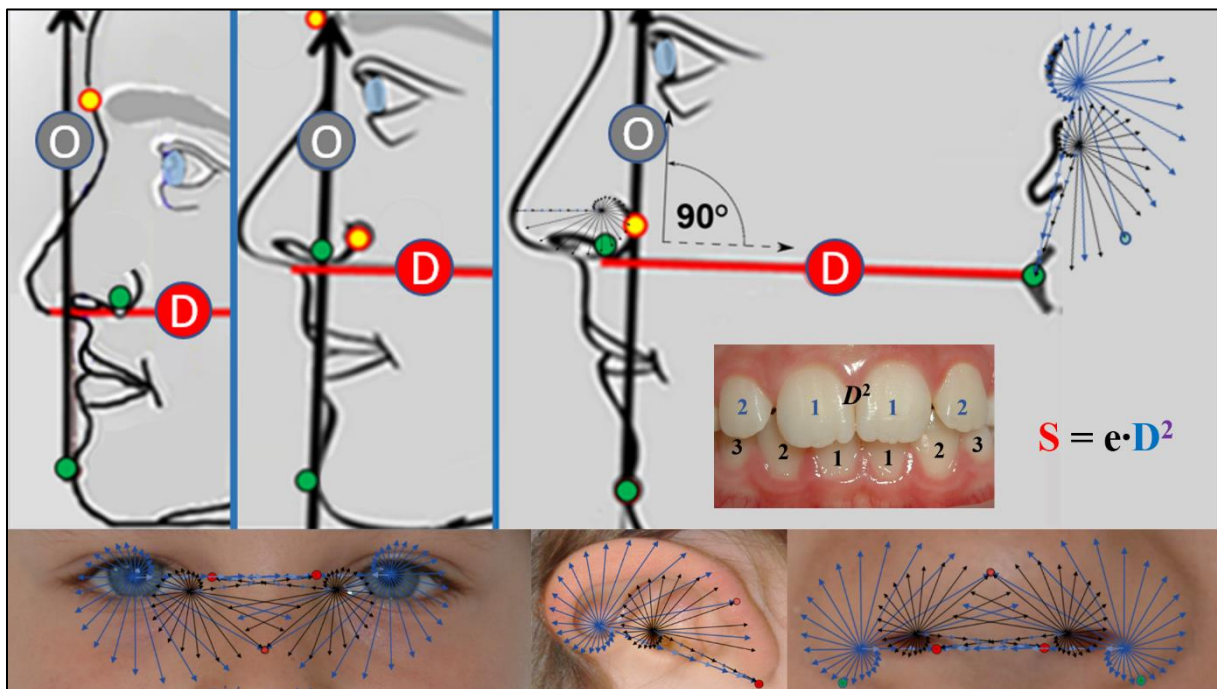


Die Norma Klassifikation zur Unterkiefergröße



Der morphologische Oberkiefer als Basis für eine zahnorthopädische Diagnose

PhD Dr. med. dent. Martin vom Brocke MSc

Bibliographische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet unter <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

4te erweiterte Auflage

© 2022 Martin vom Brocke, CH – 7402 Bonaduz

Herausgegeben am 21.02.2022 vom Verlag Inspiration Un Limited, London/Berlin.

Das Werk einschließlich aller Inhalte ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck und Reproduktion (auch auszugsweise) in irgendeiner Form ist ohne ausdrückliche und schriftliche Genehmigung des Verlages untersagt. Alle Übersetzungsrechte vorbehalten. Mit Quellenangabe dürfen über das gesetzliche Zitierrecht hinaus bis zu 10 Prozent dieses Buches auch in zusammenhängender Form wiedergegeben werden.

Korrektur (Vorwort sowie Schlussteil ab S. 103): Konrad Badenheuer. Hinweis: Etwaige (Tipp-) Fehler auf den Buchseiten 1 bis 102 durften nicht korrigiert werden, um die eingereichte Originalfassung der Dissertation zu erhalten.

Titel und grafische Gestaltung: Martin vom Brocke, CH – 7402 Bonaduz

ISBN: 978-3-945127-391

Preis: 49,00 Euro

VORWORTE

Dieses Buch ist an den Schweizerischen Nationalfonds gerichtet, um ihn daran zu erinnern, dass es nicht darauf ankommt, wo Wissenschaft gemacht wird, sondern ob der Wissenschaftler Wahrheiten verschweigt oder eben nicht.

Als 19-jähriger Mann entwickelte ich die Theorie, dass die Schöpfung (Gott) mit der Gravitation dem Universum ein mathematisch erfassbares Hilfsmittel gegeben hat, um den Menschen nach seinem Ebenbild zu schaffen: **Strukturelle Gravitationstheorie**. Diese Theorie keimte aus der Betrachtung einer Zeichnung von Leonardo da Vinci (1452–1519), mit welcher er mathematische Muster in den menschlichen Proportionen beschreibt, sowie einem Fresken-Gemälde von Michelangelo Buonarroti (1475–1564), mit welchem er die Formung des Menschen durch Gott darstellt (Abb. A).

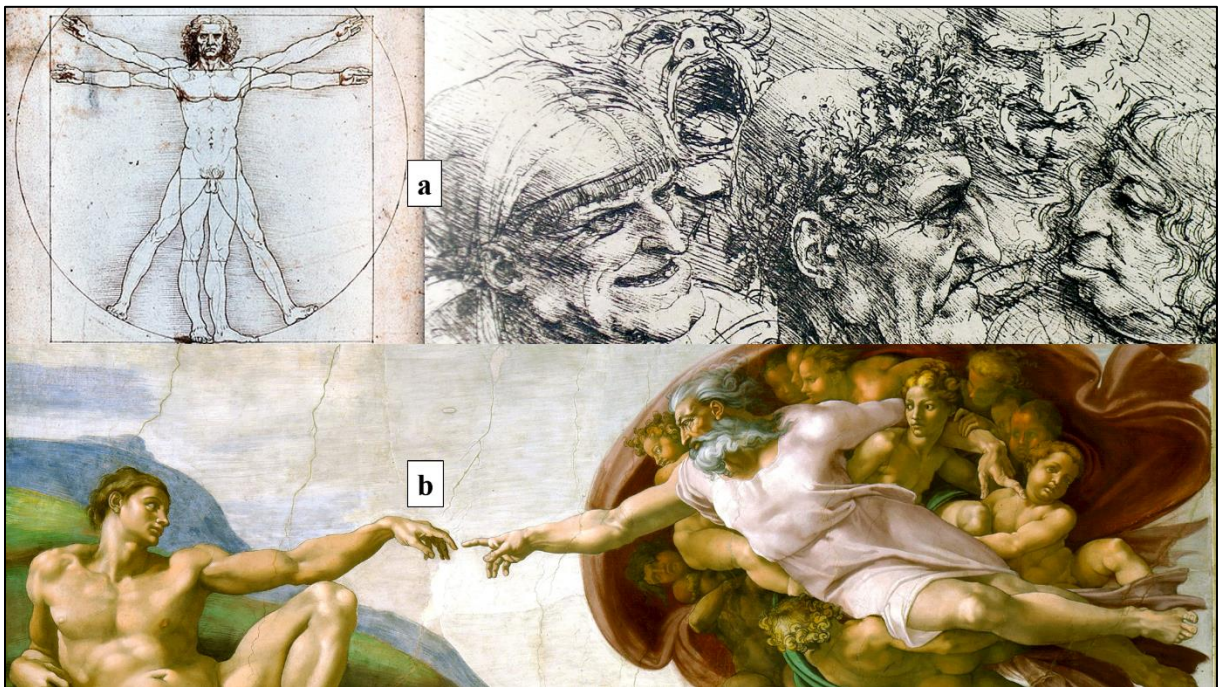


Abbildung A: Leonardo und Michelangelo. (a) zeigt die skizzierte Zeichnung aus einem Tagebuch von Leonardo da Vinci (1490) zum menschlichen Körperbau und dessen Proportionen, welche auch heute noch ein Symbol für die Ästhetik nicht nur in der Zeitepoche der Renaissance ist, sowie eines seiner Bilder mit dem Titel: Grotteske Köpfe. (b) zeigt eines von neun Fresken in der Sixtinischen Kapelle von Michelangelo Buonarroti zum ersten Buch Mose – Genesis – mit dem Titel: Die Erschaffung Adams.

1997 schloss ich an der Universität Bern erfolgreich mein Zahnmedizinstudium ab, um anschliessend Fachzahnarzt für Kieferorthopädie zu werden, weil ich unter anderem auch meine Gravitationstheorie überprüfen wollte. Obschon ich mehr als fünf Jahre auf einer Warteliste war, erhielt ich in Bern keine Assistenzstelle und suchte dann mein Glück in einer eigenen Praxis für allgemeine Zahnmedizin in 7402 Bonaduz (Schweiz).

2007 hatte ich das erste Mal das Gefühl, dass ich eine erste Bestätigung meiner Gravitationstheorie erkennen konnte. Ich entdeckte, dass eine doppelte logarithmische Spirale auf der Basis der ersten vier Zahlen bzw. der Zahl 24 – hier Struktionsspirale genannt –, gut zu den Gesichtsstrukturen meines vierjährigen Sohnes passte (**Abb. B**).

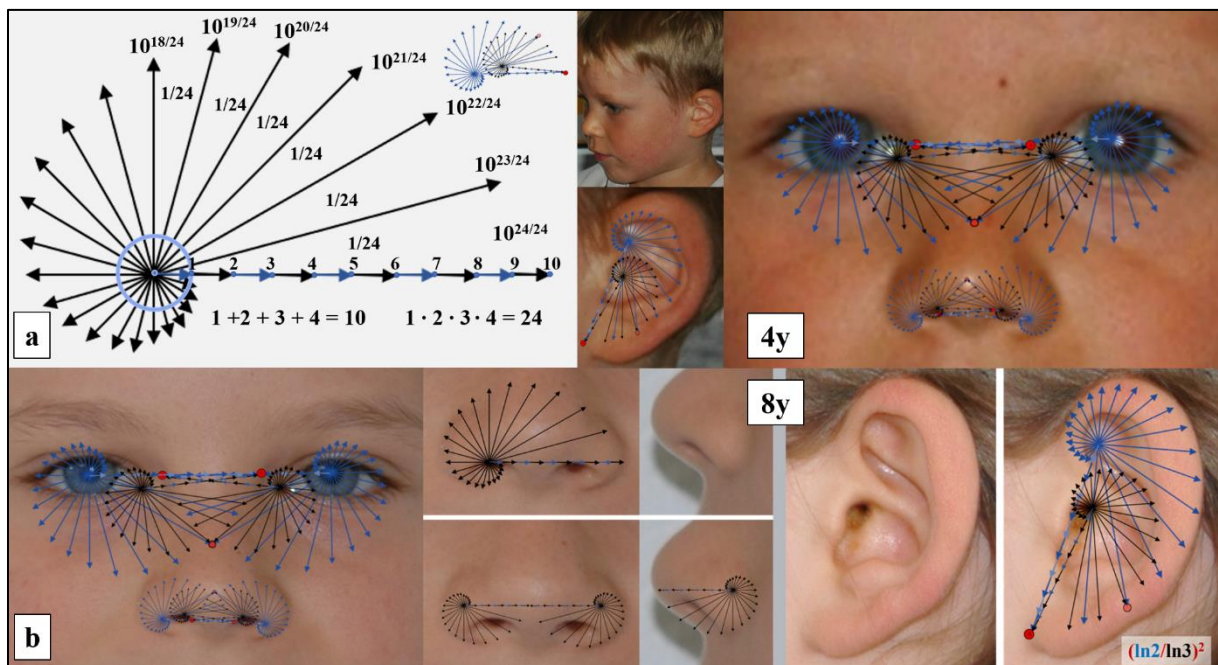


Abbildung B: Die Struktionsspirale. (a) zeigt eine logarithmische Spirale auf der Basis der ersten vier Zahlen, welche nach einer fraktalen Verdoppelung und verzerrungsfreien Überlagerung als Struktionsspirale verblüffend gut zu den Augen, den Nasenflügeln und dem Ohr meines damals vierjährigen Sohnes Joel passt. Weil Joel 2007 noch nicht für standardisierte orthogonale Fotografie bereit war, wurde hier mit (b) eine zweite Fotoserie im Alter von acht Jahren hinzugefügt, um zu belegen, mit welcher verblüffenden Präzision sich die Struktionsspirale über Gesichtsstrukturen legen lässt. Besonders eindrucklich ist das Ohr, in welchem sich in einem zentralen Punkt (vorderster Ansatzpunkt des Ohrläppchens) die kleinstmögliche Fraktal-dimension – die Hausdorffdimension $D = \ln 2 / \ln 3$ – in einer dualen Wachstumsformation zweier logarithmische Spirale als Struktionsspirale fokussiert.

Ein Vergleich einer überlagerten Struktionsspirale am Ohr meines Sohnes mit anatomischen Zeichnungen zum Ohr förderte bei mir die Fantasie und führte zu der Frage: Hängt die obere der beiden über das Ohr gelegten logarithmischen Spiralen mit dem Gleichgewichtsorgan und die untere der beiden logarithmischen Spiralen mit dem Hörorgan zusammen? Falls ja, dann gibt es einen möglichen Zusammenhang zwischen der Zahl 24 und der relativ konstanten Tageszeit von 24 Stunden, welche dank den Gravitationsverhältnissen unserer Erde zum Sonnensystem entsteht. All dies festigte meine Vermutung, dass unser Dezimalsystem eine Art Fraktale ist, welche wir dank den ähnlichen Fingern plus zwei Daumen erkennen und zum Zählen nutzen (**Abb. C**).

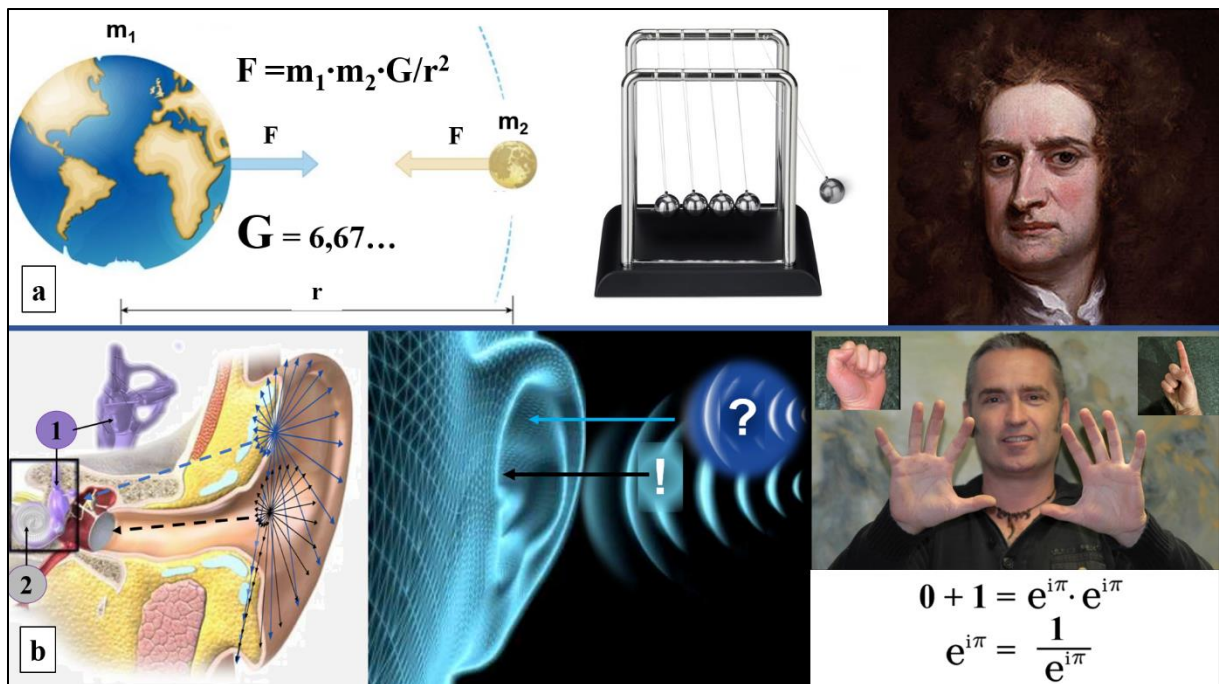


Abbildung C: Das Dezimalsystem als Fraktale der Gravitation. (a) zeigt die Berechnungsformel von Isaac Newton aus dem Jahr 1687. Sie besagt, dass jeder Massenpunkt auf jeden anderen Massenpunkt mit einer anziehenden Gravitationskraft F einwirkt. Zur Berechnung der Gravitationskraft benötigt es die Gravitationskonstante G . (b) zeigt die Ohrdoppelfunktion und meine acht ähnlichen Finger (der Daumen sieht leicht anders aus) mit welchen ich repräsentativ binäre oder komplexe Funktionen darstellen kann.

