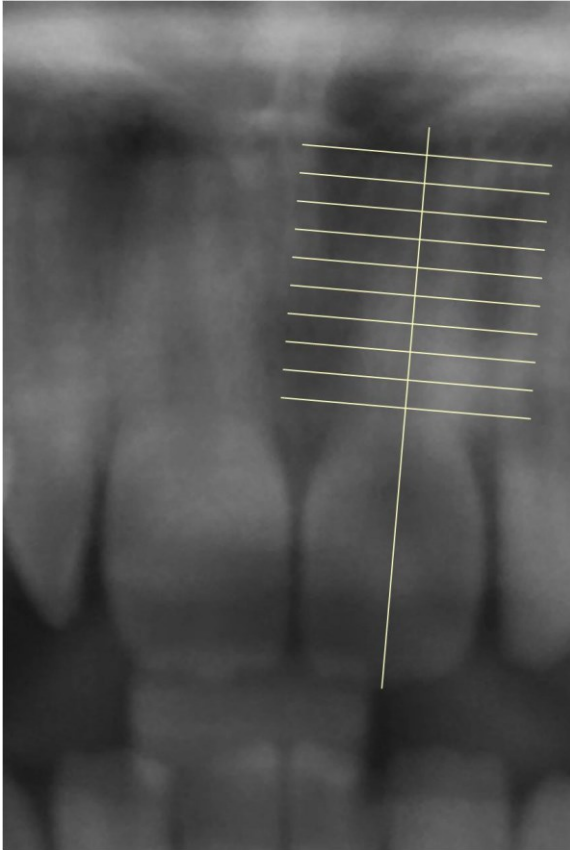


Abb. 5 Einzeichnen der querliegenden Hilfslinien

Nach dem Einfügen der Hilfslinien, wurden mit Hilfe der Funktion „Freihandform“ im Menü des Powerpoint Programmes, Punkte an den Schnittstellen zwischen der Grenze der Zahnwurzel und den Hilfslinien, durch einen Mausklick, gesetzt, welche durch die Funktion des Programms durch eine Strecke miteinander verbunden wurden (Abb.8).

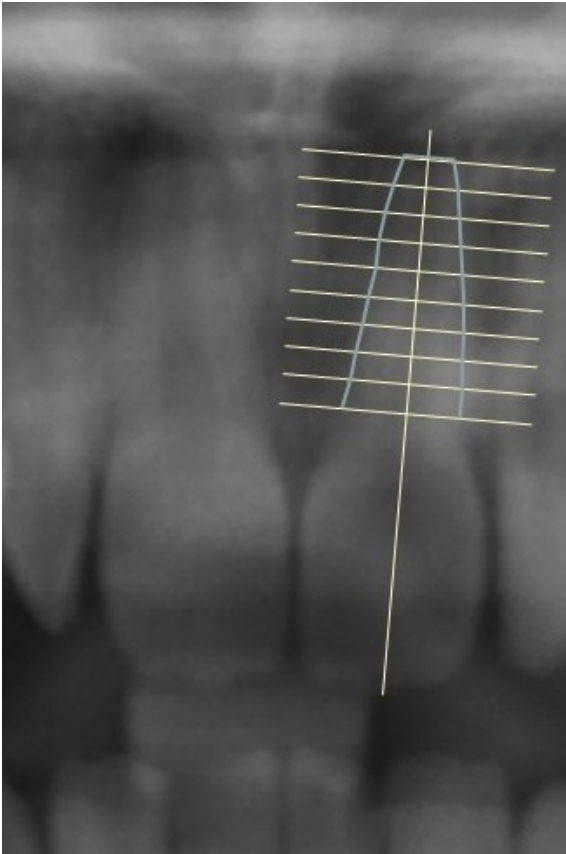


Abb. 6 Verbindungslinie zwischen den Punkten an den Schnittstellen zwischen Zahn und Hilfslinien

Jeder Punkt, der den Wurzelrand und den Schnittpunkt zwischen den querliegenden Hilfslinien und der markierten Längsachse des Zahnes kennzeichnete, hatte automatisch am Bildschirm seine eigenen Koordinaten mit einem x – und y – Wert (x/y).

Die Kreuzungspunkte wurden mit Buchstaben und fortlaufenden Ziffern bezeichnet, wie es in der Abbildung 9 gezeigt ist.

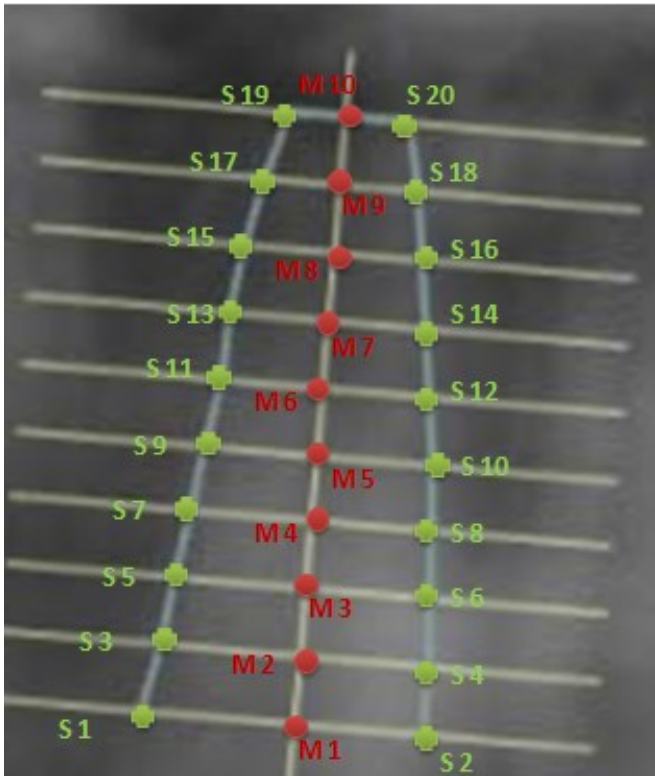


Abb. 7 Schnittpunkte mit fortlaufender Nummerierung bis zur Wurzelspitze

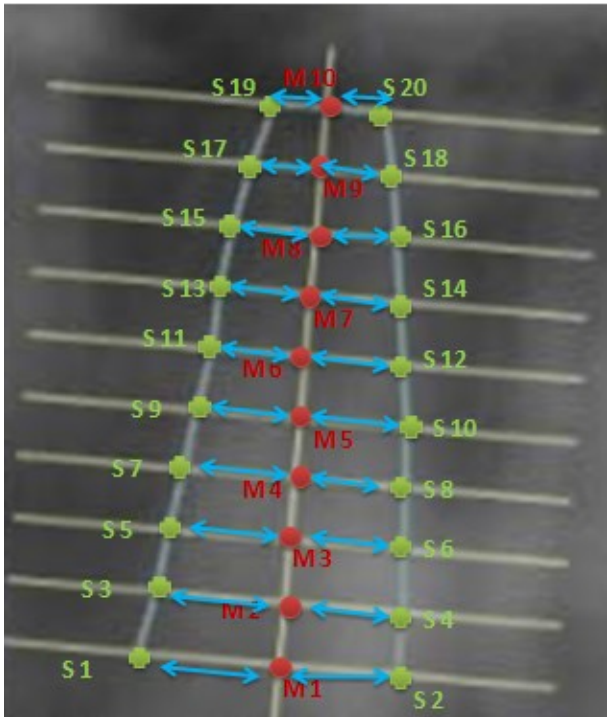


Abb. 8 Abstand zwischen den einzelnen Schnittpunkten

In weiterer Folge wurde der Abstand der korrespondierenden S - und M - Punkte vermessen und statistisch ausgewertet (Abb.10).

Aufgrund dieses Gitters ergaben sich pro Zahnwurzel für die mesiale und distale Oberflächenbegrenzung jeweils 10 Messungen.

3.6 Vermessung und statistische Auswertung

Die vermessenen Längen wurden zum Zweck der weiteren statistischen Aufarbeitung in eine Exceltabelle eingefügt.

Den Schnittpunkten wurden Koordinaten zugeordnet, welche in Millimeter, in Bezug auf die Längsachsenstrecke als Referenzpunkt, zurückgerechnet wurden.