2008 war ich mir fast sicher, anhand von repräsentativer Mathematik zeigen zu können, dass das Ohr nicht nur Schallwellen, sondern auch Gravitationswellen wahrnehmen kann. Damals waren Gravitationswellen jedoch erst noch eine Vermutung und nicht entdeckt und wegen meiner esoterisch erscheinenden Theorie wusste ich nicht, wie ich im Sinne eines Kausalzusammenhangs nach den Bradford-Hills Kriterien (Hill AB. *The environment and disease: association or causation*. Proc R Soc Med 1965; 58:295-300) zum Beispiel eine Verbindung zwischen Gleichgewichtsstörungen und „alten“ Ohren hätte untersuchen können. Zumindest war ich mir sicher, dass die Nasenflügel und das Ohr als Referenz für eine Gesichts-Einteilung nützlich sein könnten.

2009 suchte ich daher mein Glück in einem Masterkurs für Kieferorthopädie – Master of Science – an der PUSH-Universität in Bonn, welchen ich 2012 erfolgreich abschloss. 16 andere Zahnärzte und ich hatten damals unsere Masterthese über kephalometrische Merkmale in Bezug zu meiner Gesichtsdiskriminations-Ebene D gemacht, welche vom vordersten Ansatzpunkt des Ohrläppchens zum untersten Ansatzpunkt des Nasenflügels verlief. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sowie Überlegungen zu Fraktal-Dimensionen im dento-fazialen Bereich habe ich dann 2015 veröffentlicht (Abb. D).

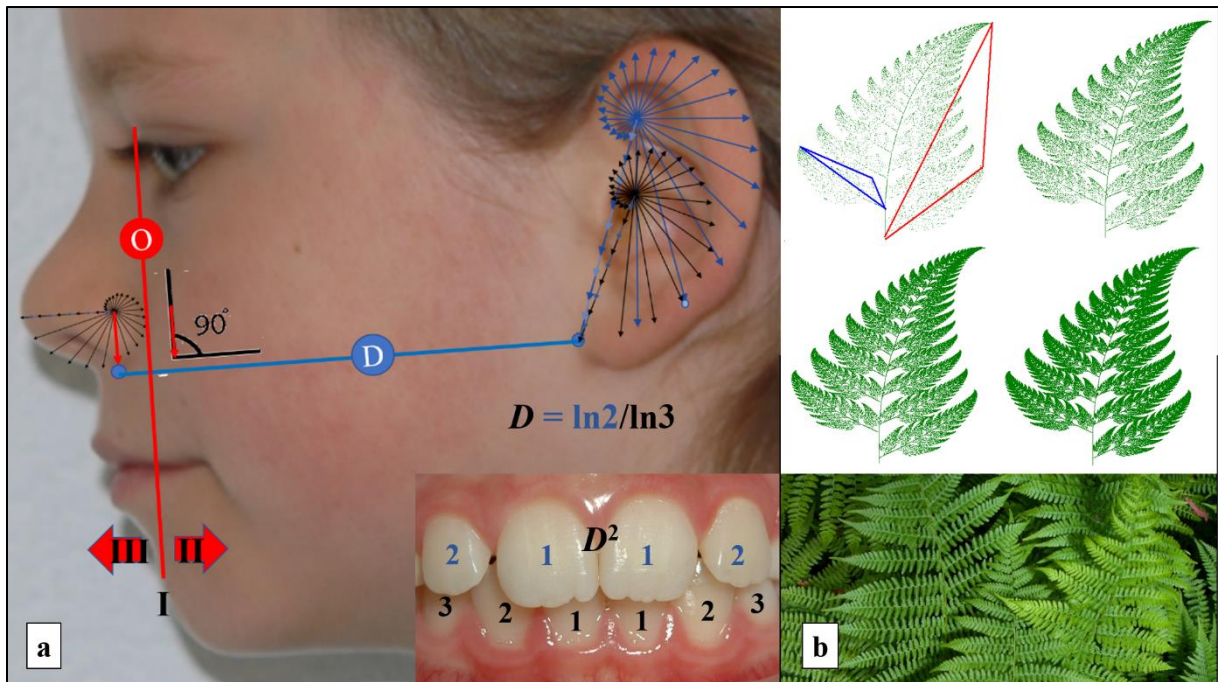


Abbildung D: *Struktion (2015)*. (a) zeigt meinen 8-jährigen Sohn mit einer ersten schematischen Kiefergrößen-Einteilung auf der Basis einer Orthogonalen O in Bezug zu einer Gesichts-Diskriminations-Ebene D [der morphologische Oberkiefer]. Bei Patienten, bei welchen die Orthogonale O vom vordersten Kinnpunkt aus über den hintersten Punkt des Nasenflügels verlief (± 1 mm), wurde angenommen, dass sie einen mittelgrossen Unterkiefer – MvB Klasse I genannt – hatten. Zusätzlich zeigt sie, wie sich zu einem bestimmten Zeitpunkt des Frontzahnwechsels die Hausdorffdimension $D = \ln 2 / \ln 3$ im Quadrat objektivieren lässt. (b) erklärt anhand von Farnblättern beispielhaft die mathematischen Begriffe „Fraktale“ und „Selbstähnlichkeit“ von geometrischen Mustern in natürlichen oder künstlichen Gebilden.

Ein gefundenes mathematisches Verhältnis $S = e \cdot D^2$ – harmonische Relativität – liess vermuten, dass die in ihm vorhandene ζ_4 -Funktion – $S = (\zeta_{4(n=10)} + \zeta_{4(n=11)}) / 2 \approx 1,082$; $D = \ln 2 / \ln 3$ (Hausdorffdimension; kleinstmögliche Fraktale); e = Eulersche Zahl – nicht nur repräsentativ zum Vergleich der Wachstumsgeschwindigkeiten von permanenten Zähnen genutzt werden kann, sondern generell als Referenz zur Einschätzung von Wachstumsverhältnissen aller möglichen Fraktalen nützlich sein könnte. Gemäss der Fraktaltheorie von VOJTA G. und VOJTA V. (2000, in Teubner-Taschenbuch der statistischen Physik; pp 405-431) gehört die Physik von untergeordneten Systemen und die Strukturbildung zum selben naturwissenschaftlichen Gebiet. Und weil die Struktionsspirale mit einer verblüffender Präzision zur Position des Gleichgewichtsorgans passte, stellte ich mir die grundlegende Frage: Lässt sich mit der ζ_4 -Funktion, dem Dezimalsystem und der Zahl 24 die Gravitationskonstante numerisch repräsentieren (Abb. E - G)?

$$\zeta_{4(n=24)} = 1/1^4 + 1/2^4 + 1/3^4 + 1/4^4 + 1/5^4 + 1/6^4 + 1/7^4 \dots + 1/24^4 = 1,08230058627172\dots$$

$\zeta_{4(n=24)} \approx 1,0823$ Die Kombination mit der Potenz 24: $\zeta_{4(n=24)}^{24} \approx 6,6734$ passt doch recht gut zur Gravitationskonstante $G \approx 6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg}\cdot\text{s}^2$ (Wikipedia, 2015) $\approx 6,6743 \cdot 10^{-8} \text{ dm}^3/\text{kg}\cdot\text{s}^2$ oder $\approx 6,6743 \cdot 10^{-8} \text{ dm}^3/\text{dm}^3\cdot\text{s}^2 \approx 6,6743 \cdot 10^{-8}/\text{s}^2$.

Da biologische Strukturen vorwiegend aus Wasser bestehen, wurde hier das „kg“ durch „dm³“ ersetzt.

$$\text{Zähler: } \zeta_{4(n=24)}^{24} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$\text{Nenner: } 10^8$$

$$G_{(\text{minute})} = \zeta_{4(n=24)}^{24} \cdot (6^2/10^6) \cdot \text{min}^{-2}$$

$$G_{(\text{hour})} = \zeta_{4(n=24)}^{24} \cdot (6^4/10^4) \cdot \text{h}^{-2}$$

$$G_{(\text{day})} = \zeta_{4(n=24)}^{24} \cdot (24^2 \cdot 6^4/10^4) \cdot \text{d}^{-2}$$

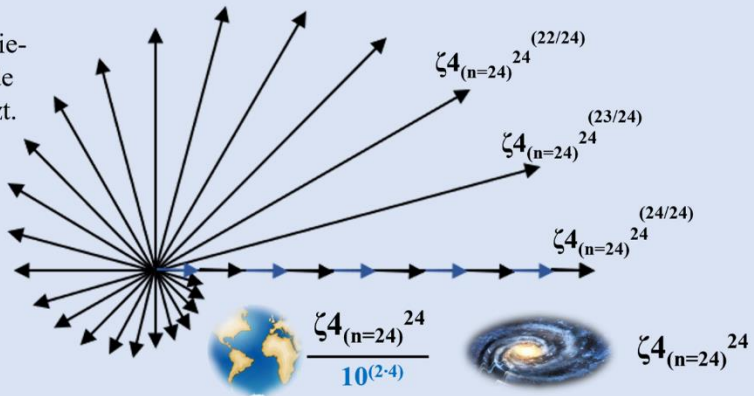


Abbildung E: Die numerische Gravitationskonstante G_n . Der aus Wikipedia übernommene Wert für $G = G_{\text{Wiki}} = 6,6743 \cdot [\text{m}^3/10^{11}\text{kg}\cdot\text{s}^2]$ enthält als Zähler das Volumen (m^3) und als Nenner den Faktor 10^{11} sowie die Masse (Kg) mal die Zeit im Quadrat (s^2). Werden anstelle von 1 m^3 passender 1000 dm^3 eingesetzt weil der Mensch volumenmässig vor allem aus Wasser besteht und $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ kg}$ entspricht, dann lässt sich das Kg raus kürzen. Es verbleibt $G_{\text{Wiki}} \approx 6,6743/10^8 \cdot \text{s}^{-2}$. Wird beim stehenden Menschen die auf ihn wirkende Gravitation als ein stabiles Momentum angesehen, weil sich seine Körperstruktur dagegen stellt, dann kann der Beschleunigung (s^2) der Wert 1 zugeordnet werden ($\text{s}^2 = 1$) bzw. der Nenner enthält dann nur noch das aus den Fingern entstandene Dezimalsystem – $10^8 = (1+2+3+4)^{(2-4)}$ – als konstante Referenz. Wird diese Referenz weggelassen, weil es im Weltraum keine Finger gibt, dann verbleibt $G_{\text{Wiki}/n} \approx 6,6743$. Da dieser Wert doch schon recht gut zum gerundeten Wert von $\zeta_{4(n=24)}^{24} \approx 6,6734$ passt, wird ab hier der Wert $\zeta_{4(n=24)}^{24}$ als numerische Gravitationskonstante G_n bezeichnet.

2015 stand in Wikipedia geschrieben, dass der vorgegebene Wert für G nur für die ersten drei Stellen hinter dem Komma gesichert sei. Daher suchte ich nach der aktuellsten Übersichtsarbeit zu empirisch ermittelten Werten für G_e . Ich fand eine solche Arbeit von S. SCHLAMMINGER, J.H. GRUNDLACH und R.D. NEWMAN 2015 im Journal PHYSICAL REVIEW D. Sie präsentierten 21 Messwerte zu G_e aus 12 Messzentren. Eine genauere Betrachtung dieser Arbeit belegt jedoch, dass sie einen ärgerlichen methodischen Fehler (Bias) enthält (**Abb. F**) und wenn dieser entfernt wird, sowie die über das Ohr gelegte Struktionsspirale (ζ_4 -Struktionsspirale) auf ein numerisches Bild von Gravitationswellen überlagert wird, dann kommen selbst Professoren für Physik ins Staunen (**Abb. G**).

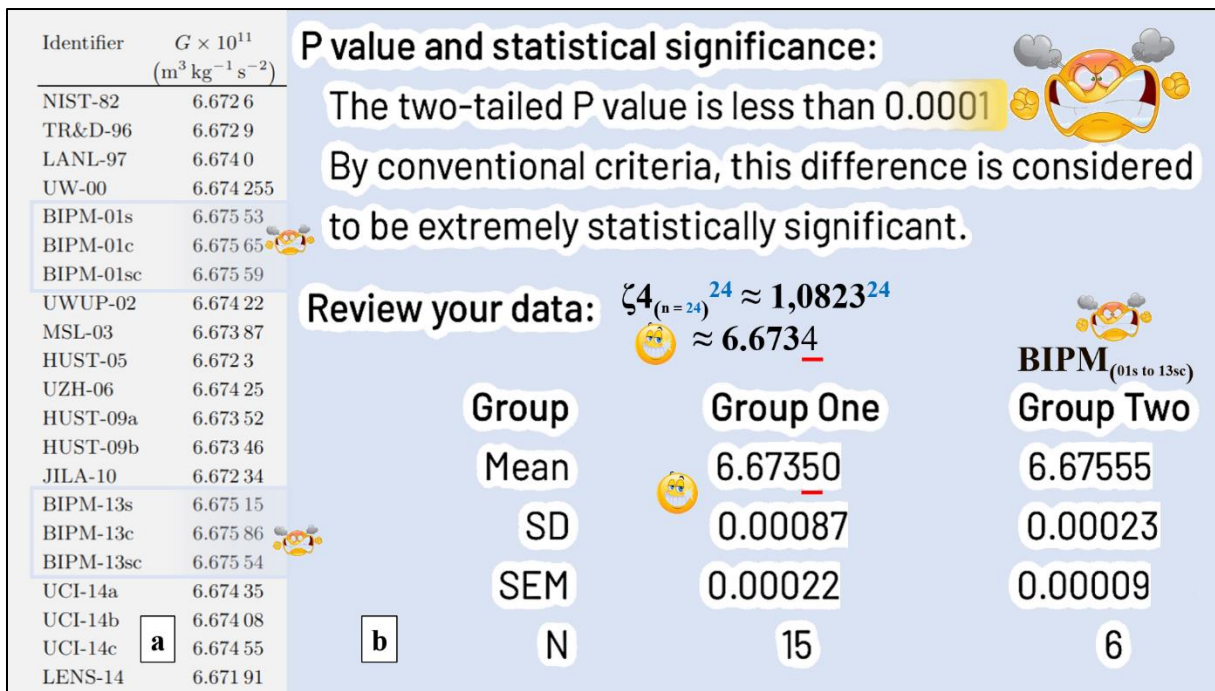


Abbildung F: 21 evaluierte Werte für die Gravitationskonstante. (a) zeigt die von Schlaminger et al. (2015) gesammelten Messwerte für G_e aus zwölf Messzentren. (b) zeigt einen statistischen Vergleich, welcher belegt, dass sich die Werte aus der Messstation BIPM höchst signifikant von allen anderen unterscheiden und daher als „Ausreisser“ vom restlichen Datenpool auszuschliessen sind. Ohne die Werte aus der Messstation BIPM passt der Mittelwert der empirisch ermittelten Werte $\mu_{G_e} \approx 6,673(5)$ mit einer ausgezeichneten Vertrauenswürdigkeit zu meinem berechneten Wert $G_n \approx 6,6734$

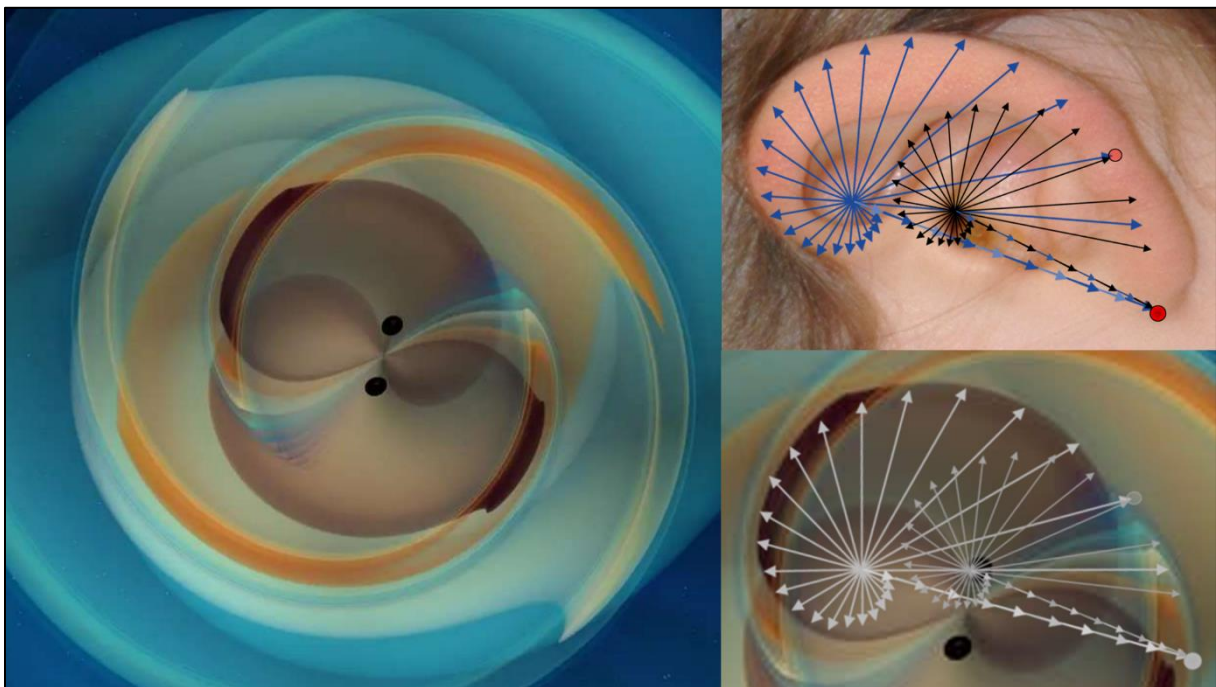


Abbildung G: Das schwarze Loch im Ohr. Die aus dem Rensselaer Polytechnic Institut stammende Abbildung zeigt numerisch zwei sich umkreisende Schwarze Löcher, deren Gravitationswellen genauso zu der hier überlagerten Struktionsspirale passt, wie die Überlagerung der Struktionsspirale zu den anatomischen Strukturen des Ohres meines Sohnes.