Folgende Werte wurden untersucht und in Prozent ausgewertet:

- 1) Taillierung und Auswölbung
- 2) Abweichung nach mesial bzw. distal anhand der Mittellinie
- 3) Neigung des Zahnes getrennt nach 11 und 21

3.6.1 Taillierung und Auswölbung

Hier wurde von apikal nach cervical geprüft, ob an einer oder mehreren Stellen eine Verengung mit nachfolgender Verbreiterung vorlag.

Anhand des beschriebenen Gitters wurde jede vorhandene Einbuchtung prozentuell errechnet.

Prozentberechnung der Taillierung:

1. Die schmalste Stelle (grüner Pfeil) wurde gesucht
2. Falls eine breitere Stelle über dieser vorlag, wurde selbige markiert (roter Pfeil)
3. Die Differenz zwischen breitester und schmalster Stelle wurde berechnet und in Form des Prozentsatzes weiter verwendet

Rechenbeispiel:

Schmalste Stelle = 22 mm

Breiteste Stelle = 24 mm

Differenz = $24 - 22 = 2$ mm

Prozent = $2/24 * 100 = 8,3\%$

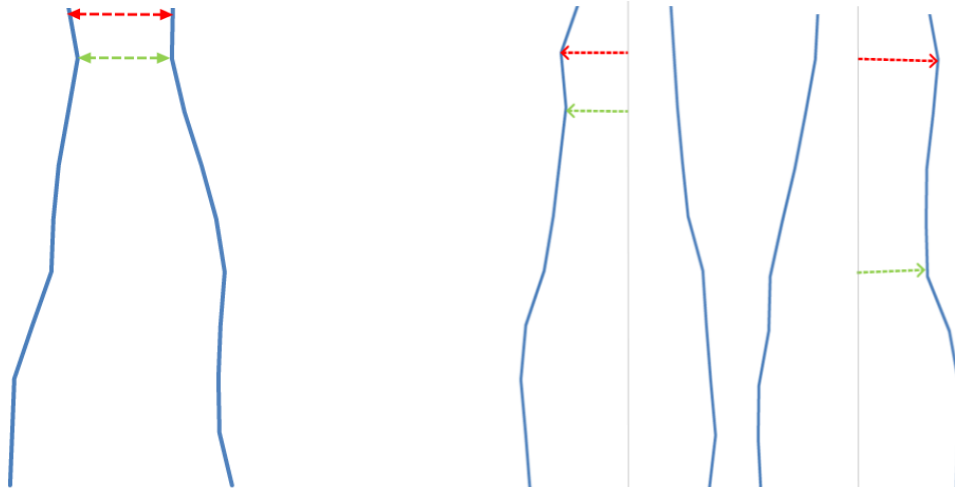


Abb. 9 Taillierung beidseits, rechts und links

Bei der Auswölbung wurde untersucht, ob sich die Wurzeln von apikal nach cervical verbreitern, und ob es eine breitere Stelle (grün) als die cervikale (rot) gibt.

Die Berechnung erfolgte wie bei der Taillierung.



Abb. 10 Auswölbung

3.6.2 Abweichung nach mesial bzw. distal anhand der Mittellinie

Dabei wurde untersucht, wie weit sich die Wurzeln nach mesial oder distal neigen und wie groß diese Abweichungen sind. Es wurden alle Entfernungen der 10 Schnittpunkte pro Seite vom Mittelpunkt berechnet.

Die Neigungsrichtung ergibt sich aus den Abstände vom Mittelwert nach mesial und distal.

Um die Stärke der Abweichung zu berechnen, wurde der Unterschied zwischen mesial und distal, aller 10 Messungen pro Zahn, verglichen und prozentuell ausgewertet.

Beispiel für eine Messung:

distal (a) = 31,7

mesial(b) = 33,1

gesamt (c) = 64,8

→ Differenz = 1,4

→ Prozentanteil der Differenz an der Gesamtlänge = 2,16% nach distal

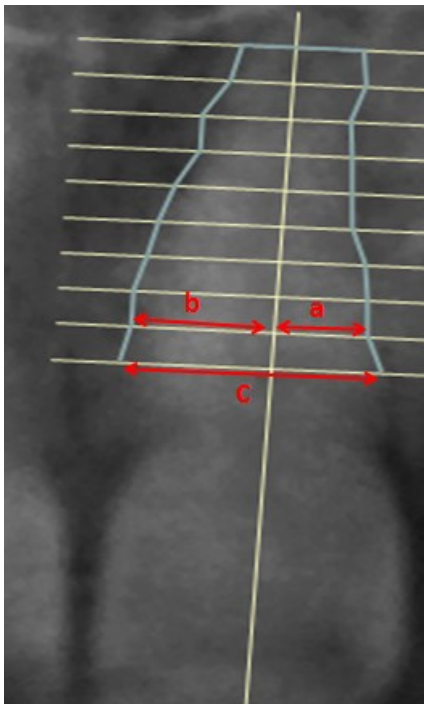
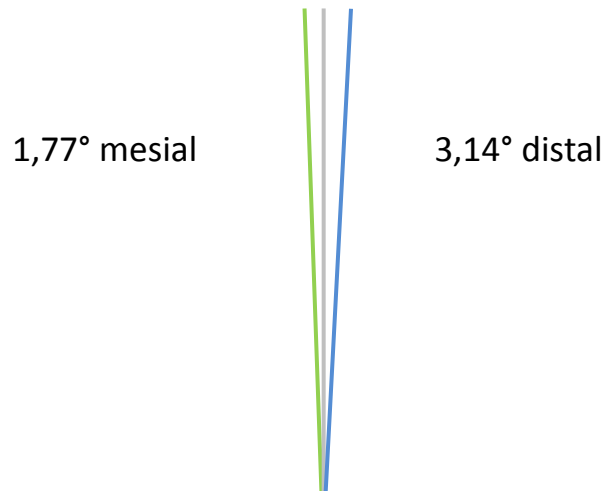


Abb. 11 Abweichungen nach mesial und distal

3.6.3 Neigung des Zahnes getrennt nach 11 und 21

Die Längsachsenstrecken der Wurzeln wurden herauskopiert und nach Zahnposition (11 oder 21) sortiert, sowie deren Neigung nach distal bzw. mesial erfasst. Anschließend wurden die Längsachsenstrecken nach apikal verlängert, wo sie sich in einem Punkt schnitten, und der Neigungswinkel berechnet.



grau: Gerade

grün: Neigung nach mesial

blau: Neigung nach distal

4 Ergebnisse

4.1 Häufigkeit der Cola – bottle – Wurzeln

4.1.1 Auswertung der Wurzeln beider Incisivi in Summe

Unter den 190 im Panoramaröntgen untersuchten Incisalwurzeln hatten 49 Wurzeln Cola – bottle – Form. Die restlichen Wurzeln zeigten andere Formationen.

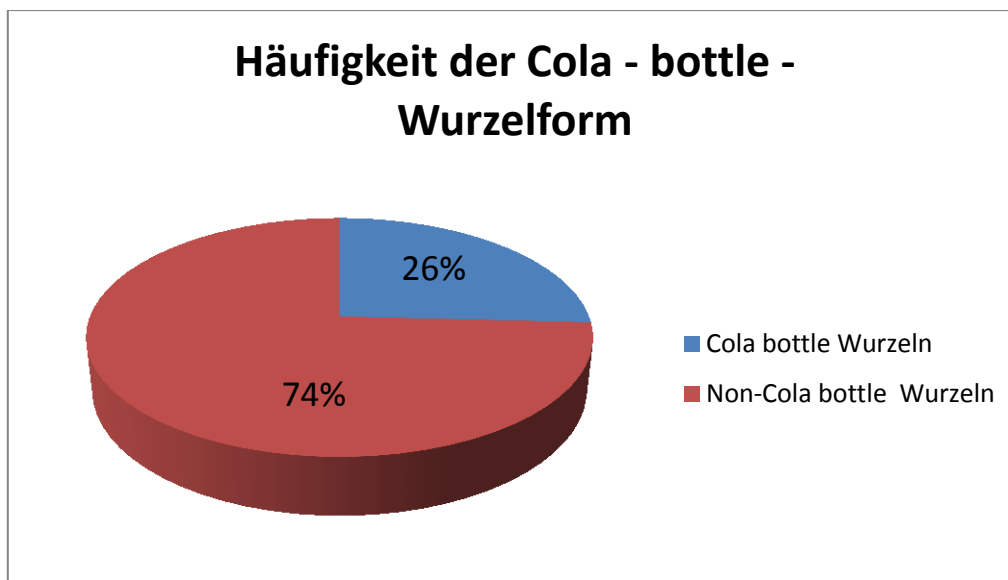


Diagramm 1 graphisch dargestellte Häufigkeit der Wurzelformen

4.1.2 Seitengetrennte Auswertung

Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Zähnen 11 und 21 in Bezug auf die Häufigkeit dieser Wurzelform. Es wurden jeweils 95 rechte und 95 linke Incisivi untersucht, dabei waren bei den rechten zentralen Schneidezähnen genau 25 pipettenförmig und bei den linken waren es 24.

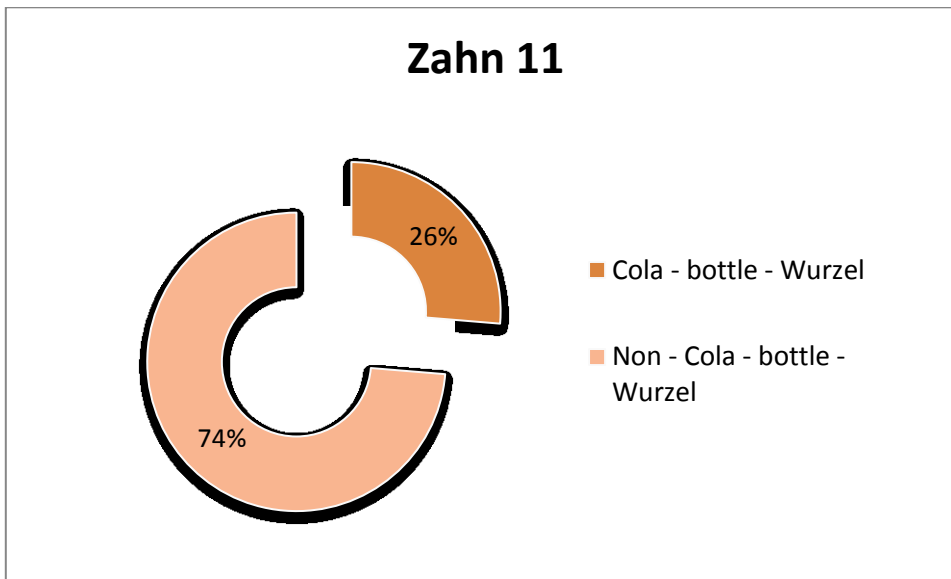


Diagramm 2 Häufigkeitsverteilung bei den rechten oberen zentralen Schneidezähnen

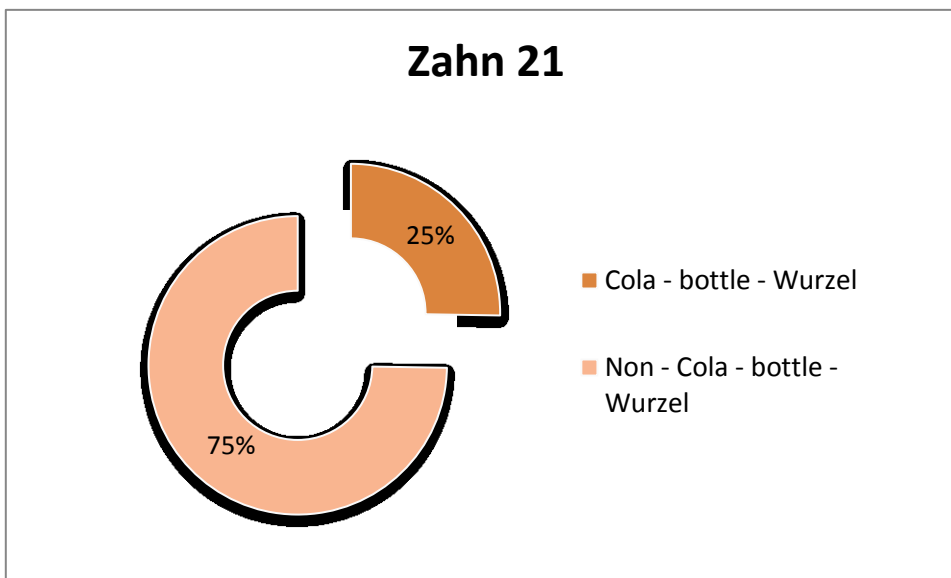


Diagramm 3 Häufigkeitsverteilung bei den linken oberen zentralen Schneidezähnen

4.1.3 Sind immer beide Incisiviwurzeln betroffen?

Weiters wurde untersucht, ob bei den Patienten immer beide Incisivi eine Cola – bottle – Wurzelform aufwiesen.

Dabei konnte festgestellt werden, dass von den 35 Patienten, bei denen eine solche Wurzel vorhanden war, bei 14 Personen sowohl die Wurzel des Zahnes 11, als auch jene des Zahns 21, eine Cola – bottle – Wurzel war. Bei den restlichen Untersuchten war die Verteilung in etwa gleich, wobei jedoch die Zähne 11 eine geringgradig höhere Anzahl von Pipettenwurzelnaufgewiesen haben.

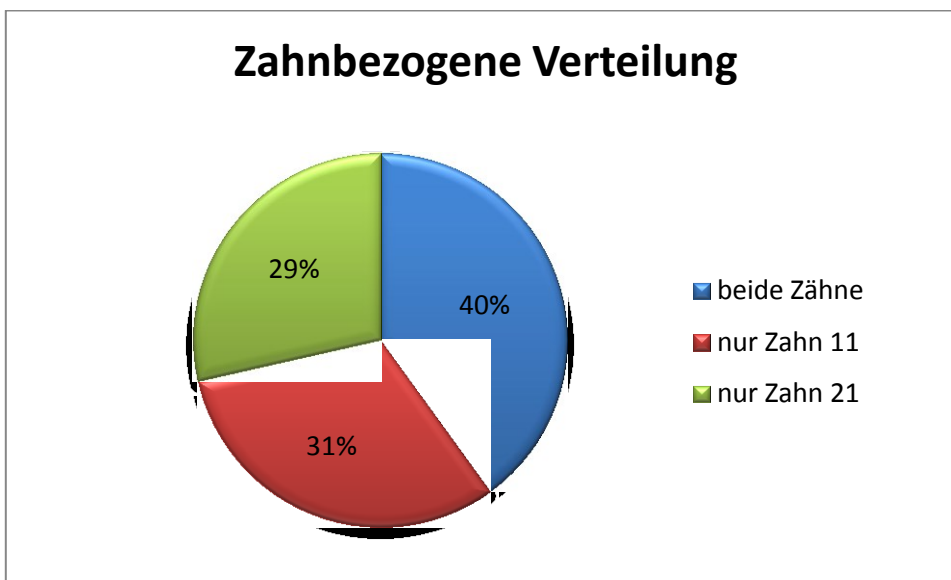


Diagramm 4 zahnbezogene Verteilung der Cola - bottle - Wurzeln

4.2 Geschlechterverteilung des Untersuchungsgutes

Von den 95 untersuchten Panoramaröntgen, waren 65 von Frauen und 30 von Männern.