2017/18 erkannte ich, wie sich mit der Struktionszahl ($S \approx 1,082$) im Fernröntgenbild sechs geklusterter Winkel – Struktions-Winkel – erkennen lassen und wie sich diese verlässlich zu drei unterschiedlichen Unterkiefergrößen – Norma Klasse II = klein; Norma Klasse I = mittel; Norma Klasse III = groß - zuordnen lassen (Abb. H).

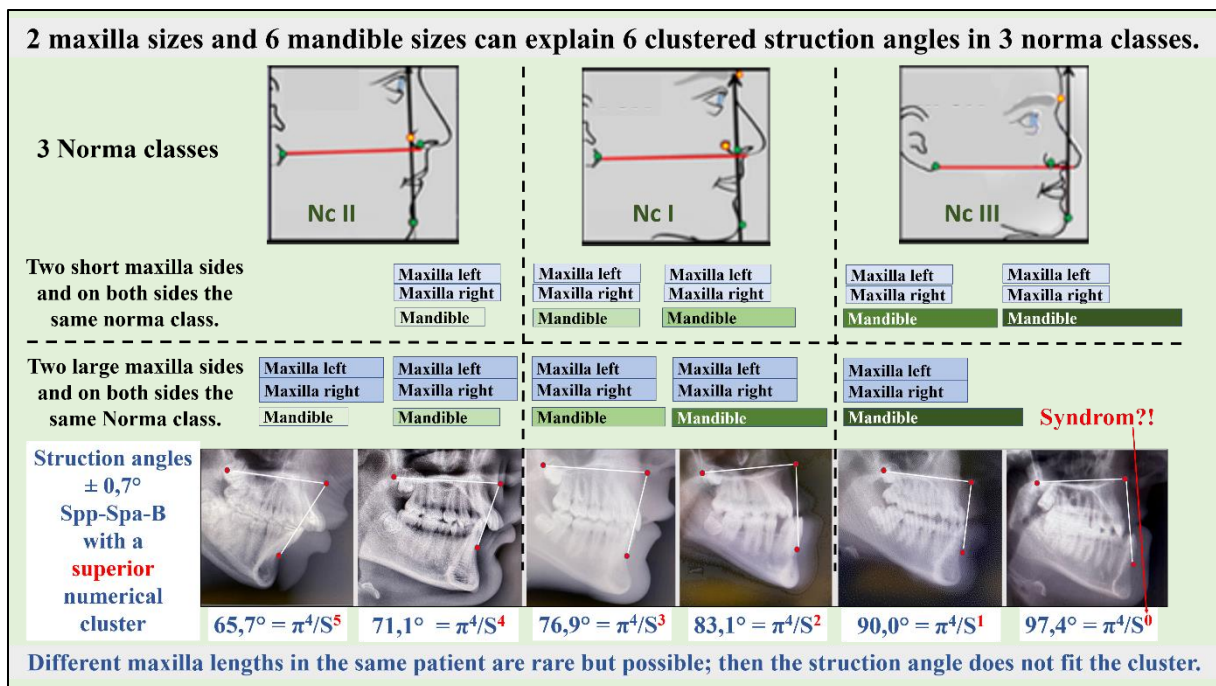


Abbildung H: Die Struktionswinkel. Die Abbildung zeigt den Zusammenhang zwischen einer dreiteiligen Unterkiefergrößen-Klassifikation (Norma-Klassen I, II und III) sowie fünf durch die ζ_4 -Funktion repräsentierbaren geklusterter Unterkiefergrößen.

Die Entdeckung, dass eine universelle Gesetzmäßigkeit zu unterschiedlichen Okklusionen führt, führte unter anderem auch zu der Frage des Behandlungsbedarfs von Zahnsparren: *Ab wann ist eine Zahnsparre „nicht nötig“, „empfehlenswert“ oder „nötig“?* Da mir diese und andere Fragen im Verlaufe meines Wissenschaftsstudiums von 2018 bis 2021 an der Danube Privat Universität in Krems immer wieder gestellt wurden, ich sie aber erst nach der Dissertation plausibel und einfach beantworten konnte, habe ich diese und weitere häufig gestellte Fragen in den Nachworten auf den letzten Seiten im Anschluss an die Folien zur Prüfung Rigorosum beantwortet.

Die folgende philosophische Dissertation erhielt summa cum laude (dies ist gemäß Wikipedia (2021) in der Zahnmedizin sehr selten – 2% –). Sie bestätigt eine über 70 Jahre nie hinterfragte Prämisse und entlarvt einen durch den Zweiten Weltkrieg verfälschten Normwert von W. Bolton (1958), welcher heute noch in der Zahnmedizin genutzt wird.

Also dann; bis die Tage (x·24)

Martin vom Brocke



DANUBE PRIVATE UNIVERSITY
Fakultät Medizin/Zahnmedizin

DISSERTATION

KRITISCHE BEWERTUNG DER NORMWERTE VON W. BOLTON BEI WEIßEN PATIENTEN MIT ZAHNFEHLSTELLUNGEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON SEITENUNTERSCHIED, UNTERKIEFERGRÖßE UND GESCHLECHT

zur Erlangung des akademischen Grades
„Doctor of Philosophy“, abgekürzt „PhD“

ausgeführt an der Fakultät für Medizin/Zahnmedizin der
Danube Private University

vorgelegt von
Dr. med. dent. Martin vom Brocke M.Sc.
aus 4563 Gerlafingen (CH)

Betreuer:

Univ. Prof. Mag. Dr. Ph.Dr. Wilhelm Frank MLS

Widmung an meinen Sohn Joel Helge:

*Danke lieber Joel,
dass ich 12 Jahre lang Deine dento-faziale Entwicklung fotografieren
und die Fotos für diese Arbeit nutzen durfte.*

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | EINLEITUNG | 1 |
| 1.1 | Basiswissen zur Kieferorthopädie | 1 |
| 1.2 | BOLTONs Normwerte..... | 5 |
| 1.3 | BOLTONs Unsicherheitsfaktoren..... | 9 |
| 1.3.1 | Zur Ethnie | 9 |
| 1.3.2 | Zur Lateralität | 11 |
| 1.3.3 | Zur Unterkiefer-Zahnbreitensumme..... | 14 |
| 1.3.4 | Zur Geschlechterverteilung | 15 |
| 1.3.5 | Zur Kompensationskurve | 16 |
| 1.3.6 | Zur Zahnbreitenmessmethode | 18 |
| 2 | ZIELE | 19 |
| 2.1 | Vorziel | 19 |
| 2.1.1 | Die Nullhypothese zu den Zahnbreitenmessmethoden..... | 19 |
| 2.2 | Zwischenziele | 19 |
| 2.2.1 | Die drei Nullhypothesen zu den Zahnbreiten..... | 20 |
| 2.2.2 | Die Nullhypothese zu den Zahnbreitensummen | 20 |
| 2.2.3 | Die Nullhypothese zu den Zahnbreitensummenverhältnissen | 20 |
| 2.3 | Hauptziel | 20 |
| 2.3.1 | Die Nullhypothese zu den Normwerten von BOLTON (1958) | 20 |
| 2.4 | Nachziel | 21 |
| 2.4.1 | Die Nullhypothese zu den Normwerten von MACHADO ET AL. (2019) | 21 |
| 3 | METHODEN | 22 |
| 3.1 | Voruntersuchungen zur Unterkiefergröße | 22 |
| 3.2 | Studiendesign | 29 |
| 3.3 | Datenerfassung und Zuteilungen | 31 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.3.1 | Die automatische Zahnbreitenmessung durch die Software SW _{2.0} [®] | 31 |
| 3.3.2 | Die manuelle Zahnbreitenmessung am Bildschirm..... | 31 |
| 3.3.3 | Die Messfehleranalyse..... | 32 |
| 3.3.4 | Die Einteilung der Unterkiefergrößen..... | 33 |
| 3.3.5 | Die Vergleiche der Zahnbreiten..... | 34 |
| 3.3.5.1 | Erstens: Zahnbreitenvergleiche zwischen gleichen Zahntypen..... | 34 |
| 3.3.5.2 | Zweitens: Zahnbreitenvergleiche zwischen homologen Antagonisten..... | 34 |
| 3.3.5.3 | Drittens: Zahnbreitenvergleiche zwischen benachbarten Zähnen..... | 34 |
| 3.3.6 | Die Berechnung der Zahnbreitensummen und ZBSVse..... | 35 |
| 3.4 | Datenauswertung..... | 36 |
| 4 | ERGEBNISSE..... | 38 |
| 4.1 | Zur Messfehleranalyse..... | 38 |
| 4.2 | Zur Datenverteilung..... | 39 |
| 4.3 | Zu den Zahnbreiten..... | 40 |
| 4.3.1 | Vergleiche von einzelnen Zahntypen..... | 40 |
| 4.3.2 | Vergleiche von homologen antagonistischen Zähnen..... | 42 |
| 4.3.3 | Vergleiche von benachbarten Zähnen im Oberkiefer und Unterkiefer..... | 43 |
| 4.3.3.1 | Zahnbreitenunterschiede von benachbarten Zähnen im Oberkiefer..... | 43 |
| 4.3.3.2 | Zahnbreitenunterschiede von benachbarten Zähnen im Unterkiefer..... | 44 |
| 4.4 | Zu den lateralen Zahnbreitensummen [LZBSn]..... | 45 |
| 4.5 | Zu den lateralen Zahnbreitensummenverhältnissen [LZBSVsen]..... | 47 |
| 4.6 | Zu den Vergleichen mit BOLTONs AR und OR..... | 49 |
| 4.7 | Zu den Vergleichen mit MACHADO ET AL.s AR und OR..... | 51 |
| 5 | DISKUSSION..... | 53 |
| 5.1 | Zur Evidenz..... | 53 |
| 5.2 | Zu den Zahnbreiten, Zahnbreitensummen und -Verhältnissen..... | 55 |
| 5.3 | Zu BOLTONs Normwerten..... | 61 |
| 5.4 | Zur praktischen Relevanz von neuen Normwerten für LZBSVse..... | 66 |

| | | |
|-----------|----------------------------------|-----------|
| 6 | SCHLUSSFOLGERUNGEN | 79 |
| 7 | LITERATURVERZEICHNIS..... | 80 |
| 8 | ZUSAMMENFASSUNG | 95 |
| 9 | ABSTRACT | 96 |
| 10 | ANHANG | 97 |
| 10.1 | Tabellenverzeichnis | 97 |
| 10.2 | Abbildungsverzeichnis | 98 |
| 10.3 | Abkürzungsverzeichnis | 100 |
| 10.4 | Ehrenwörtliche Erklärung..... | 101 |

1 EINLEITUNG

1.1 Basiswissen zur Kieferorthopädie

Die Kieferorthopädie ist eine zahnärztliche Disziplin, welche versucht Zahnfehlstellungen bereits vor ihrer Entstehung zu verhindern, oder diese korrigiert, wenn sie sich bereits etabliert haben. Aus diesem Grund müssen Kieferorthopäden unter anderem auch wissen, wie sich gewöhnliche und ungewöhnliche Zahnbreiten [ZBn], Zahnbreitensummen [ZBSn] sowie intermaxilläre Zahnbreitensummenverhältnisse [ZBSVse] voneinander unterscheiden lassen.

Das Unterscheiden von gewöhnlichen und ungewöhnlichen ZBn, ZBSn und ZBSVsen ist während des Zahnwechsels wegen den unterschiedlichen Zahnfarben von Milchzähnen und bleibenden Zähnen relativ trivial. Davor und danach gibt es jedoch neben Asymmetrien oder Dunkelstellen kaum Anhaltspunkte, um allein mittels Blickdiagnose ungewöhnliche ZBn, ZBSn und ZBSVse erkennen zu können. Während des Zahnwechsels ist das Wissen um die Zahndurchbruchszeiten der permanenten Zähne bezüglich der ZBSVse insofern von Bedeutung, als dass es bei Nichtanagen von permanenten Zähnen dazu kommt, dass der über der Nichtanlage stehende Milchzahn nicht verloren geht, was wiederum zu einem ungewöhnlichen ZBSV und dadurch zu einer ungewöhnlichen Verzahnungen [Okklusion] führt (**Abb.1**).

Abbildung 1! Der Zahnwechsel im Alter zwischen sechs und zwölf Jahren.



Quelle zur Abbildung 1: Die eigene Abbildung zeigt je einen Zeitpunkt in den fünf unterschiedlichen Dentitionsphasen beim Zahnwechsel des Sohnes des Autors: Das Milchgebiss [MG]; das Wechselgebiss I [WG I]; die Ruhephase [RP]; das Wechselgebiss II [WG II]; die permanente Dentition [PD].

Bis etwa zum Alter von sechs Jahren besteht das menschliche Gebiss aus 20 Milchzähnen. In der Wechselgebiss-Phase I [WG I] – im Alter von ca. sechs bis neun Jahren – werden die Inzisiven ausgetauscht. Darauf folgt etwa ein Jahr lang eine Ruhephase des Zahnwechsels. Die Wechselgebiss-Phase II [WG II] beginnt ca. im Alter von zehn und endet häufig im Alter von zwölf Jahren, wobei Abweichungen der Zahn-Durchbruchzeiten von bis zu zwei Jahren noch physiologisch sind ([LEIST, 2005](#)). Der Durchbruch der 12-Jahres-Molaren – 17, 27, 37 und 47 – komplementiert das reguläre Gebiss von 28 Zähnen ohne die Weisheitszähne.

Laien können zwar den Bedarf zur Korrektur von Zahnfehlstellungen anhand von Asymmetrien und dunklen Dreiecken im Frontzahnbereich selber einschätzen ([KLOCKE, 2007](#)), jedoch kennen sie eher selten die Ursache/n für die bestehende/n Zahnfehlstellung/en und sie können keinen konkreten Therapievorschlag machen.