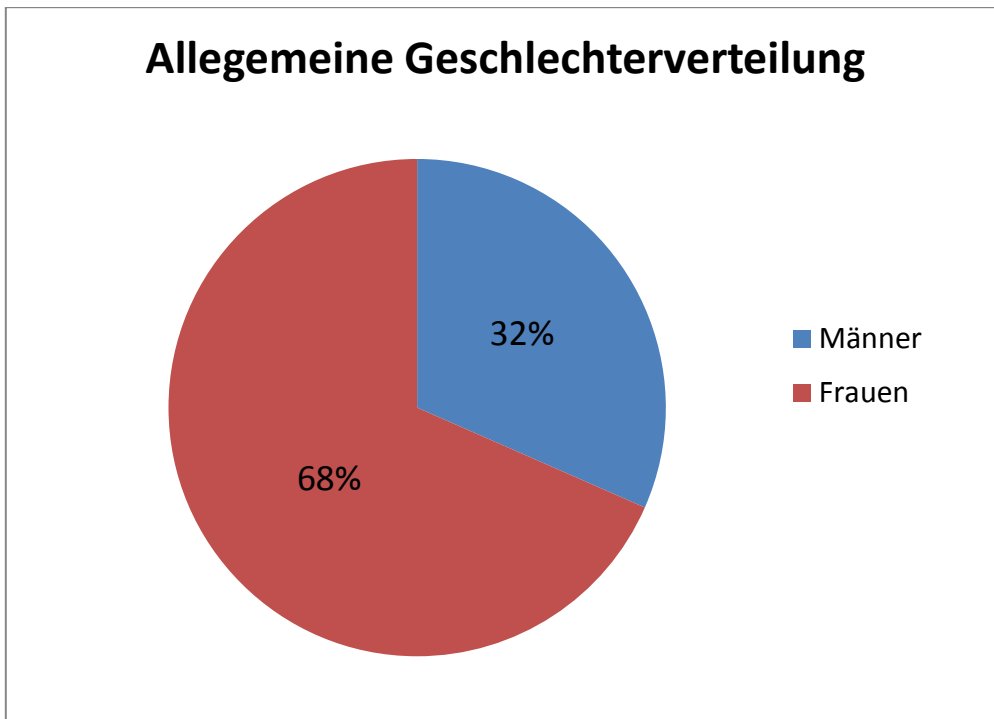


Diagramm 5 Geschlechterverteilung des gesamten Untersuchungsgutes

Diese Gegebenheit lässt keine exakte Aussage, über das vermehrte Auftreten der Cola – bottle – Wurzel beim männlichen oder weiblichen Geschlecht, zu.

4.3 Gendergerechte Auswertung der Cola – bottle – Daten

Unter den 190 untersuchten Wurzeln waren, wie bereits in Material und Methode ausgeführt, 130 Wurzeln von weiblichen (69%) und 60 von männlichen (31%) Patienten.

Nachdem mehr Röntgenbilder von Frauen untersucht wurden, ergab sich, dass vermehrt die Cola – bottle – Wurzeln bei weiblichen Personen auftreten.

Bei der Verteilung der 49 aufgetretenen Cola – bottle – Wurzeln innerhalb der Geschlechter, waren bei den Frauen 36 Wurzeln (78%) pipettenförmig und bei den Männern 13 (72%).

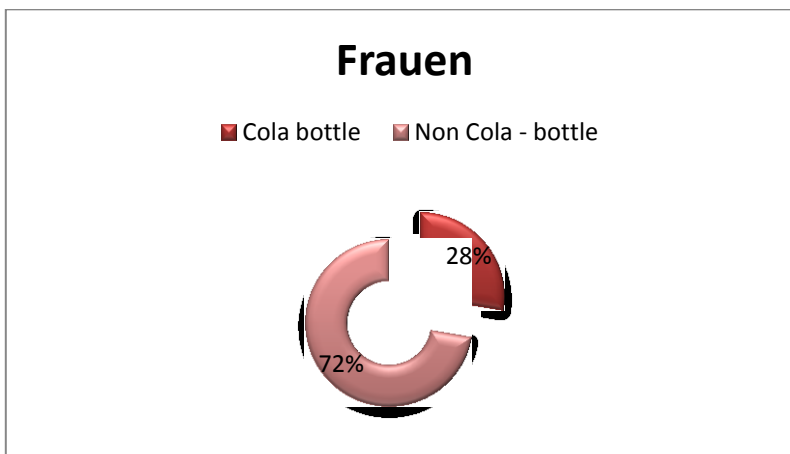


Diagramm 6 Häufigkeit innerhalb der Frauen

Allerdings war der Unterschied nach dem exakten Test nach Fisher³ nicht signifikant ($p = 0,240$).

³ Der exakte Test nach Fisher wird bei sehr kleinen Stichproben verwendet. Wenn $p > 0,05$ ist gibt es keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Wert, der erwartet wird, und jenem der errechnet wird (JanssenandLaatz 2013, 264)



Diagramm 7 Häufigkeit innerhalb der Männer

4.4 Verteilung auf die Angle – Syndrome

Unter den 49 Cola – bottle – Wurzeln waren 24 Wurzeln, die aus Klasse II/2 Gebissen stammen. Bei den Schneidezähnen der Klasse II/1 und Klasse III Patienten hatten jeweils 9 Wurzeln Cola – bottle – Form, und bei der Klasse I waren es 5 Stück. Zwei Wurzeln fanden sich bei einem Patienten, dessen Syndrom nicht einer bestimmten Angle – Klasse zuzuordnen war.

Angle Syndrom Klassen	Anzahl der Cola – Bottle – Wurzeln	Häufigkeit in Prozent
Klasse II/2	24	49 %
Klasse II/1	9	18 %
Klasse III	9	18 %
Klasse I	5	10 %
Nicht zuzuordnen	2	4 %

Tabelle 1: Verteilung der Cola –bottle –Wurzelform auf die einzelnen Malokklussionsklassen

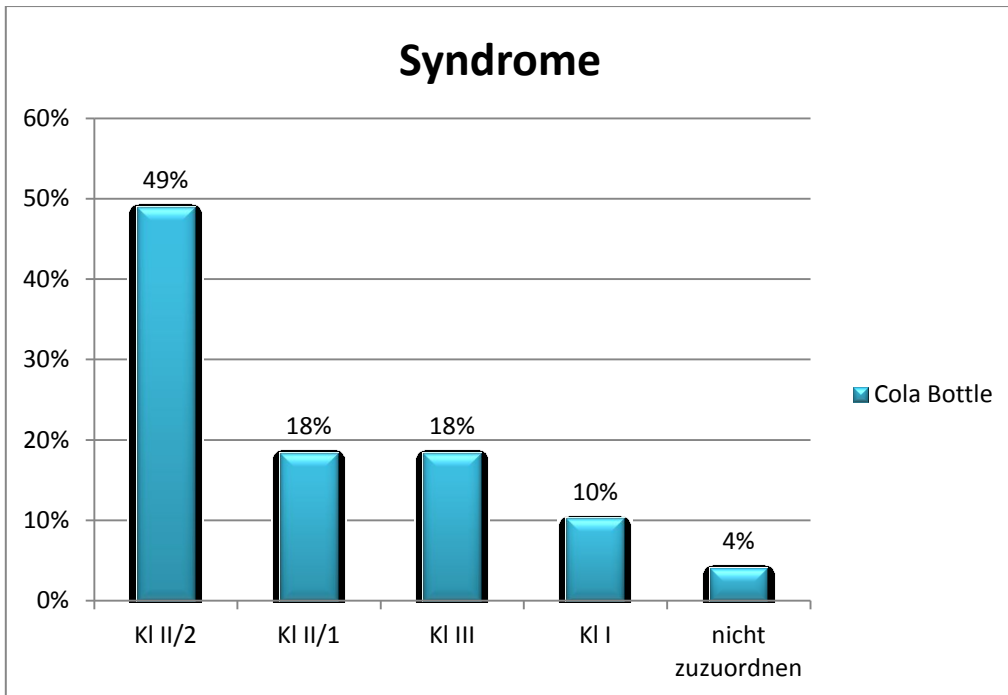


Diagramm 8: graphische Darstellung der Verteilung der Cola – bottle – Wurzelformen auf die Angle Syndromklassen

Somit kann festgehalten werden, dass Deckbiss – Incisiviviel häufiger Cola – bottle – formen aufweisen, als die Schneidezähne der restlichen Syndrom – Klassen.

Es ergab sich ein hochsignifikanter Unterschied im Auftreten der Syndrome. Die Cola – bottle – Wurzelform ist bei der Klasse II/2 mit 49% und einem $p = 0,001$ signifikant häufiger als bei den anderen Syndromen.