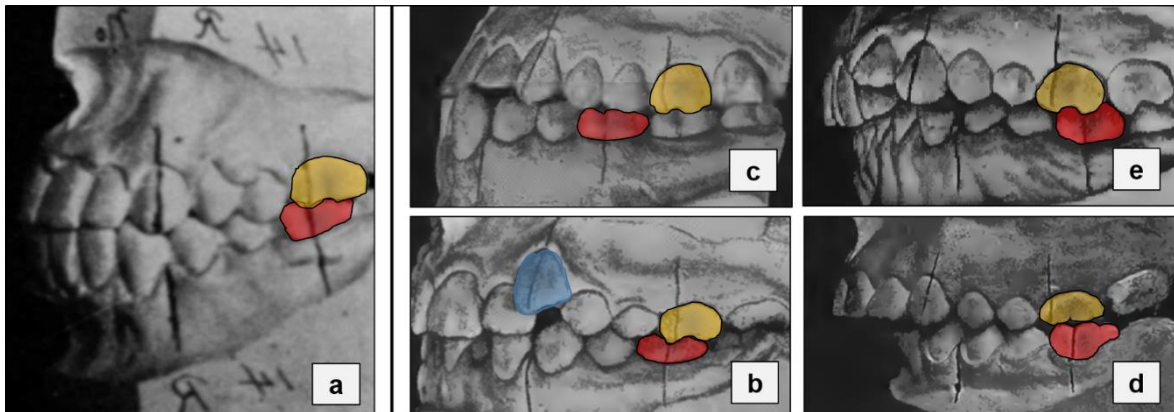
Daher ist es für die Vertrauensbildung mit dem Patienten hilfreich, wenn der Kieferorthopäde als erstes nur den auffälligsten Frontzahnbefund als Frontzahndiagnose formuliert und mögliche Ursachen anspricht, bevor er Befundunterlagen erstellt.

Gut bekannte *direkt* durch den Patienten verschuldete Ursachen von Zahnfehlstellungen sind zum Beispiel Zungendysfunktionen, Habits mit der Schoppenflasche und/oder Daumenlutschen ([COZZA ET AL., 2005](#); [FILIPPI ET AL., 2015](#)).

Gut bekannte *indirekt* erworbene Ursachen von Zahnfehlstellungen sind zum Beispiel Kiefer- oder Zahndeformationen durch Gendefekte, Spätfolgen nach Traumata oder Milchzahnkaries, welche sich im Milchgebiss, im WG I, im WG II oder erst im bleibenden Gebiss manifestieren können ([VAN WAES UND STÖCKLI, 2001](#)).

Der aus den Befundunterlagen hervorgehende kieferorthopädische Therapievorschlag richtet sich in der Regel nach der Ursache und der daraus resultierenden Diagnose "Malokklusion", welche unterschiedlich stark von der "Normokklusion" nach [E. ANGLE](#) aus dem Jahr 1899 abweichen kann ([ANGLE, 1899, 1906, 1907](#)). Die Diagnose "Malokklusion" wird gestellt, wenn der mesio-bukkale Höcker des ersten Molaren im Oberkiefer [M₁] über der bukkalen Fissur des ersten Molaren im Unterkiefer [m₁] zu liegen kommt [Angle Klasse I = Normokklusion] und gleichzeitig eine Störung der Zahneinreihungen [Alignments] vorhanden ist, oder eine Angle Klasse II/1 bzw. II/2 (zwei unterschiedliche Distalbiss-Varianten) oder eine Angle Klasse III [Mesialbiss] gegeben sind. Beim Mesialbiss liegt die bukkale Fissur von m₁ mesial und bei den Distalbissen distal des mesio-bukkalen Höckers von M₁ (**Abb. 2**).

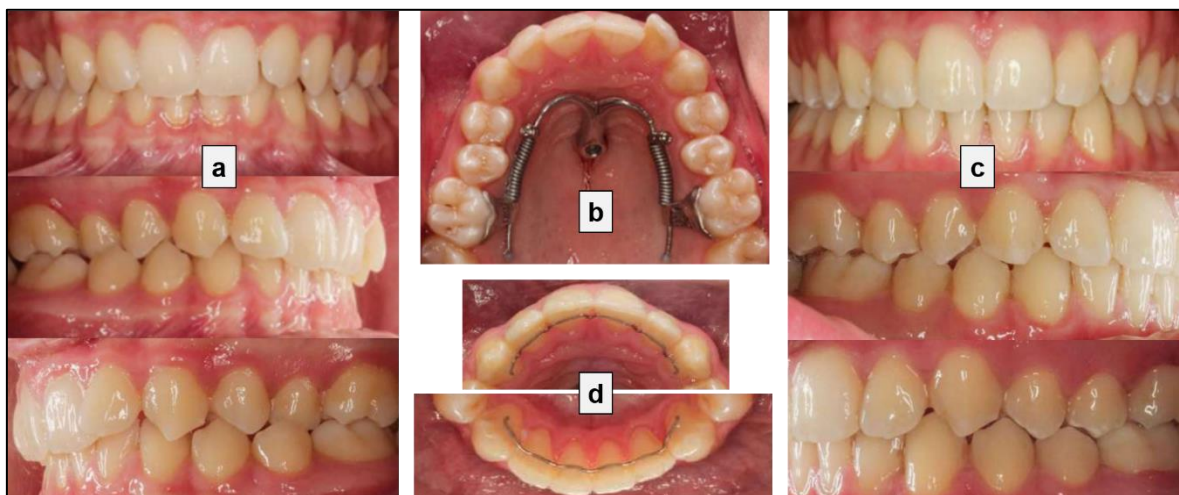
Abbildung 2! Die Normokklusion und die Malokklusion nach **ANGLE** (1899).



Quellen zur Abbildung 2: Die Abbildungen (a) bis (e) aus **ANGLE** (1906 (a); 1907 (b bis e)) – hier farblich ergänzt – beschreiben seine “dreiteilige” Biss-Klassifikation in Bezug zum ersten oberen Molaren [M_1]. Er empfahl M_1 als Referenz für die sagittale Position des Unterkieferzahnbogens. So ergibt sich mit M_1 in Bezug zum ersten Molaren im Unterkiefer [m_1] eine Normokklusion [Angle Klasse I], wenn der mesio-bukkale Höcker von M_1 die mesio-bukkale Fissur von m_1 bedeckt und gleichzeitig keine Zahnfehlstellung vorliegt (a). Die Abbildung (b) zeigt eine Malokklusion vom Typ der Klasse I mit einem ektopischen Eckzahn 23. Die Abbildung (c) zeigt eine Malokklusion vom Typ der Klasse III. Die Abbildung (d) zeigt eine Angle Klasse II/1 bzw. die Abbildung (e) zeigt eine Angle Klasse II/2.

Die Grenzen zwischen den Angle Klassen sind nicht genauer definiert, weshalb es Autoren gibt, welche auch von einer Tendenz hin zu einer Angle Klasse – z.B.: Eine tendenzielle Angle Klasse II – sprechen (**SCHÄTZLE ET AL., 2020**) (Abb. 3).

Abbildung 3! Ein frontaler Tiefbiss mit einer tendenziellen Angle Klasse II.

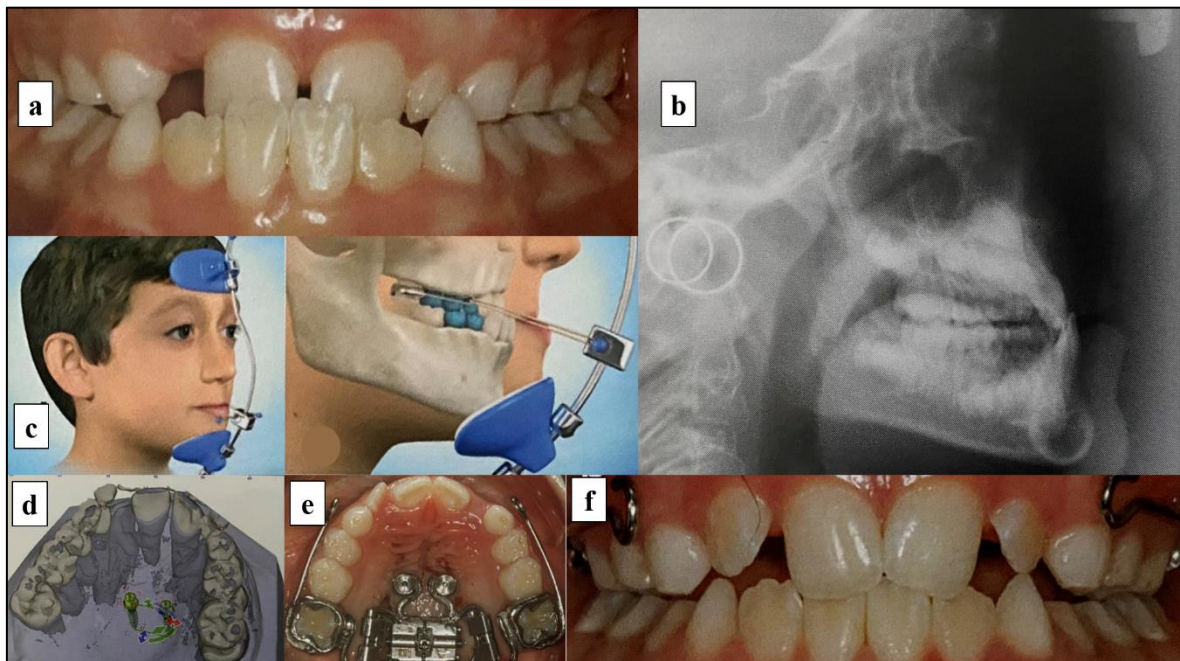


Quelle zur Abbildung 3: Die Abbildungen (a) bis (d) aus **SCHÄTZLE ET AL.** (2020) zeigen mit der Abbildung (a) einen prätherapeutischen Tiefbiss in Kombination mit einer tendenziellen Angle Klasse II. Die Abbildung (b) zeigt die eingesetzte Apparatur zur Distalisation der Oberkieferseitenzähne mit einer Gaumenimplantat-Verankerung. Die Abbildung (c) zeigt das posttherapeutische Frontzahn-Resultat und den aufgelösten Kreuzbiss im Bereich der zweiten Prämolaren. Die Abbildung (d) zeigt einen Drahtretainer im Oberkiefer und Unterkiefer zur Stabilisation des erreichten Resultats.

Andere Autoren helfen sich in puncto Präzision der Angle Klassifikation, indem sie zur Beschreibung der Okklusionssituation ein Fernröntgenbild [FR-Bild] hinzufügen und dann von einer Bisslage I, II oder III nach Angle sprechen (SCHNABEL ET AL., 2016a; SCHNABEL ET AL., 2016b), dies obschon die ersten FR-Geräte erst ab 1931 und somit nach dem Tod von EDWARD HARTLEY ANGLE († 11. August 1930, USA) in der Kieferorthopädie bekannt wurden (HOFRATH, 1931; BROADBENT, 1931).

Wieder andere Autoren verfeinern die Angle Klassifikation, indem sie für die Diagnose eine Formulierung wählen wie „... eine Klasse $\frac{1}{4}$ Pb mesial Verzahnung bei den Molaren... (PAZERA, 2020)“; wobei Pb Prämolarenbreite bedeutet (Abb. 4).

Abbildung 4! Ein frontaler Kreuzbiss mit einer $\frac{1}{4}$ Pb mesial Verzahnung bei den Molaren.

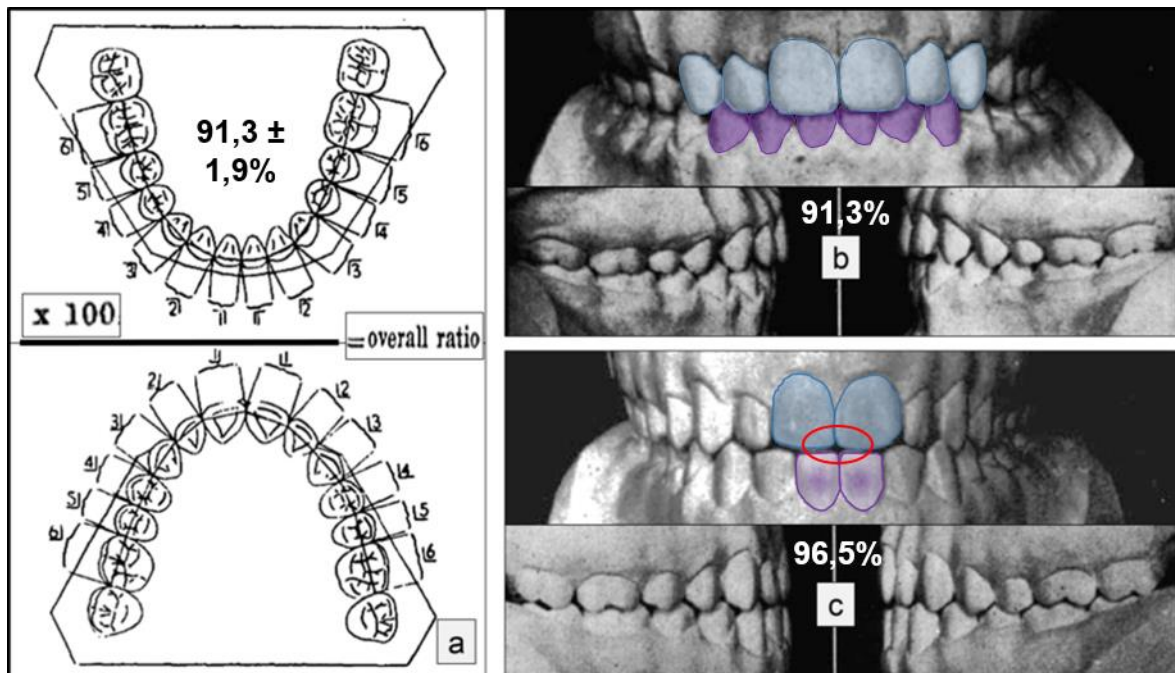


Quelle zur Abbildung 4: Die Abbildungen (a) bis (f) aus PAZERA (2020) zeigen mit der Abbildung (a) den prätherapeutischen frontalen Kreuzbiss bei einem acht jährigen Knaben. Die Abbildung (b) zeigt dessen FR-Bild. Die Abbildung (c) zeigt das Behandlungsprinzip mit einer Delaire-Maske/Reverse Headgear-Apparat. Diese hat zum Ziel die kindliche Oberkieferbasis nach mesial zu verschieben und gleichzeitig das Wachstum des Unterkiefers zu hemmen. Die Abbildung (d) zeigt einen DVT/DICOM-Datensatz welcher mit einem Oberkiefer STL-SCAN virtuell zur Positionsplanung der im Gaumen verankerten Minischrauben überlagert wurde. Die Abbildung (e) zeigt die Headgear-Apparat insitu. Die Abbildung (f) zeigt den korrigierten Kreuzbiss nach einem Vorschub der Oberkieferdentition um eine $\frac{1}{4}$ Prämolarenbreite. Welche Prämolaren hier gemeint sind, ist unklar.

1.2 BOLTONS Normwerte

1958 machte [WAYNE BOLTON](#) darauf aufmerksam, dass sich Malokklusionen bei ungewöhnlich großen oder kleinen ZBSVsen – er nannte solche ZBSVse: “*disharmonisch*” – nicht mehr problemlos in eine Normokklusion überführen lassen. Um Normwerte und Vertrauensintervalle für “harmonische” intermaxilläre Front-ZBSVse und Gesamt-ZBSVse zur Verfügung zu haben, hatte er Gipsmodelle von elf unbehandelten und 44 behandelten Fällen mit “exzellenten” Normokklusionen gesammelt. Hundert Mal die untere Front-ZBS geteilt durch die obere Front-ZBS nannte er die Anterior Ratio [AR]; seine mittlere AR betrug $AR_{\mu} = 77,2\% \pm 1,7\%$. Hundert Mal die untere Gesamt-ZBS geteilt durch die obere Gesamt-ZBS nannte er die Overall Ratio [OR]; seine mittlere OR betrug $OR_{\mu} = 91,3\% \pm 1,9\%$ (**Abb. 5**).

Abbildung 5 | Der Mittelwert [μ] und die erste Standardabweichung von [BOLTONs](#) OR.