4.5 Formanalyse

Entsprechend der in Material und Methode ausgeführten Analysen, zur besseren Beurteilung der Form der Wurzeln:

- 1) Grafische Darstellung der vermessenen Konturen
- 2) Taillierung
- 3) Auswölbung
- 4) Abweichung nach mesial bzw. distal anhand der Mittellinie
- 5) Neigung der zentralen Inzisivi getrennt nach dem Zahn 11 und 21

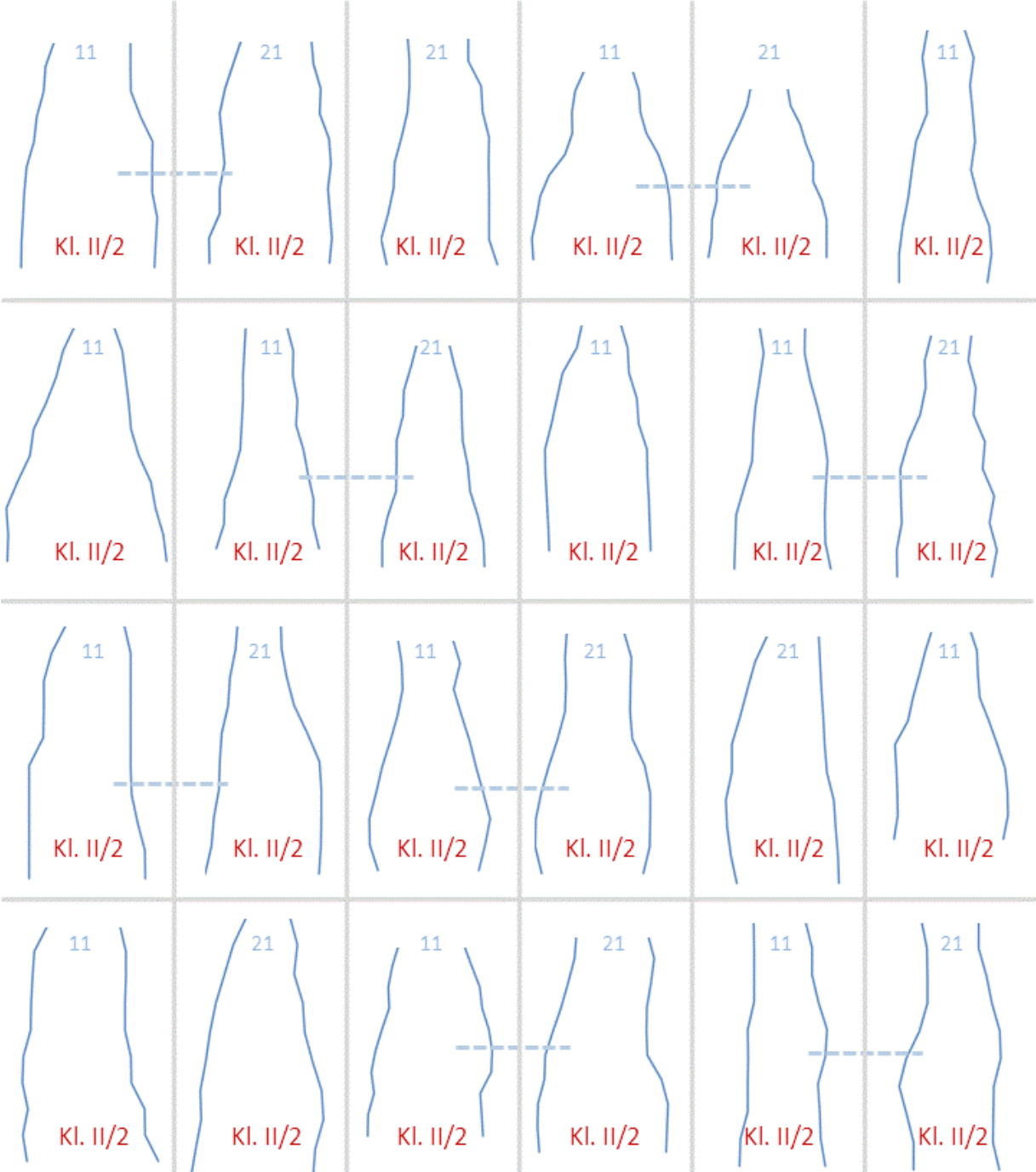
Zur graphischen Darstellung muss festgehalten werden, dass die strichlierte Linie darauf hinweist, dass die beiden Wurzeln von einem Patienten stammen.

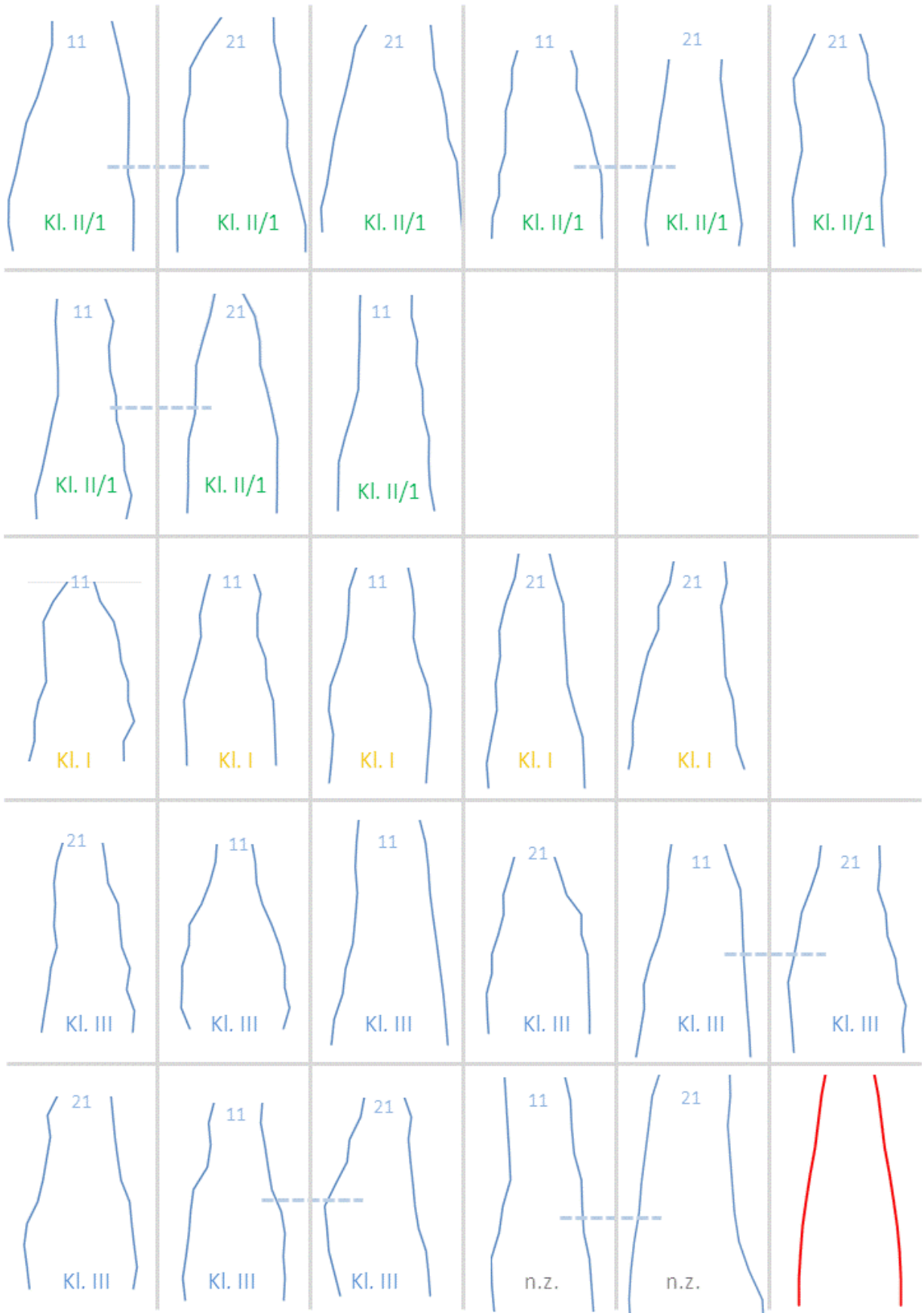
Die letzte Form (rot) stellt den statistisch errechneten Durchschnitt aller dargestellten Wurzeln dar.

Die Wurzeln des Patienten, bei welchem die Angle Syndrom Klasse nicht zu zuordnen waren, wurden mit n.z. beschriftet.

Ergaben sich folgende Ergebnisse:

4.5.1 Grafische Darstellung aller 49 pipettenförmigen Wurzeln im Überblick





4.5.2 Taillierung

17 der 49 Wurzeln (35% der Fälle) zeigten eine Taillierung.

Die durchschnittliche Verengung bei diesen 17 Wurzeln betrug 7,4 %.

Klasseneinteilung:

	gesamt (49)	tailliert (17)	Anteil in Prozent
n.z.	2	1	50,0 %
Kl. II/2	24	10	41,7 %
Kl. I	5	2	40,0 %
Kl. II/1	9	2	22,2 %
Kl. III	9	2	22,2%



Beim Deckbiss und bei der normalen Klasse I Verzahnung trat diese Taillierung am häufigsten auf (Diagramm 6).

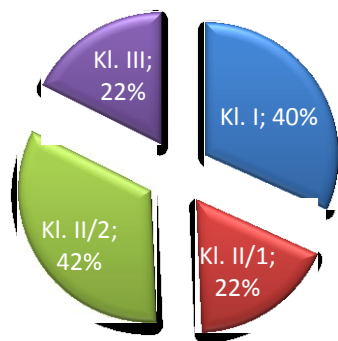


Diagramm 6 Taillierung und Aufteilung in die Verzahnungsklassen

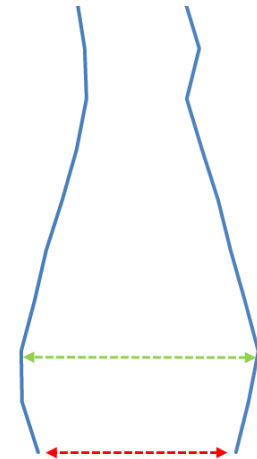
4.5.3 Auswölbung

Bei 25 Wurzeln (51%) gab es Auswölbungen, welche im Durchschnitt 5,2 % betragen.

Von diesen 25 wurden bei 10 Fällen Taillierungen und Auswölbungen gesehen (20,4%).

Klasseneinteilung:

	gesamt (49)	gewölbt (25)	Anteil in Prozent
Kl. III	9	6	66,7 %
Kl. I	5	3	60,0 %
Kl. II/2	24	12	50,0 %
Kl. II/1	9	4	44,4 %
n.z.	2	0	



Die Auswölbung ist vermehrt bei der Progenie aufgetreten (Diagramm 7).

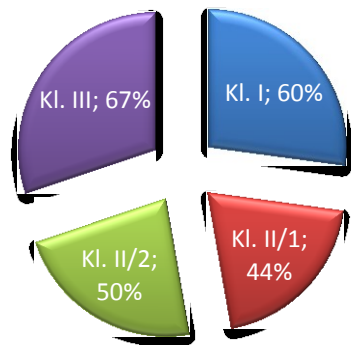


Diagramm 7 Auswölbung und Aufteilung in die Verzahnungsklassen

4.5.4 Abweichungen nach mesial bzw. distal in Bezug auf die Zahnlängsachse

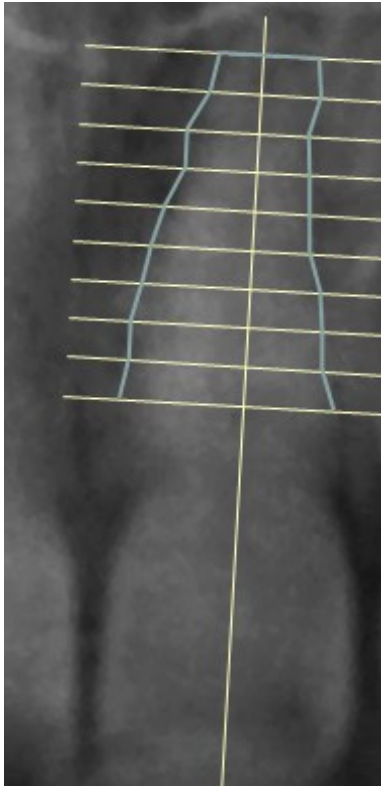


Abb. 12 Abweichungen innerhalb der Zahnwurzel

Die Anzahl der Wurzeln, die nach mesial oder distal abweichen, waren in etwa gleich groß (distal 48% und mesial 52%).

Die durchschnittlichen Abweichungen betrugen nach distal 4,5 % und nach mesial 5,3%.

4.5.5 Neigung der zentralen Inzisivi getrennt nach dem Zahn 11 und 21

Die Bilder wurden nach Zahnposition (11 bzw. 21) sortiert und eruiert, wie viele Inzisivi eine Wurzelneigung nach distal bzw. mesial haben.

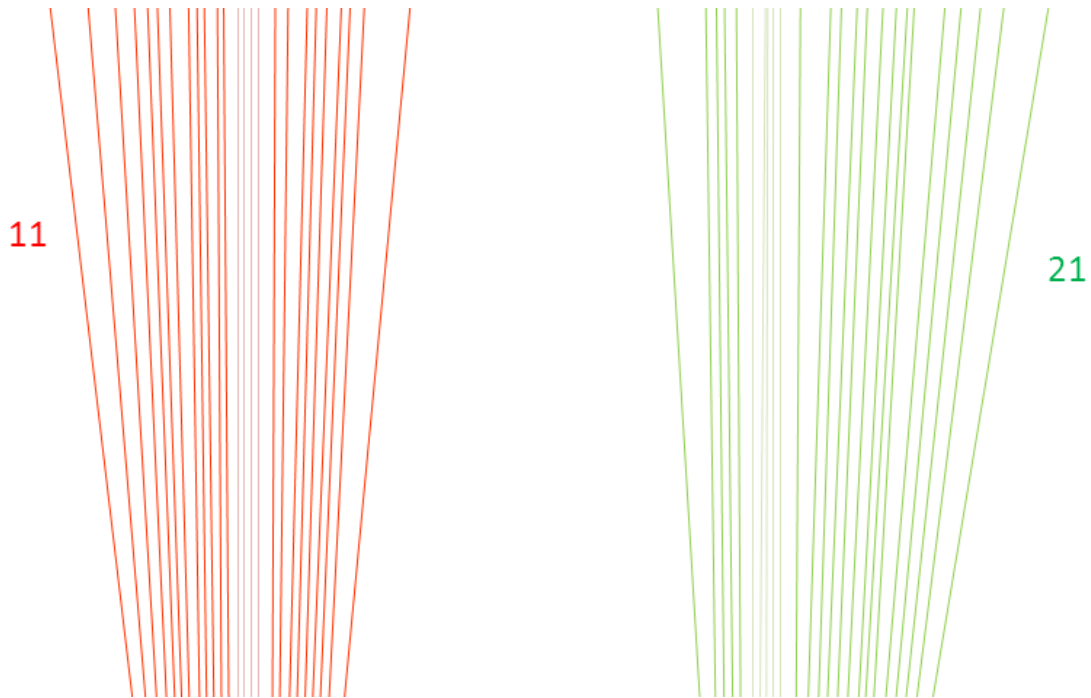


Abb. 13 distale Neigung der Zahnwurzeln

Bei den 11ern neigen sich im Durchschnitt 12 (48%) Linien nach distal und 9 (36%) nach mesial. Bei den 21ern neigen sich 6 (25%) Linien nach mesial und 13 (54%) nach distal.

Die Wurzelspitze der Zähne 11 und 21 weichen geringgradig nach distal ab. Das heißt, dass diese Erkenntnis dem allgemeinen Wurzelmerkmal entspricht, das besagt, dass die Wurzeln aller Zähne, im Vergleich zur Zahnachse, eine leichte Abweichung nach distal aufweisen (Lehmann, Hellwig, and Wenz 2012) (Schulz 1997, 21).

Für folgende Einteilung wurden die deutlichen Neigungen in Klassen eingeteilt:

Klasse	gesamt (49)	Neigung nach distal	Neigung nach mesial	Keine Neigung
Kl. III	9	6 (67%)		3 (33%)
Kl. I	5	3 (60%)		2 (40%)
Kl. II/1	9	4 (44%)	1 (11%)	4 (44%)
Kl. II/2	24	8 (29%)	7 (29%)	9 (38%)

Bei der Progenie tritt vermehrt eine Abweichung nach distal auf (Diagramm 9).