Quelle zur Abbildung 5: Die Abbildungen (a) bis (c) aus [BOLTON \(1958\)](#) – hier farblich ergänzt – zeigen mit der Abbildung (a) das Berechnungsprinzip der Overall Ratio [OR] aus der unteren Gesamt-ZBS geteilt durch die obere Gesamt-ZBS. Er eruierte für die OR einen Mittelwert [Normwert] von $OR_{\mu} = 91,3\%$. Seine erste Standardabweichung betrug $\pm 1,9\%$, wodurch sich ein Vertrauensintervall von 87,5% bis 95,1% errechnet. Die Abbildung (b) zeigt ein harmonisches ZBSV der ersten zwölf permanenten Zähne mit einer OR von 91,3% mit passenden Frontzähnen nach Einreihung der Zähne. Die Abbildung (c) zeigt ein disharmonisches ZBSV der ersten zwölf permanenten Zähne mit einer OR von 96,5%. Hier lag nach der Einreihung der Zähne in eine Angle Klasse I ein Kopfbiss der lateralen Inzisiven und ein kleiner vertikal offener Biss der zentralen Inzisiven vor.

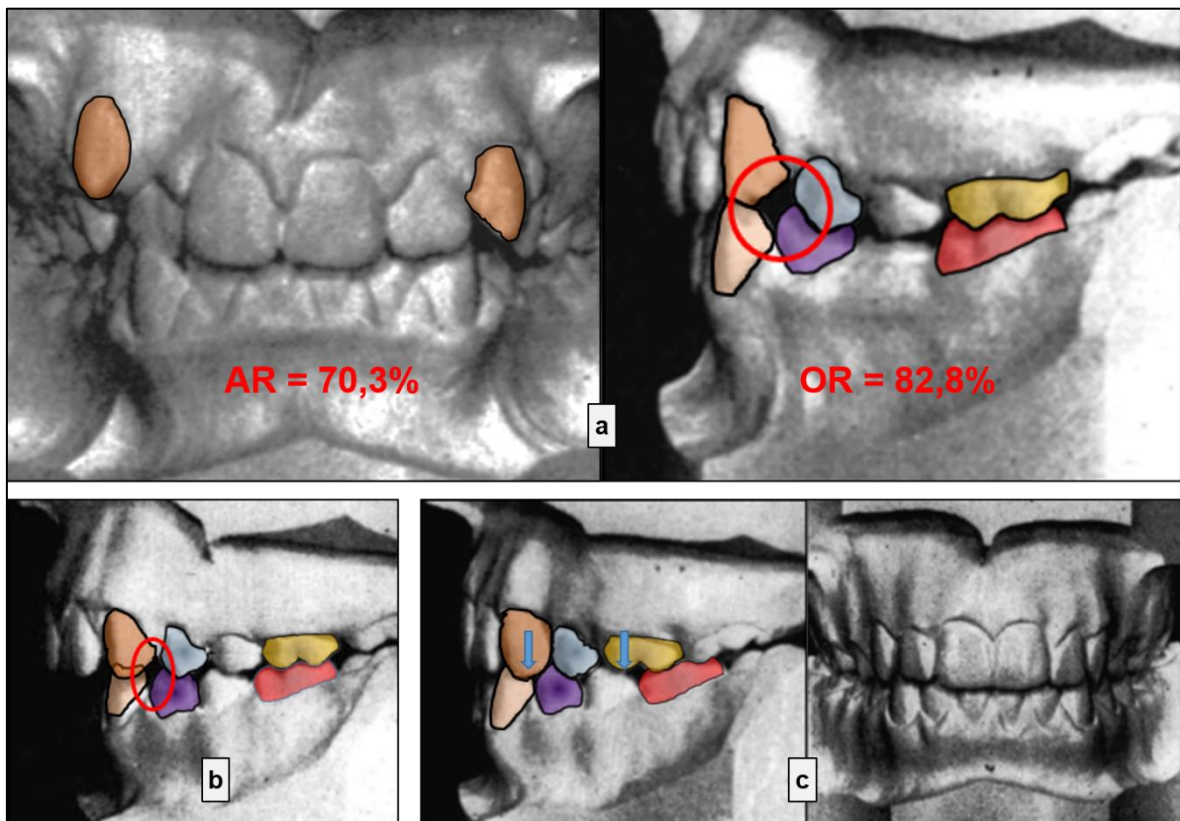
Ob die erste oder die zweite Standardabweichung von **BOLTONs** AR und OR von größerer klinischer Bedeutung ist, ist unklar, weil sich diesbezüglich anerkannte Autoren uneinig sind:

Einige Kieferorthopäden sind der Ansicht, dass die von **BOLTON** 1958 eruierte erste Standardabweichung für die OR ($\pm 1,9\% \approx \pm 0,9$ mm ZBS-Diskrepanz zwischen der Oberkiefer ZBS und der Unterkiefer ZBS) als Schwellenwert für die Diagnose "disharmonisches ZBSV" bereits ausreichend ist (**BOLTON, 1962; ARAUJO UND SOUKI, 2003; AKAYALCIN ET AL., 2006; OTHMAN UND HARRADINE, 2007**).

Andere Kieferorthopäden hingegen finden, dass aus klinischer Sicht die Diagnose "disharmonisches ZBSV" eher erst ab der zweiten Standardabweichung für die OR ($\pm 3,8\%, \approx \pm 1,8$ mm ZBS-Diskrepanz zwischen der Oberkiefer ZBS und der Unterkiefer ZBS) gestellt werden sollte (**CROSBY UND ALEXANDER, 1989; FREEMAN ET AL., 1996; SANTORO ET AL., 2000; UYSAL ET AL., 2005; ENDO ET AL. 2008**).

Anhand von Fallvorstellungen belegte **BOLTON** (1958), wie es bei Vorliegen einer zu großen ZBSVsen (s. Abb. 5c) oder einer zu kleinen ZBSVsen (s. folgendes Beispiel, Abb. 6) praktisch unmöglich ist, eine Normokklusion einzustellen. Zum Beispiel hatte einer seiner Patienten eine verkleinerte OR von 82,8% und eine verkleinerte AR von 70,3% – die untere Grenzen seines Vertrauensintervalls betragen für die OR 87,5% bzw. für die AR 73,8% –. Bei diesem Patienten stellte er als erstes bei den Molaren eine Angle Klasse I ein und nivellierte dann das Alignment. Prinzipiell wäre nun eine Normokklusion erreicht, wenn auch die Eckzahnverzahnung vertrauenswürdig wäre. **BOLTON** nahm damals im Sinne einer latenten Prämisse an, dass die unteren ZBSn häufiger variieren als die oberen ZBSn (Zähler = Variable; Nenner = Konstante), weshalb für ihn – wie hier vermutet wird – die Ursache für den verbliebenen Overjet [OJ] die zu kleinen Unterkieferzähne gewesen sein mussten. Er korrigierte den OJ kompensatorisch durch die Extraktion der zweiten Prämolaren im Oberkiefer und anschließendem Lückenschluss durch Mesialisation der ersten oberen Molaren sowie Distalisation der ersten oberen Prämolaren und der oberen Frontzähne. Das Resultat waren abgestützte Frontzähne und keine dunklen Lücken im sichtbaren Bereich. Auch wenn ein solches Resultat wegen der Okklusion der Molaren einer Angle Klasse II entspricht und daher prinzipiell noch als Malokklusion bezeichnet wird, so standen bei dieser Fallvorstellung zumindest die Eckzähne in einer Angle Klasse I und es lag ein ästhetisch ansprechendes Resultat vor (**Abb. 6**).

Abbildung 6 Eine Fallvorstellung von BOLTON (1958) mit einer zu kleinen AR und OR.



Quelle zur Abbildung 6: Die Abbildungen (a) bis (c) aus BOLTON (1958) – hier farblich ergänzt – zeigen mit der Abbildung (a) die Ausgangsmole einer permanenten Dentition mit ektopischen oberen Eckzähnen als Frontzahndiagnose und disharmonischen ZBSVsen – AR = 70,3% sowie OR = 82,8% – sowie einer Angle Klasse I im Bereich der ersten Molaren. Die Abbildung (b) zeigt die Zwischenmodelle nach Korrektur und Begradigung der Alignments im Oberkiefer und Unterkiefer sowie dunkle "Dreiecke" im sichtbaren Bereich distal der Eckzähne (rot eingekreist). Auch hier stehen nur die ersten Molaren und nicht auch die Eckzähne in einer Angle Klasse I. Die Abbildung (c) zeigt die Schlussmodelle mit Status nach Extraktion der zweiten Prämolaren im Oberkiefer und Lückenschluss. Es resultierten eine Angle Klasse I im Eckzahnbereich aber eine Angle Klasse II im Molarenbereich sowie eine gefällige Frontzahnsituation mit "harmonisierteren" ZBSVsen.

Nach bestem Wissen ist nicht bekannt, weshalb BOLTON kaum eingehendere Kommentare zur Posterior Ratio [PR] ($PR = \text{Hundert Mal die untere Seiten-ZBS geteilt durch die obere Seiten-ZBS}$) gemacht hat und es stellt sich die Frage: Was wäre, wenn sich kieferorthopädische Therapie-Vorschläge besser nach den getrennt ermittelten Werten für die AR und die PR und nicht nach der OR richten würden?

Diese kritische Frage darf gestellt werden, weil Zahlenbeispiele belegen können, dass sich der Wert für die OR nicht direkt aus den Werten für die AR und PR berechnen lässt: Die $OR \neq (AR + PR)/2$.

Neben dieser auf einer mathematischen Tatsache beruhenden Ungewissheit lassen sich in [BOLTONS](#) Studie (1958) sechs weitere literarisch belegbare Ungewissheiten [Informationslücken = Unsicherheitsfaktoren] ausmachen, welche seine Mittelwerte für die AR und OR verfälschen bzw. Bias sein könnten – Bias sind versteckte methodische Fehler ([PANDIS, 2014](#)) –. Die literarischen Belege dazu siehe Kapitel 1.3.

Erstens: Es blieb ungewiss, ob alle Patienten von der gleichen kollektiven Identität oder Abstammung gewesen waren: Die Ethnie als ein Unsicherheitsfaktor.

Zweitens: Es blieb ungewiss, ob es bei den Gebissen seiner Patienten Seitenunterschiede gegeben hatte, welche sich möglicherweise gegenseitig kompensierten: Die Lateralität als ein Unsicherheitsfaktor.

Drittens: Es blieb ungewiss, ob die Patienten seines Untersuchungspools untere ZBSn jeglicher Größe hatten, denn es könnte sein, dass er vor allem Gipsmodelle von Patienten mit einer ganz bestimmten Größe an unteren ZBSn untersucht hatte: Die Unterkiefer-Zahnbreitensumme als ein Unsicherheitsfaktor.

Viertens: Es blieb ungewiss, wie viele Frauen bzw. Männer in [BOLTONS](#) Patientenpool gewesen waren: Die Geschlechterverteilung als ein Unsicherheitsfaktor.

Fünftens: Es blieb ungewiss, ob seine natürlichen in einer Kompensationskurve stehenden Normokklusionen ($OR_{\mu} = 91,1\%$; $AR_{\mu} = 77,6\%$) und seine therapeutisch begründigten Normokklusionen (die Mittelwerte $[\mu]$ für diese OR und für diese AR hatte [BOLTON](#) nicht angegeben) nur zufällig unterschiedliche OR bzw. AR in Bezug zum gesamten Patientenpools hatten ($OR_{\mu} = 91,3\%$; $AR_{\mu} = 77,2\%$). Die Kompensationskurve als ein Unsicherheitsfaktor.

Sechstens: Es blieb ungewiss, ob [BOLTONS](#) Methode zur Messung der Zahnbreiten mittels Stechzirkel auch vertrauenswürdig war, weil er keine Messfehleranalyse gemacht hatte. Die Zahnbreitenmessmethode als ein Unsicherheitsfaktor.

Trotz der vorhandenen Unsicherheitsfaktoren ist die Analyse von [BOLTON](#) bis heute von klinischer Bedeutung, weil anerkannte Autoren empfehlen, die Patienten bezüglich einer eventuell vorhandenen ZBSn-Diskrepanz prätherapeutisch aufzuklären ([PROFFIT UND ACKERMANN, 1986](#); [FREEMAN ET AL., 1996](#); [ALKOFIDE UND HASHIM, 2002](#); [OTHMAN UND HARRADINE, 2007](#)).

1.3 BOLTONS Unsicherheitsfaktoren

Dieses Kapitel beschreibt etwas ausführlicher das aktuelle Wissen zu den sechs zuvor erwähnten Unsicherheitsfaktoren in BOLTONS Studie und weshalb sie Selektions-Bias und/oder Mess-Bias sein könnten.

1.3.1 Zur Ethnie

Seit einigen Jahrzehnten ist bekannt, dass sich die ZBSVse regional unterscheiden können (BAILIT, 1975) und es gibt auch Studien zu Vergleichen von ZBSVsen mit Vorhandensein aller drei Angle Klassen. Zum Beispiel enthüllten diesbezüglich NIE AND LIN (1999) anhand von 300 chinesischen Patienten mit einer Angle Klasse I, II oder III eine mittlere AR_{μ} von 81,5% und eine mittlere OR_{μ} von 93,3%.

So gibt es inzwischen viele Studien mit ethnisch unterschiedlichen Datenpools wie zum Beispiel mit Patienten aus saudi-arabischen (ALKOFIDE AND HASHIM, 2002), peruanischen (BERNABÉ ET AL., 2004) oder schwedischen (REDAHAM AND LAGERSTRÖM, 2004) Populationen, welche signifikante Unterschiede zu BOLTONS Normwerten belegen.

Möglicherweise könnte auch der ethnisch bedingte Hauttyp ein diskriminierender Faktor in puncto ZBSVse sein: So unterscheiden sich zum Beispiel die OR der Weißen ($OR_{\mu} = 92,3\%$) signifikant von den Hispanics ($OR_{\mu} = 93,1\%$) und den Schwarzen ($OR_{\mu} = 93,4\%$) (SMITH ET AL., 2000) (Abb. 7).

Abbildung 7! Drei bekannte Politiker mit unterschiedlicher ethnisch bedingter Hautfarbe.



Quellen zur Abbildung 7: Die aus Wikipedia stammenden Abbildungen zeigen mit der Abbildung (a) Donald Trump (Präsident der USA von 2017 bis 2021) als einen Vertreter der weißen Population. Er hat – wie hier vermutet wird – seine ZBSVse mittels prothetischer Kronen oder Veneers optimiert. Die Abbildung (b) zeigt Alexandria Ocasio-Cortez (seit 2019 jüngste Abgeordnete im Repräsentantenhaus der USA) als eine Vertreterin der hispanischen Population. Die Abbildung (c) zeigt Barak Obama (Präsident der USA von 2009 bis 2017) als ein Vertreter der schwarzen Population.

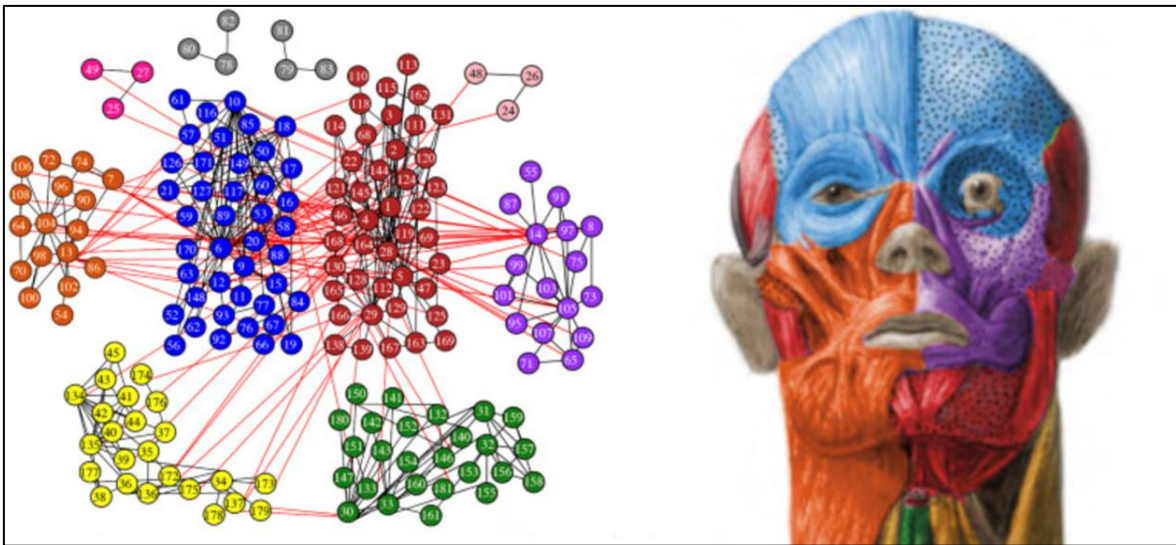
Obschon [SMITH ET AL. \(2000\)](#) mit dem Diskriminationskriterium Hautfarbe Unterschiede in den ZBSVsen enthüllten, hatten sie nichts in Bezug zu ethnisch unterschiedlichen Kieferrelationen erwähnt, welche möglicherweise – wie hier vermutet wird – mit den seit 1931 genutzten Fernröntgenanalysen hätten unterschieden werden können.