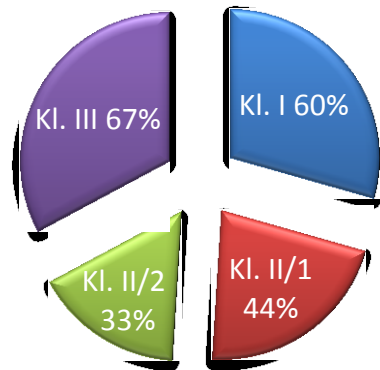


Diagramm 9 Distale Neigung der Zahnwurzeln und Aufteilung in die Verzahnungsklassen

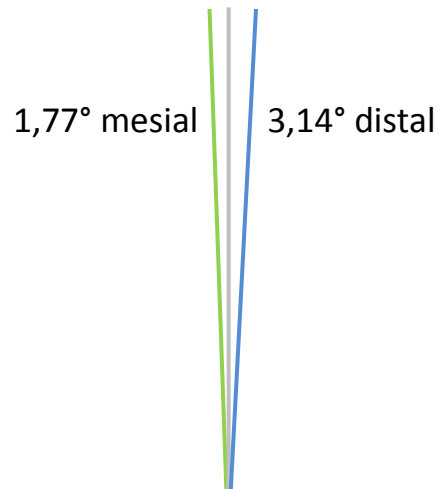
Neigungswinkel:

Es kam bei 9 Wurzeln zu keiner Neigung, und bei den übrigen 40 ergaben sich folgende Winkel:

Neigung	Anzahl	Min	Max	Mittelwert	Standardabw.
nach distal	25	0,33	9,51	3,14	2,35
nach mesial	15	0,24	5,43	1,77	1,46

Es wurden alle Neigungswinkel zusammengefaßt, auch jene, die keine Neigung, und somit einen Winkel von 0° aufwiesen.

Somit ergab sich ein Durchschnitt der Neigung von **$2,17^\circ$** (nach mesial und distal) für alle Wurzeln.



5 Diskussion

Warum Cola – bottle – Wurzelformen genau bei der Klasse II/2 häufiger auftreten ist immer noch ungeklärt, und in der Literatur nicht zu finden. Es stellt sich die Frage, ob dies genetisch, oder aufgrund der komplexen Krafterwirkungen, die im Mund herrschen, physikalisch bedingt ist.

Frauen haben eine schwächere Muskulatur als Männer (Miller et al. 1993), weshalb man davon ausgehen kann, dass sie eine geringere Kraft beim Frontzahnaufbiss ausüben. Will man dieser „Belastungstheorie“ der Wurzelformentwicklung Glauben schenken, dann sollten Frauen weniger Cola – bottle – Wurzeln aufweisen als Männer. Trotz dieser schwächeren Muskulatur darf man nicht außer Acht lassen, dass Deckbiss-Patienten generell auf Grund ihrer kräftigeren Muskulatur im unteren Gesichtsdrittel stärker zubeißen als andere Patienten. Trotzdem werden weibliche Kl. II/2 Patienten kräftemäßig immer hinter den männlichen sein.

Aus der vorliegenden Studie geht hervor, dass Männer und Frauen gleichhäufig von dieser Wurzelform betroffen sind. Eine generelle Aussage bezüglich der Trias Muskulatur, Belastung und Frontstellung ist daher schwierig zu treffen.

Neben dieser natürlichen Kaubelastung kann das Kausystem jedoch auch einer künstlichen Belastung unterliegen, z. B. durch Kieferorthopädie.

Durch die Kraftanwendung im Rahmen der orthodontischen Behandlung können Wurzelresorptionen auftreten, was histologische und radiologische Untersuchungen eindeutig gezeigt haben.

Resorptionslakunen sind vor allem dort zu beobachten, wo Druck durch die Apparatur ausgeübt wird (Reitan K 1974; Rygh P 1977; Vardimon AD et al. 1991). Das bedeutet, dass schon normale Wurzelformationen einem gewissen Risiko bei einer Behandlung unterliegen. Dieses Risiko wird jedoch größer, wenn die Wurzelkonstellation zusätzlich noch atypisch ist, also weniger fähig, um die ausgeübten Kräfte gleichmäßiger zu verteilen. Bei pipettenförmigen Wurzeln treten

beispielsweise vermehrt Wurzelresorptionen auf (Levander and Malmgren 1988; Mirabella and Artun 1995).

Das Risiko ist auch davon abhängig, ob vor der Kieferorthopädie bereits Wurzelresorptionen vorhanden waren oder nicht und in welchem Ausmaß.

Aus einer Studie von Malmgren und Levander 1988 geht hervor, dass das Risiko für eine extreme Wurzelresorption am Ende der KFO Behandlung sehr hoch ist, wenn innerhalb von 6 bis 9 Monaten, nach Beginn der festsitzenden Therapie, eine starke Resorption stattgefunden hat. Deshalb sind Röntgenkontrollen innerhalb dieser 6 bis 9 Monate sehr wichtig.

Sind geringe Resorptionen vor der kieferorthopädischen Therapie vorhanden, ist dieses Risiko geringer. Bei atypischen Wurzeln sind Resorptionen mitunter häufiger zu erwarten, in Abhängigkeit von der Form und der Länge derselben.

Pipettenförmige Wurzeln haben laut Malmgren ein sehr hohes Risiko für starke Wurzelresorptionen. Dies lässt sich durch die bikonkave Form erklären, die durch eine dünne Wurzelspitze gekennzeichnet ist. Dadurch haben schon geringe Resorptionen einen großen Effekt auf die Wurzellänge, da die apikalen zarten Wurzelteile, bei kieferorthopädischer Belastung, sehr schnell resorbiert werden. Bei seiner Untersuchung hat er zwischen den atypischen Wurzelformen unterschieden, jedoch nicht, ob diese häufiger bei den weiblichen oder männlichen Patienten auftreten. Er kam zu dem Schluss, dass Mädchen häufiger von Wurzelresorptionen betroffen sind als männliche Jugendliche.

Malmgren und Levander untersuchten Zähne auf Resorptionen nach der kieferorthopädischen Behandlung. Sie stellten fest, dass

- das Alter,
- die Behandlungszeit und
- die kieferorthopädischen Apparaturen, wie zum Beispiel Torquehilfen, Aufrichtefedern und rechteckige Stahldrähte,

keinen signifikanten Einfluss auf die Resorptionen haben (Levander und Malmgren 1988).

Zuvor hatte Malmgren et al. 1982 in einer Untersuchung festgestellt, dass es zu mehr als 2 mm Wurzelresorption bei Edgewise – Technik und Begg – Technik kommt und traumatisierte Zähne mit Anzeichen einer Wurzelresorption anfällig für Wurzelresorptionen während der Behandlung waren. Allerdings wurde nicht unterschieden, ob bei den Zähnen eine abnormale Wurzelform vorlag oder nicht (Malmgren O Lundberg M et al. 1982).

Laut Mirabella und Artun 1995 haben folgende Faktoren keinen ausschlaggebenden Einfluss auf die Resorptionen:

- Behandlungszeit
- rechteckigen Stahldrähte
- Malokklusion vor der Therapie,
- Nähe der Wurzeln zum Gaumen
- maxilläre Osteotomie (z.B. Le Fort I)

Wurzelgefüllte Zähne neigen weniger zu Resorptionen als nicht endodontisch behandelte.

Bei dieser Untersuchung von Mirabella und Artun wurden

- die Wurzelbewegungen,
- abnormale Wurzelformen, wie z.B. enge und lange Wurzeln,
- Verwendung von Klasse II Gummizügen,

als signifikante Risikofaktoren für die Wurzelresorption der zentralen Oberkiefer Incisivi eingestuft (Mirabella und Artun 1995).

Der von Andresen 1930 beschriebene Winkel zwischen Zahnwurzel und Zahnkrone, der sogenannte Zahnhalswinkel und dessen Zusammenhang mit dem Tiefbiss, wurde auch Jahre später von Carlsson, Rönnerman und Bryant bestätigt.

Wenn dieser Winkel sehr groß ist, kommt es beim Durchbruch zum Vorbeiwandern der maxillären an den mandibulären Incisivi, wie es z.B. auch beim Deckbiss der Fall ist. Dadurch entsteht der tiefer Biss (Andresen V 1930). Bryant et al. stellte 1984 fest, dass dieser Winkel im Durchschnitt $25,5^\circ$ beträgt. Allerdings fand jener, dass dieser bei Klasse II/2 Patienten *kleiner* ist, als bei der Klasse II/1 und der Progenie (Bryant RM, Sadowsky PL, und Hazelrig JB 1984).

Die Tatsache, dass beim Deckbisspatienten zu einem großen Prozentsatz ein tiefer Biss zu finden ist, würde die Schlußfolgerung nach sich ziehen, dass Cola – bottle – Wurzeln vermehrt beim Tiefbiss auftreten. Damit bestünde ein Zusammenhang zwischen Zahnhalswinkel, Tiefbiss und Cola – bottle – Wurzeln.

In dieser vorliegenden Untersuchung konnte allerdings kein signifikanter Zusammenhang zwischen Tiefbiss und Cola – bottle – Wurzeln festgestellt werden.

In einer Disserationsarbeit der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg konnte ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines Tiefbisses und einem erhöhten Risiko für Wurzelresorptionen widerlegt werden (Julian Roman Maximilian Röhr 2012).

Bei den unterschiedlichen Verzahnungsklassen unterscheiden sich im Vergleich zu den anderen Incisivi der anderen Syndrom – Klassen weder die Kronen noch die Wurzelformen, allerdings kann bei der Klasse II/2 beobachtet werden, dass die zentralen Oberkiefer Incisivi – Wurzeln etwas kürzer, die Kronen länger sind und die labiopalatinale Zahndicke etwas reduziert ist. Diese reduzierte Dicke des Zahnes, ist möglicherweise eine weitere Ursache für den Tiefbiss beim Deckbiss und auch für das begrenzte Ausmaß des Wurzeltorques. Diese Faktoren muss man bei der Behandlung des Deckbisses beachten (Grant T. McIntyre and Declan T. Millett 2003).

6 Konklusion

Die Cola – bottle – Wurzelform trat im Vergleich aller Angle Syndrom Klassen, am häufigsten bei der Klasse II/2 auf. Aus der Literatur geht hervor, dass solche Wurzeln stark resorptionsgefährdet sind, deshalb sollte bei der Behandlung von Deckbiss Patienten ein besonderes Augenmerk auf die Form der Zahnwurzel der zentralen Schneidezähne gelegt werden.

Diese Wurzelform kam laut Statistik nur im geringen Ausmaß häufiger bei Frauen vor, als bei Männern.

Die Cola – bottle – Wurzel war bei den Zähnen 11 und 21 gleich oft anzutreffen und bei einem Drittel der Patienten wiesen beide Zähne eine solche Wurzelform auf.

In der Literatur fehlen Studien, welche die Ursache der Entstehung von Cola – bottle – Wurzeln belegen. Um auf eine endgültige Ursache für Cola – bottle – Wurzeln zu schließen, sollten weitere Studien durchgeführt werden, die solche Wurzeln schon vor dem Durchbruch und somit vor dem ersten Zahnkontakt, untersuchen, um unsere Überlegungen zu bestätigen oder auch zu widerlegen.

7 Literaturverzeichnis

Andresen V. 1930. "Eine Systematische, Gnathophysiognometrische Diagnose." *Nor. Tannlaegeforen Tid.* 40.

Bryant RM, Sadowsky PL, and Hazelrig JB. 1984. "Variability in Three Morphologic Features of the Permanent Maxillary Central Incisor." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 86: 25–32.

Grant T. McIntyre, and Declan T. Millett. 2003. "Crown - Root Shape of the Permanent Maxillary Central Incisor." *Angle Orthod* 73: 710–15.

Janssen, Jürgen, and Wilfried Laatz. 2013. *Statistische Datenanalyse mit SPSS: Eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests.* Springer DE.

Julian Roman Maximilian Röhr. 2012. "Häufigkeit und Ausmaß von Wurzelspitzenresorptionen nach festsitzender Therapie mit Multibracketapparatur – eine retrospektive Studie."

Kim, T. H., C. H. Bae, J. C. Lee, S. O. Ko, X. Yang, R. Jiang, and E. S. Cho. 2013. "B-Catenin Is Required in Odontoblasts for Tooth Root Formation." *Journal of Dental Research* 92 (3): 215–21. doi:10.1177/0022034512470137.

Lehmann, Klaus M., Elmar Hellwig, and Hans-Jürgen Wenz. 2012. *Zahnärztliche Propädeutik: Einführung in die Zahnheilkunde.* 12. Auflage. Deutscher Ärzteverlag.

Levander, E., and O. Malmgren. 1988. "Evaluation of the Risk of Root Resorption during Orthodontic Treatment: A Study of Upper Incisors." *The European Journal of Orthodontics* 10 (1): 30–38.

- Luan, Xianghong, Yoshihiro Ito, and Thomas G.H. Diekwisch. 2006. "Evolution and Development of Hertwig's Epithelial Root Sheath." *Developmental Dynamics* 235 (5): 1167–80. doi:10.1002/dvdy.20674.
- Malmgrem O Lundberg M, Goldson L, Orwin A Hill C, and Petrini L. 1982. "Root Resorption after Orthodontic Treatment of Traumatized Teeth." *American Journal of Orthodontics* 82 (6): 487–91.
- Miller, A. E., J. D. MacDougall, M. A. Tarnopolsky, and D. G. Sale. 1993. "Gender Differences in Strength and Muscle Fiber Characteristics." *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* 66 (3): 254–62.
- Mirabella, A D, and J Artun. 1995. "Risk Factors for Apical Root Resorption of Maxillary Anterior Teeth in Adult Orthodontic Patients." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics: Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics* 108 (1): 48–55.
- P. M. Nganga, and R. N. Nganga. 2003. "Maxillary Incisor Root Forms in Orthodontic Patients in Nairobi, Kenya." *East African Medical Journal* 80: 101–5.
- Parkin SF. 1991. "Notes on Paediatric Dentistry." *Oxford Wright*, 201.
- Schulz, Hans H. 1997. *Modellation und Anatomie der Zahnkrone*. 7. Auflage. Verlag Neuer Merkur GmbH.
- "Snapshot." 2014. Accessed December 10. <http://www.leicabiosystems.com/de/ihc-ish/novocastra-reagenzien/primaerantikoerper/details/product/beta-catenin-1/>.
- Udom Thongudomporn, and Terrence J. Freer. 1998. "Prevalence of Dental Anomalies in Orthodontic Patients." *Australian Dental Journal* 43: 395–98.

Van Parys, K., I. H. A. Aartman, R. Kuitert, and A. Zentner. 2010. "Assessment of Dental Anomalies on Panoramic Radiographs: Inter- and Intraexaminer Agreement." *The European Journal of Orthodontics* 33 (3): 250–55.

8 Diagrammverzeichnis

<i>Diagramm 1 graphisch dargestellte Häufigkeit der Wurzelformen.....</i>	<i>24</i>
<i>Diagramm 2 Häufigkeitsverteilung bei den rechten oberen zentralen Schneidezähnen</i>	<i>25</i>
<i>Diagramm 3 Häufigkeitsverteilung bei den linken oberen zentralen Schneidezähnen.....</i>	<i>25</i>
<i>Diagramm 4 zahnbezogene Verteilung der Cola - bottle - Wurzeln</i>	<i>26</i>
<i>Diagramm 5 Geschlechterverteilung des gesamten Untersuchungsgutes.....</i>	<i>27</i>
<i>Diagramm 6 Häufigkeit innerhalb der Frauen.....</i>	<i>28</i>
<i>Diagramm 7 Häufigkeit innerhalb der Männer.....</i>	<i>29</i>
<i>Diagramm 9: graphische Darstellung der Verteilung der Cola – bottle – Wurzelformen auf die Angle Syndromklassen</i>	<i>30</i>

9 Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 2 Coca - Cola - Flasche</i>	8
<i>Abb. 1 Physiologische und Cola - bottle - Wurzelform</i>	8
<i>Abb. 3 Wurzelformen(Levander und Malmgren 1988)</i>	9
<i>Abb. 4 Wurzelformen (Mirabella und Artun 1995)</i>	9
<i>Abb. 5 Röntgenausschnitt zweier zentraler Schneidezähne mit pipettenförmiger Wurzelform bei Zahn 11 und 21</i>	14
<i>Abb. 6 Einzeichnen der Längsachsenstrecke am Zahn 21</i>	15
<i>Abb. 7 Einzeichnen der querliegenden Hilfslinien</i>	16
<i>Abb. 8 Verbindungslinie zwischen den Punkten an den Schnittstellen zwischen Zahn und Hilfslinien</i>	17
<i>Abb. 9 Schnittpunkte mit fortlaufender Nummerierung bis zur Wurzelspitze</i>	18
<i>Abb. 10 Abstand zwischen den einzelnen Schnittpunkten</i>	19
<i>Abb. 11 Taillierung beidseits, rechts und links</i>	21
<i>Abb. 12 Auswölbung</i>	21
<i>Abb. 13 Abweichungen nach mesial und distal</i>	22
<i>Abb. 14 Abweichungen innerhalb der Zahnwurzel</i>	36
<i>Abb. 15 distale Neigung der Zahnwurzeln</i>	37