In puncto Vergleichen zwischen Gesichtsprofilanalysen und deren ZBSVsen gibt es nach bestem Wissen keine publizierten Normwerte. Möglicherweise ist dem so, weil auch erst seit wenigen Jahren die Nutzbarkeit von fazialen Referenzpunkten intensiver untersucht wird. So liegt zum Beispiel die praxistaugliche Messgenauigkeit der Punkte “Glabella [Gl]“ – prominentester Stirnpunkt zwischen den Augenbrauen –, dem “Weichteil Pogonion [Pg]“ – anteriorster Kinnpunkt – oder der “Alara posterior [Ap]“ – posteriorster Punkt der Nasenflügelkontur – bei $\pm 1\text{mm}$ ([BAYSAL ET AL., 2016](#)).

1.3.2 Zur Lateralität

Es ist kaum vorstellbar, dass Malokklusionen die ZBSVse beeinflussen können (CROSPY UND ALEXANDER, 1989). Aber es ist *theoretisch* (eine Gedankenspielerei) denkbar, dass ungewöhnliche ZBSVse zu einer seitlich unterschiedlichen Malokklusion führen könnten, falls die ZBn mit der Größe ihrer skelettalen Basen korrelieren. Diese wäre zumindest plausibel möglich, weil die Maxilla aus zwei Genpools und die Mandibula aus einem Genpool stammen (ESTEVE-ALTAVA ET AL., 2015) (Abb. 8).

Abbildung 8 | Die zehn muskulo-skelettalen Module der Gesichtsentwicklung.



Quelle zur Abbildung 8: Die Abbildung aus ESTEVE-ALTAVA ET AL. (2015) zeigt schematisch, dass es im Kopfbereich zehn muskulo-skelettale Module gibt, welche aus zehn unterschiedlichen Genpools strukturiert werden, was eine evolutionsbedingte Kopfveränderung ermöglicht. So gehören zum Beispiel zum ersten muskulo-skelettalen Modul: Os hyoideum, malleus, mandibula, Os occipitale, Os parietale, Os temporale und die Großzahl der Kaumusculatur (inkl. der Zungenmuskulatur). Zum zweiten muskulo-skelettalen Modul gehören: Os ethmoidale, Os frontale, Os lacrimale, Os nasale, Os palatinum, Os sphenoidale, die Concha nasales, der Vomer, die periaurikulären Muskeln sowie die Muskeln welche die Schluckfunktion unterstützen. Zum fünften muskulo-skelettalen Modul gehören die linke Seite der Maxilla, der linke Os zygomaticum sowie der Großteil der linken mimischen Muskulatur. Zum sechsten muskulo-skelettalen Modul gehört die rechte Seite der Maxilla, der rechte Os Zygomaticum sowie der Großteil der rechten mimischen Muskulatur.

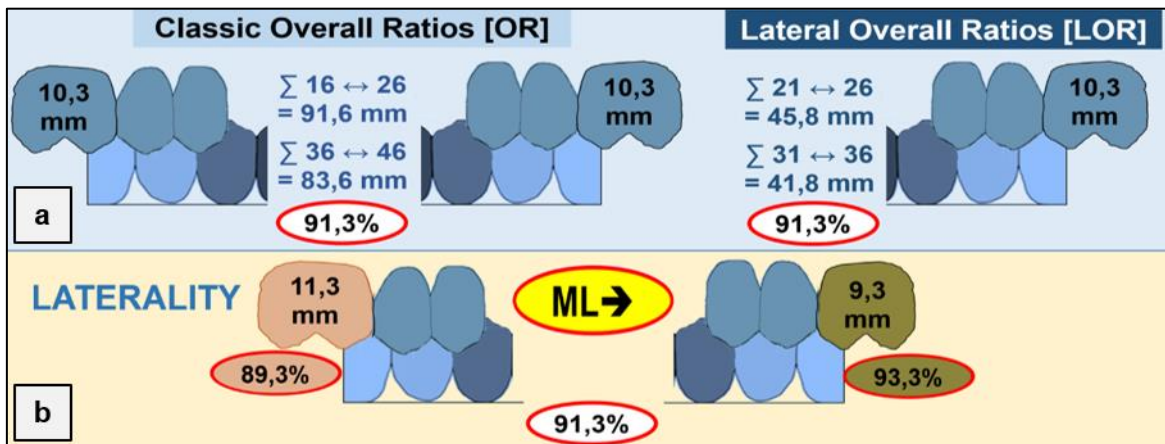
Oder weniger plausibel könnte es ja auch *theoretisch* wie bei der Augenfarbe sein, dass die Zahnbreiten unabhängig von ihrer skelettalen Basen und/oder ihrer seitlichen Zugehörigkeit so genetisch angelegt sein könnten, dass sie von unterschiedlichen Elternteilen oder sogar von den Großeltern weitervererbt werden können, was bei einer gemischten Weitervererbung der ZBSn zu einer Malokklusion führt.

Spielerisch theoretische Gedankengänge zu solchen durch Vererbung verursachten okklusionstechnisch ungünstigen lateralen Variabilitäten der Zahnbreitenverhältnisse sind zwar erlaubt, jedoch repräsentieren sie kein evidenzbasiertes Wissen, welches für Behandlungsstrategien genutzt werden kann, weil es für vertrauenswürdige Therapieansätze einen datenbasierten Hintergrund benötigt (GIANELLY, 2000; PROFFIT, 2000; TÜRP UND ANTES, 2001).

Die basal des Gehirns gelegenen Stützknochen wie zum Beispiel die Schädelbasen aber auch die Wände der Augenhöhlen, Nasenräume, Gehörgangwände u.a. entwickeln sich aus knorpeligen Vorstrukturen, welche sich zusammen mit neuralen und vasalen Strukturen genetisch determiniert positionieren und welche später – bis auf die vorderen Teile der Nase – durch Ersatz- und Deckknochen ersetzt bzw. ergänzt werden (KAHLE ET AL., 1990; FRICK ET AL., 1992). Dabei erfolgen die Entwicklungen des Kopfes und des Rumpfes mit unterschiedlicher Priorität (FRICK ET AL., 1992) und die Mundhöhle als Grenzgebiet zwischen Kopf und Rumpf muss so zeitlich koordiniert positioniert sein, dass sie nicht durch die unterschiedlichen Wachstumsmuster der Kopfmodule deformiert wird, weil sonst – wie hier vermutet wird – ihre Funktion negativ beeinflusst werden würde. Solche Vermutungen als Basis für eine Therapie zu nutzen, erscheint jedoch eher gewagt und sollte nur mit klarem Einverständnis des Patienten erfolgen.

BOLTON hatte zwar 1962 das Problem von Seitenunterschieden diskutiert, jedoch seine Analyse nie entsprechend angepasst. Daher verblieb in seiner Methode der Unsicherheitsfaktor "Seitenunterschiede" [Lateralität], welcher in der Literatur bislang kaum näher untersucht wurde, obschon die Lateralität von klinischer Bedeutung ist. Wird zum Beispiel angenommen, dass eine OR von 91,3% – BOLTONS Normwert – vorliegt, welche aus gespiegelten ZBn berechnet wurde, dann betragen die beiden lateralen ORs [LORs] ebenfalls 91,3% (Abb. 9a). Wird nun zur Veranschaulichung der Relevanz von Lateralität die ZB des Zahnes 16 um einen Millimeter vergrößert und die ZB des Zahnes 26 um einen Millimeter verkleinert, dann bleibt die OR von 91,3% bestehen, obschon rechts eine LOR_r von 89,3% bzw. links eine LOR_l von 93,3% entsteht und sich in der Praxis eine seitliche Dominanz in der Form einer Mittellinienverschiebung im Oberkiefer nach links manifestiert, welche mit der klassischen Methode von BOLTON (1958) zur Berechnung der OR nicht vorausgesehen werden kann (Abb. 9b).

Abbildung 9| Ein Beispiel zur Relevanz von Lateralität am Beispiel der Overall Ratio.

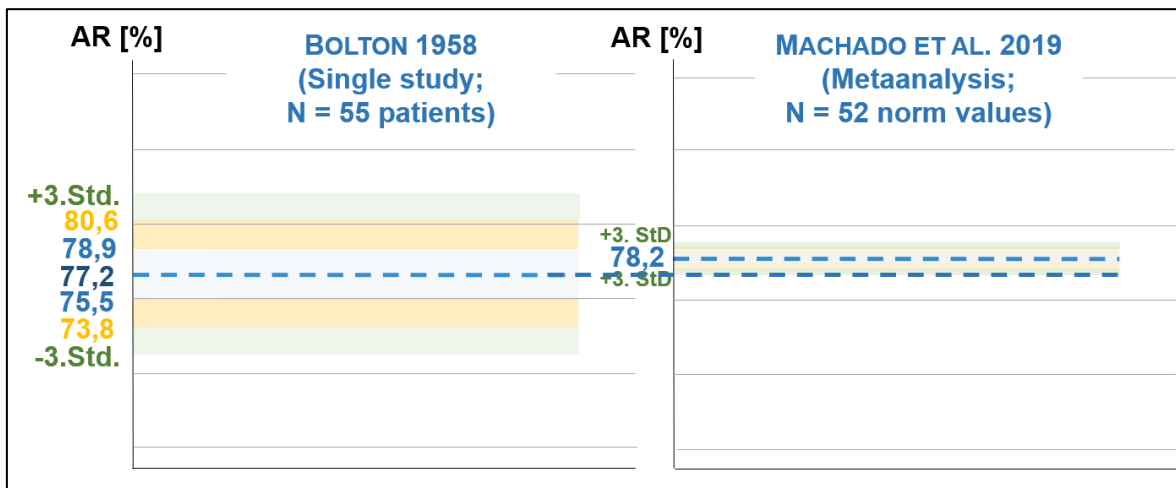


Quelle zur Abbildung 9: Die eigene Abbildung (a) zeigt ein Beispiel für eine OR von 91,3% aus gespiegelten ZBn sowie der linken lateralen Overall Ratio [LOR], welche ebenfalls 91,3% beträgt. Die eigene Abbildung (b) illustriert schematisch die Entstehung von Lateralität nach einer gegensätzlichen ZBn-Veränderung der Zähne 16 sowie 26 um einen Millimeter und einer daraus folgenden Mittellinienverschiebung (ML) nach links.

1.3.3 Zur Unterkiefer-Zahnbreitensumme

BOLTONs Formelwahl (Zähler = Variable / Nenner = Konstante) nimmt an, dass die unterschiedlichen ZBSVse primär durch variabelere ZBSn im Unterkiefer zustande kommen. 2019 wurde eine erste Metaanalyse von 52 Vergleichsstudien zu Boltons Analyse veröffentlicht (**MACHADO ET AL. 2019**), welche zum Schluss kommt, dass Patienten mit einer natürlichen Normokklusion weltweit gebündelt betrachtet eine AR von $AR_{\mu} = 78,24 \pm 0,20\%$ bzw. eine OR von $OR_{\mu} = 91,74 \pm 0,18\%$ haben und diese Werte höher sind als die Mittelwerte von **BOLTON** (1958). **BOLTON** hatte für seine elf unbehandelten Fälle mit exzellenter Normokklusion einen Mittelwert für die AR von $AR_{\mu} = 77,6\%$ bzw. für alle 55 Patienten eine AR von $AR_{\mu} = 77,2\%$ angegeben. Bei der Metaanalyse von **MACHADO ET AL.** (2019) zur AR betrug der Bereich zwischen den dritten Standardabweichungen – 99,7% der 52 integrierten Studien (quasi alle) – 77,65% bis 78,83%. Im Vergleich dazu liegt somit der Mittelwert von **BOLTON** für die $AR_{\mu} = 77,2\%$ (77,6%) unterhalb des Werte-Bereiches von **MACHADO ET AL.** (2019), weshalb **BOLTON** (1958) wahrscheinlich mehrheitlich Patienten mit relativ kleinen unteren ZBSn im Untersuchungspool hatte (**Abb. 10**).

Abbildung 10! Eine Vergleich der Daten von **BOLTON** (1958) mit **MACHADO ET AL.** (2019).



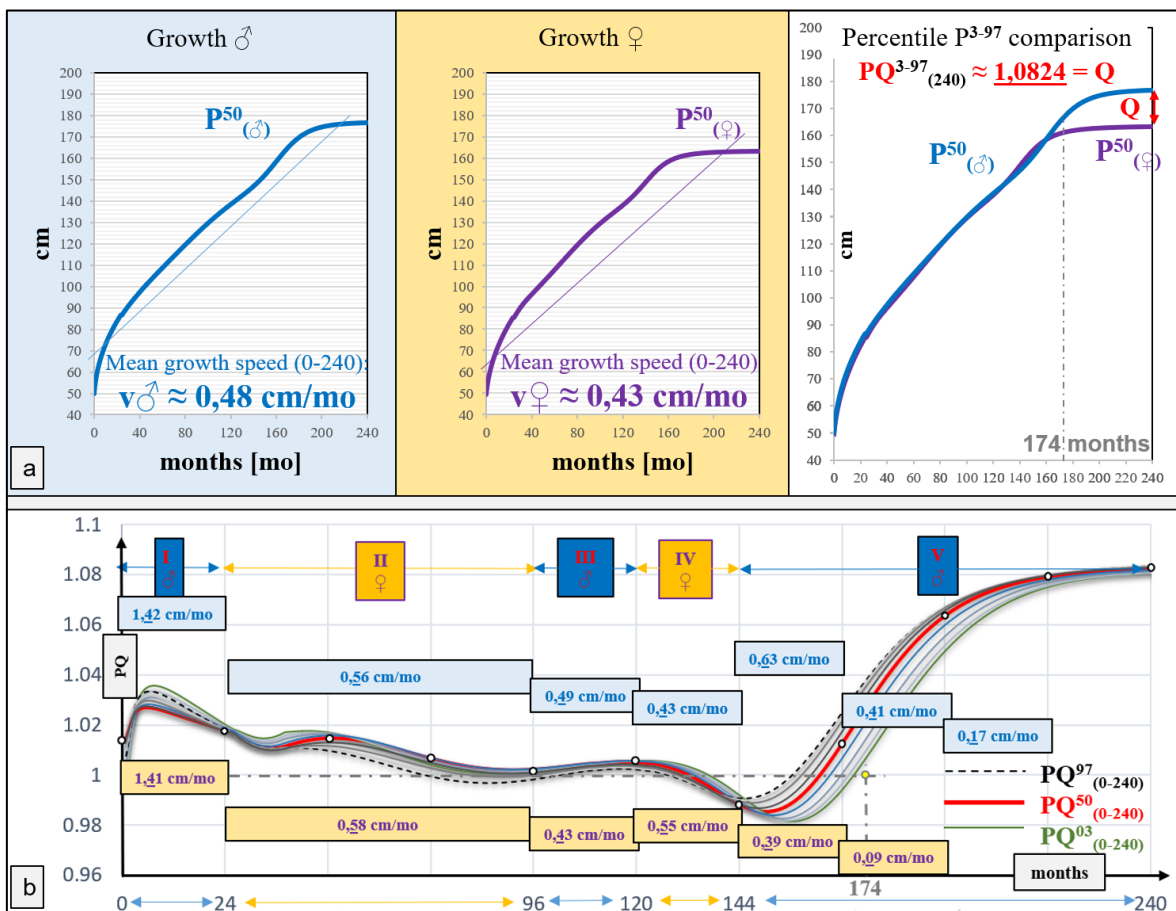
Quelle zur Abbildung 10: Die eigene Abbildung zeigt schematisch die Datenverteilung für die ARs im Falle der Studie von **BOLTON** (1958) im Vergleich mit der Metaanalyse von **MACHADO ET AL.** (2019). **BOLTONs** Mittelwert liegt unterhalb der dritten Standardabweichung von **MACHADO ET AL.**

Aus einer rein plausiblen Überlegung heraus, müssten die Unterkiefer-Zahnbreitensummen auch mit der Unterkiefergröße koinzidieren: Z.B. müssten relativ kleine Unterkiefer auch relativ kleine Zahnbreitensummen haben. Problem: *Bis heute ist nicht festgelegt, wie sich relative Unterkiefergrößen klinisch einfach objektivieren lassen.*

1.3.4 Zur Geschlechterverteilung

Es lassen sich auch signifikant unterschiedliche ZBSVse im Vergleich der Geschlechter enthüllen (LAVELLE, 1972; SMITH ET AL., 2000), wenn – wie hier vermutet wird – die Fallzahl entsprechend hoch ist. Metaanalysen wie z.B. die US-Körperwachstumsstudie von KUCZMARSKI ET AL. (2002) zeigen, dass Strukturgrößenunterschiede in den Geschlechtern sehr wahrscheinlich sind. Ihre Wachstumsperzentilen werden u.a. zum Einschätzen von Wachstumspotential genutzt, um den Zeitraum des erhöhten Körperwachstums vorteilhaft für das Therapieprinzip der Funktionskiferorthopädie – Konzept der beeinflussten Wachstumsförderung – einschätzen zu können (BACCETTI ET AL., 2002; DIETZ-MAGEL, 2008; DIBIASE ET AL., 2015), wobei sich die Wachstumsgeschwindigkeiten in den Geschlechtern je nach Alterszeitraum unterscheiden und es daher denkbar ist, dass sich auch kephalometrische Merkmale wie die ZBSVse in den Geschlechtern unterscheiden könnten (Abb. 11).

Abbildung 11 Eine Zweijahresintervall Interpretation der US-Wachstumsperzentilen.

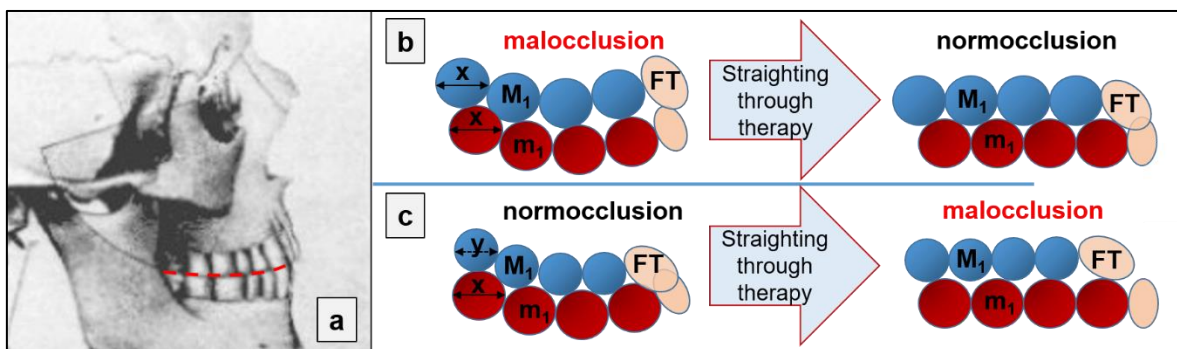


Quelle zur Abbildung 11: Die eigene Abbildung (a) zeigt die aus den Daten von KUCZMARSKI ET AL. (2002) berechneten Wachstums-Perzentilen und -Quotienten [PQ; Mann/Frau]. Z.B. werden die Männer mit 94% Wahrscheinlichkeit um den PQ $Q \approx 1,0824$ größer als die Frauen. Die Abbildung (b) zeigt, dass 14½-jährige Buben (174 Monate) i.d.R. größer sind (PQ > 1) als 14½-jährige Mädchen.

1.3.5 Zur Kompensationskurve

Ein weiteres Problem von **BOLTONs** Analyse ist die Interpretationsmöglichkeit seiner Ergebnisse, denn sein Datenpool enthielt unter anderem 44 Studienmodelle mit therapeutisch erstellter Normokklusion, von welchen nicht bekannt ist, in wieweit die durchgeführten Behandlungen einheitlich waren und ob Patienten mit einer begradtigten Okklusion und so erstellten Normokklusion nur zufällig andere ZBSVse haben, wie Patienten deren Normokklusion in einer natürlichen Spee- (**SPEE ET AL., 1890**) / bzw. Kompensationskurve (**ORTHLIEB, 1997**) positioniert ist. Die Speekurve ist ein in der sagittalen Betrachtung des Unterkiefers beobachtbares natürliches Phänomen mit bogenförmiger Anordnung der Zähne, wobei die Oberkieferseitenzähne konvex nach caudal und die Unterkieferzähne konkav nach cranial ausgerichtet sind (**SPEE ET AL., 1890**). Der Bereich auf der Speekurve zwischen dem bukkalen Höcker des am weitesten posterior gelegenen unteren Molaren sowie der Inzisalkante des unteren mittleren Inzisiven wird als sagittale Kompensationskurve bezeichnet (**ORTHLIEB, 1997; SHANNON und NANDA, 2004**) (**Abb. 12a**).

Abbildung 12! Eine begradtigte Malokklusion kann zur Normokklusion werden und umgekehrt.



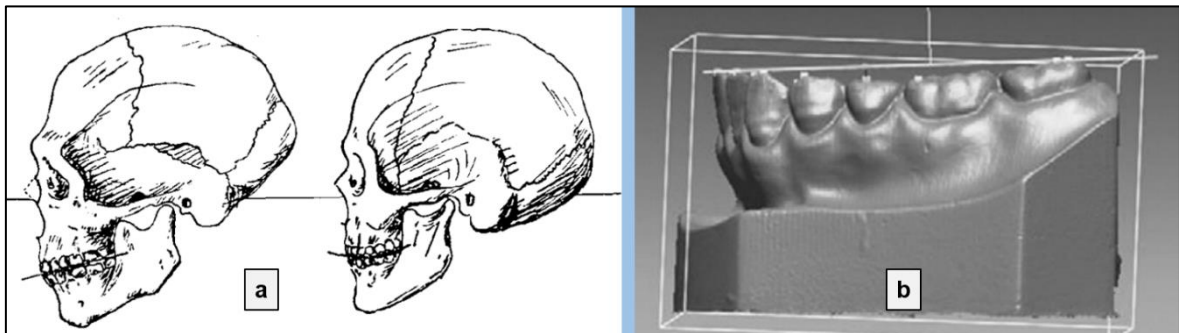
Quellen zur Abbildung 12: Die Abbildung (a) aus **SPEE ET AL.** (1890) zeigt die Speekurve, welche als bogenförmiges Zahnpositionierungs-Phänomen beschrieben werden kann. Der hier rot gestrichelt ergänzte Teil markiert die Region im Zahnbereich, welcher in einigen Arbeiten als Kompensationskurve bezeichnet wird (**ORTHLIEB, 1997; SHANNON und NANDA, 2004**). Die eigene Abbildung (b) zeigt schematisch, wie durch die Begradigung der Kompensationskurve von in intermaxillärer Malokklusion stehenden gleichbreiten Seitenzähnen – hier als Kugeln dargestellt – eine Normokklusion werden kann. Die eigene Abbildung (c) zeigt, was mit in Normokklusion stehenden Seitenzähnen geschehen kann, wenn die oberen Zähne – hier kleinere Kugeln – schmaler sind als die unteren Zähne und die Kompensationskurve begradtigt wird: Hier resultiert aus der Begradigung der Kompensationskurve eine Malokklusion. Bei beiden Resultaten – (b) und (c) – stehen die unteren Frontzähne (FT) proklinierter als vor der Begradigung der Kompensationskurve.

SHANNON und **NANDA** enthüllten 2004, dass das durch eine kieferorthopädische Apparatur verursachte Abflachen der Kompensationskurve unter anderem durch die

Eruption der Unterkieferprämolaren zustande kommt und [PANDIS ET AL.](#) präzisieren 2010, dass der Abflachungseffekt vor allem durch die Proklination der unteren Inzisiven entsteht (**Abb. 12b und 12c**). [PANDIS ET AL.](#) kamen 2010 auch zur Schlussfolgerung, dass es ratsam wäre Studien zur Abflachung der Speekurve bei unterschiedlichen Gesichtsprofilen und deren Wirkung auf die Unterkieferrotation zu machen.

Es scheint, als ob [PANDIS ET AL.](#) (2010) mit dieser Schlussfolgerung möglicherweise auch eine Anspielung auf Arbeiten wie z.B. diejenigen von [ANDRIK](#) aus den Jahren 1963 und 1967 machen wollten. [ANDRIK](#) vermutete damals – ohne eine Gesetzmäßigkeit proklamieren zu wollen oder zu können –, dass die Ausprägung der Speekurve und die Zunahme an Zahnfehlstellungen über viele tausend Jahre hinweg das Resultat einer Schädelveränderung des Menschen sein könnte (**Abb. 13**).

Abbildung 13! Eine anthropologische Vermutung zur Entstehung der Kompensationskurve.



Quellen zur Abbildung 13: Die Abbildung (a) aus [ANDRIK](#) (1963) mit Bildübernahme aus [SCHURICHT](#) (1952) veranschaulicht die Reduktionserscheinungen im menschlichen Kieferbereich, welche mit der Entstehung der Speekurve einhergehen. Die Abbildung (b) aus [CHEON ET AL.](#) (2008) veranschaulicht die Kompensationskurve eines ihrer Patienten in Bezug zur Okklusionsebene. Sie war im Durchschnitt an ihrer konkavsten Stelle – in der Region der 2ten Prämolaren – 1,6 mm tief.

[CHEON ET AL.](#) (2008) enthüllten ein Vertrauensintervall für das Ausmaß der Kompensationskurven-Tiefe – Spitze des 2ten Prämolaren bis zur Okklusionsebene – von 0,1 mm bis 3,1 mm und dass diese Distanz umso grösser ist, je weiter posterior sich die Mandibula in Bezug zur Schädelbasis positioniert.

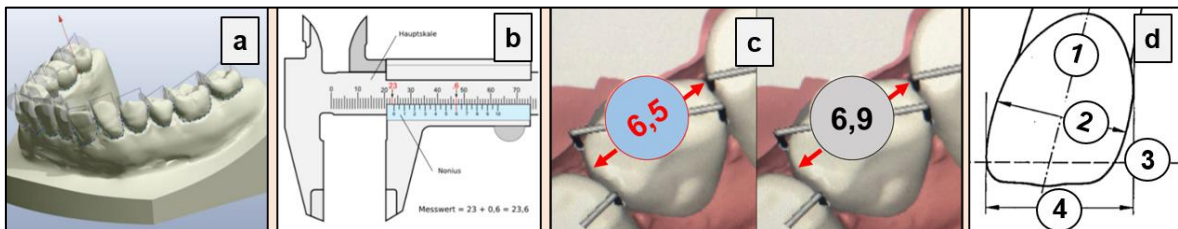
In Bezug zu den Angle Klassen konnte gezeigt werden, dass die Kompensationskurve bei Patienten mit einer Klasse II signifikant stärker ausgeprägt ist, als bei Patienten mit einer Klasse I ([AL-SARAF ET AL., 2010](#); [GÜLSILAY UND HÜSAMETTIN 2018](#)). [AL-SARAF ET AL.](#) fanden 2010 keinen signifikanten Unterschiede in der Tiefe der Kompensationskurve im Vergleich der Geschlechter.

Da die gemachten Therapieprinzipien in [BOLTONS](#) Pool nicht bekannt sind, kann der Einfluss von unterschiedlichen Kompensationskurven nicht abgeschätzt werden.

1.3.6 Zur Zahnbreitenmessmethode

Letztendlich bleibt auch die Unsicherheit, wie vertrauenswürdig **BOLTONS** Methode der Zahnbreitenmessung mittels Stechzirkel war. Er hatte keine Messfehleranalyse gemacht und es finden sich kaum Studien, welche seine Methodik vertrauenswürdig wiederholen konnten. Im Internet findet sich eine Masterthese von **ALAMIR** (2013), welche der Arbeit von **BOLTON** recht nahekommt, doch auch sie hatte keine Messfehleranalyse gemacht. **ALAMIR** überprüfte 2013 unter anderem die OR anhand von 52 Gipsmodellen von abgeschlossenen Fällen, welchen vom American Board of Orthodontics [ABO] der höchste Qualifikationsnachweis für ein kieferorthopädisches Resultat vom Typ einer Angle Klasse I im Bereich der ersten Molaren anerkannt worden war. **ALAMIR** enthüllte bezüglich der OR_{μ} ($= 91,3\% \pm 1,8\%$) ein Resultat, was möglicherweise nur zufällig sehr gut zum Resultat von **BOLTON** passte. Es ist vor allem "graue Literatur" – nicht durch einen Verlag veröffentlichte Literatur – welche belegt, dass die Möglichkeit in Betracht gezogen werden sollte, dass in puncto Zahnbreitenmessung auch eine ungenügende Messgenauigkeit ein Bias sein könnte, welcher einen Einfluss auf die Berechnung von ZBSVsen haben könnte, denn seriös gemachte Forschungsarbeiten zeichnen sich auch durch eine Messfehleranalyse aus (**ULBRICH, 2016; VON DER WENSE 2013**) (**Abb. 14**)

Abbildung 14! Vier Beispiele für Biasmöglichkeiten im Falle von Zahnbreitenmessungen.



Quellen zur Abbildung 14: Die Abbildung (a) aus **ULBRICH** (2016) zeigt den Screenshot eines Gipsmodellscans – Ortho Analyzer™, 3Shape, DK - zur halbautomatischen Zahnbreitenvermessung, dessen Reproduzierbarkeit als ausreichend vertrauenswürdig angesehen wird. Die Abbildung (b) aus **VON DER WENSE** (2013) zeigt eine Schublehre deren Messgenauigkeit durch die Skalierung und/oder deren Handhabung limitiert ist. Prinzipiell kann es auch zu ständigen Übertragungsfehlern mit dem Stechzirkel kommen, wenn dieser falsch verwendet wird. Die eigene Abbildung (c) demonstriert, dass eine Messung «parallel» zur Bukkal-Fläche des Zahnes nicht einer Diagonalmessung des Zahnes entsprechen muss. Die eigene Abbildung (d) zeigt schematisch, dass die körperliche Zahnbreite (2), wenn sie senkrecht zur Zahnkronenachse (1) gemessen wird, nicht gleich breit sein muss wie die inzisale Zahnbreite (4), wenn diese parallel zur Okklusionsebene (3) gemessen wird.

Auch Schmelz-/ oder Dentin-Bildungsstörungen können die ZBn verändern (**BAUM, 2014**), doch wird hier davon ausgegangen, dass **BOLTON** solche erkannt hätte.

2 ZIELE

Das Hauptziel dieser Studie war es, **BOLTONS** Analyse aus dem Jahr 1958 durch eine seitlich getrennte Methodik zu erweitern und seine Normwerte für die AR und OR mit den ZBSVsen von weißen männlichen sowie weiblichen Patienten mit Malokklusion und mit unterschiedlichen Unterkiefergrößen zu vergleichen.

Hierfür galt es eine Vorzielfrage, drei Nebenzielfragen, eine Hauptzielfrage und eine Nachzielfrage zu beantworten bzw. mit insgesamt acht passenden Nullhypothesen wissenschaftlich zu überprüfen.

2.1 Vorziel

Es wurde eine Vorzielfrage zu den Zahnbreitenmessmethoden gestellt:

Unterscheidet sich eine automatische Zahnbreitenmessmethode von einer von Hand gemachten – manuellen – Zahnbreitenmessung in puncto Validität?

2.1.1 Die Nullhypothese zu den Zahnbreitenmessmethoden

Nullhypothese 1: Eine mit der Software SW_{2.0}[®] (Primescan[™], SIRONA, D) gemachte automatische Zahnbreitenmessung ist *nur zufällig* gültiger als eine manuell erfasste Zahnbreitenmessung mittels Cursor am Bildschirm.

2.2 Zwischenziele

Es wurden drei Zwischenzielfragen zu den ZBn, ZBSn und ZBSVsen gestellt:

Erstens: Unterscheiden sich die ZBn bei weißen männlichen und/oder weißen weiblichen Patienten mit Malokklusion, wenn kleine, mittelgroße oder große Unterkiefer unterschieden werden?

Zweitens: Unterscheiden sich die lateral anterioren [LATS], lateral gesamten [LOTS] und lateral posterioren [LPTS] ZBSn bei weißen männlichen und/oder weiblichen Patienten mit Malokklusion, wenn kleine, mittelgroße oder große Unterkiefer unterschieden werden?

Drittens: Unterscheiden sich die lateral anterioren [LAR], die lateral gesamten [LOR] und die lateral posterioren [LPR] ZBSVse bei weißen männlichen und/oder weiblichen Patienten mit Malokklusion, wenn kleine, mittelgroße oder große Unterkiefer unterschieden werden?

2.2.1 Die drei Nullhypothesen zu den Zahnbreiten

Nullhypothese 2: Die ZBn von einzelnen Zahntypen unterscheiden sich *nur zufällig* bei weißen männlichen und/oder weiblichen Patienten, wenn ihre kleinen, mittelgroßen oder großen Unterkiefer verglichen werden.

Nullhypothese 3: Die ZBn von homologen Antagonisten unterscheidet sich *nur zufällig* bei weißen männlichen und/oder weiblichen Patienten, wenn ihre kleinen, mittelgroßen oder großen Unterkiefer verglichen werden.

Nullhypothese 4: Die ZBn von benachbarten Zähnen unterscheidet sich *nur zufällig* bei weißen männlichen und/oder weiblichen Patienten, wenn ihre kleinen, mittelgroßen oder großen Unterkiefer verglichen werden.

2.2.2 Die Nullhypothese zu den Zahnbreitensummen

Nullhypothese 5: Die lateralen ZBSn – [LATS], [LOTS], [LPTS] – unterscheiden sich *nur zufällig* bei weißen männlichen und/oder weiblichen Patienten, wenn ihre kleinen, mittelgroßen oder großen Unterkiefer verglichen werden.

2.2.3 Die Nullhypothese zu den Zahnbreitensummenverhältnissen

Nullhypothese 6: Die lateralen ZBSVse – [LAR], [LOR], [LPR] – unterscheiden sich *nur zufällig* bei weißen männlichen und/oder weiblichen Patienten, wenn ihre kleinen, mittelgroßen oder großen Unterkiefer verglichen werden.

2.3 Hauptziel

Es wurde eine Hauptzielfrage zum Vergleich mit den Normwerten von **BOLTON** (1958) gestellt:

Unterscheiden sich die lateralen anterioren ZBSVse [LARs] und die lateralen gesamten ZBSVse [LORs] bei weißen Patienten mit Malokklusion sowie unterschiedlichen Unterkiefergrößen von **BOLTONs** Normwerten (1958) für die AR und die OR?

2.3.1 Die Nullhypothese zu den Normwerten von **BOLTON** (1958)

Nullhypothese 7: Die LARs und die LORs bei weißen männlichen und/oder weiblichen Patienten mit Malokklusion und kleinen, mittelgroßen oder großen Unterkiefen unterscheiden sich *nur zufällig* von den erstmals eruierten Normwerten für Normokklusion von **BOLTON** (1958) für die AR ($\mu = 77,2\%$) und die OR ($\mu = 91,3\%$).

2.4 Nachziel

Es wurde eine Nachzielfrage zum Vergleich mit den Normwerten für die AR und OR von [MACHADO ET AL. \(2019\)](#) bei Patienten mit Normokklusion gestellt:

Unterscheiden sich die lateralen anterioren ZBSVse [LARs] und die lateralen gesamten ZBSVse [LORs] bei weißen Patienten mit Malokklusion sowie unterschiedlichen Unterkiefergrößen von [MACHADO ET AL.s](#) Normwerten (2019) für die AR ($\mu = 78,24\%$) und die OR ($\mu = 91,74\%$)?

2.4.1 Die Nullhypothese zu den Normwerten von [MACHADO ET AL. \(2019\)](#)

Nullhypothese 8: Die LARs und die LORs bei weißen männlichen und/oder weiblichen Patienten mit Malokklusion und kleinen, mittelgroßen oder großen Unterkiefen unterscheiden sich *nur zufällig* von den global eruierten Normwerten für Normokklusion von [MACHADO ET AL. \(2019\)](#) für die AR ($\mu = 78,24\%$) und die OR ($\mu = 91,74\%$).

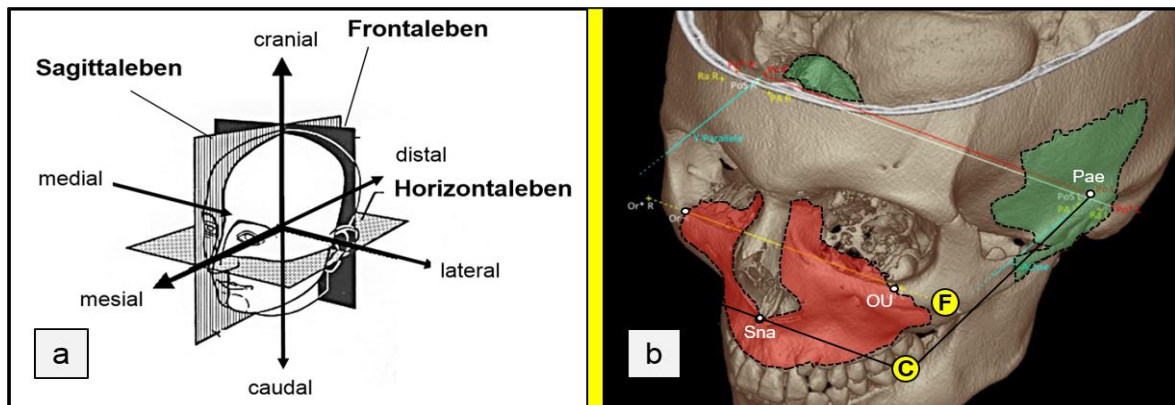
3 METHODEN

3.1 Voruntersuchungen zur Unterkiefergröße

Das Hauptproblem zur Beantwortung der Zielfragen ist die Tatsache, dass es in der Literatur keine beschriebene Methode gibt, wie sich drei unterschiedliche Unterkiefergrößen klinisch einfach, zuverlässig und röntgenfrei objektivieren lassen.

Um das Körperwachstum zu beschreiben, nutzen Mediziner allgemeine Raumebenen als Referenz, wohl wissend, dass eine unpräzise Positionierung des zu betrachtenden Körperteils zu einer zu tolerierenden Messungenauigkeit führt. Anthropologen und Zahnärzte bevorzugen eher Referenzebenen, die sich an Kopfstrukturen orientieren: Eine der ersten anerkannten und im 18ten Jahrhundert festgelegte Bezugsebene zur Beschreibung von Schädelvariabilitäten, ist die *Camperebene*, welche von der Spina nasalis anterior zum Oberrand des Porus acusticus externus verläuft (CAMPER, 1792). Die Camperebene wurde 1877 durch die *Frankfurter Horizontale* – eine projizierte Ebene durch den caudalsten Punkt am knöchernen Orbita-Unterrand und den cranialsten Punkt des Porus acusticus externus – als Bezugsebene abgelöst (HÖLDER, 1877) (Abb. 15).

Abbildung 15 Die Raumebenen, die Camperebene und die Frankfurter Horizontale.

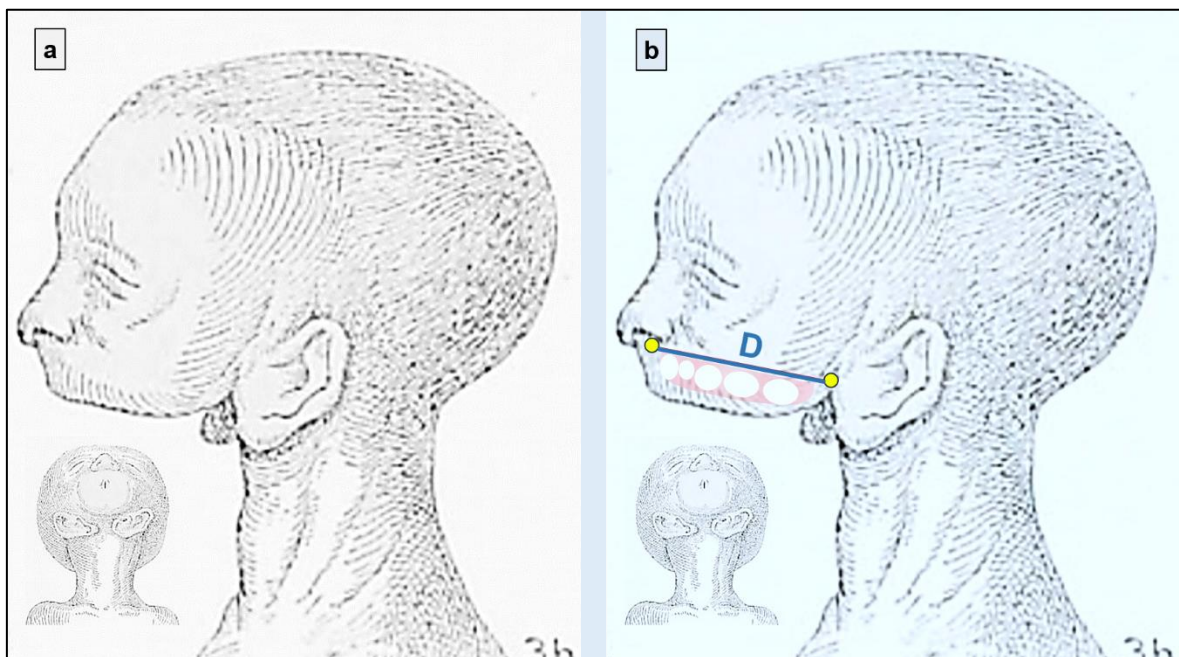


Quellen zur Abbildung 15: Die Abbildung (a) aus SCHIEFERSTEIN (2003) zeigt die in der Medizin gebräuchlichen Raumebenen und Betrachtungsrichtungen. Die Abbildung (b) aus KAMM (2016) – hier wurde der Oberkiefer mit dem Orbita-Unterrand [OU] zusätzlich rot und der Os temporalis mit dem Porus acusticus externus [Pae] zusätzlich grün markiert – zeigt die knöchernen Strukturen eines Schädels mit einer modifizierten Version der Frankfurter Horizontalen (F). Die Spina nasalis anterior [Sna] sowie die Camperebene (C) wurden nachträglich der Abbildung (b) aus KAMM (2016) hinzugefügt.

Die Frankfurter Horizontale wurde zum Beispiel von [A. SCHWARZ](#) (1958) zur Einteilung von neuen Gesichtstypen – eine neun-teilige Klassifikation – genutzt, welche er zur vorläufigen Einschätzung des Gesichtprofils einsetzte, bevor er seine Fernröntgenanalyse als diagnostische Hilfe – hierbei insbesondere die Spina-Ebene (Nasenboden, siehe [Abb. 21](#)); seinen Schlüssel zur kephalometrischen Diagnostik – nutzte ([LOSERTH, 2008](#)). Nach bestem Wissen war ihm eine diagnostisch hilfreiche Verknüpfung seiner Gesichtstyp-Klassifikation mit der Spina-Ebene und/oder den ZBn, ZBSn und ZBSVsen nie gelungen.

Wo sich die Spina-Ebene in Bezug zum Gesicht befinden könnte, lässt eine Zeichnung von [G. STREETER](#) (1922) zu einem Neugeborenen mit fehlendem Unterkiefer erahnen. Die Spina-Ebene müsste – wie an dieser Stelle vermutet wird – relativ parallel zu einer Geraden *D* [Diskriminante; Diskriminationsebene] liegen, welche vom vordersten Ansatzpunkt des Ohrläppchens zum untersten Punkt des Nasenflügels verläuft ([Abb. 16](#)).

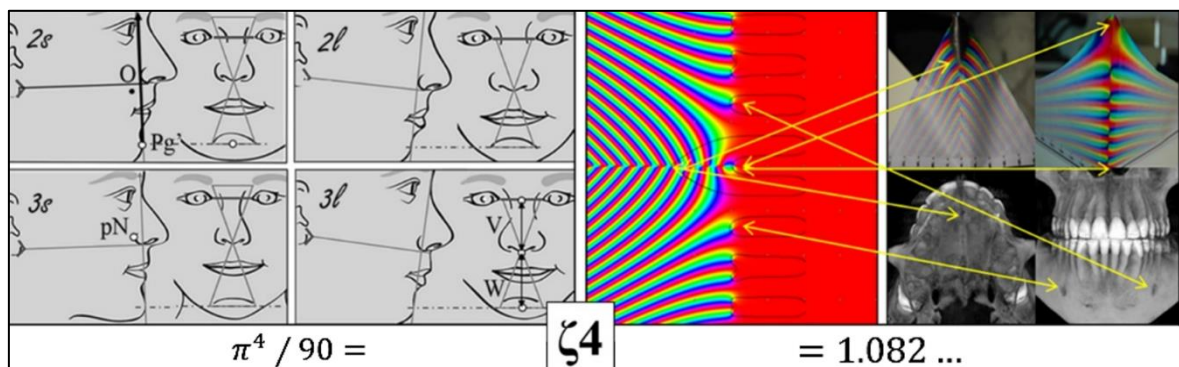
Abbildung 16 Die Diskriminationsebene *D*.



Quellen zur [Abbildung 16](#): Die [Abbildung \(a\)](#) aus [STREETER](#) (1922) zeigt die Zeichnung eines neugeborenen Kindes mit einer Nichtanlage des Unterkiefers. Die eigene [Abbildung \(b\)](#) zeigt die Zeichnung von [STREETER](#) (1922), welche zusätzlich farblich ergänzt wurde: Wird der vorderste Ansatzpunkt des Ohrläppchens mit dem untersten Punkt des Nasenflügels zu einer Geraden [Diskriminante *D*] verbunden, entsteht mit den beidseitigen Diskriminanten eine projektive Grenzebene [Diskriminationsebene *D*], welche relativ parallel zum Nasenboden und somit im der Basis des Oberkiefers liegen müsste. Hier wurde zusätzlich schematisch die wahrscheinliche Position des Alveolarfortsatzes eingezeichnet, welcher mit seinen Milchzahnkeimen der Oberkieferbasis anhaftet.

Mehrere Masterthesen welche damals noch nicht die Lateralität mitberücksichtigten und ein aus diesen hervorgegangenes Gedankenmodell legen nahe, dass möglicherweise zwischen dem Spinaplanum, der Diskriminationsebene D und den ZBn eine durch Konvergenzgeschwindigkeiten repräsentierbare latente Abhängigkeit existieren könnte [dento-faziale Koinzidenz] (VOM BROCKE 2015, 2016, 2017) (Abb. 17).

Abbildung 17 Das Gedankenmodell zu einer möglichen dento-fazialen Koinzidenz.



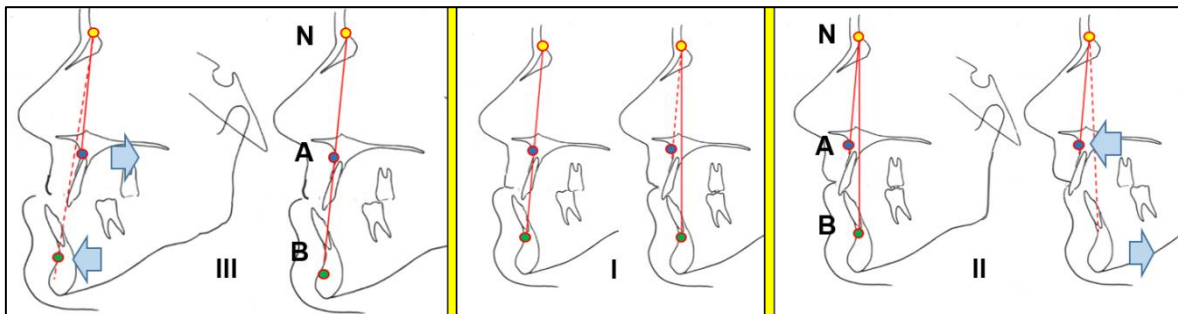
Quelle zur Abbildung 17: Die eigene aus VOM BROCKE (2015) stammende Abbildung – hier neu zusammengestellt – steht repräsentativ für einen äußerst komplexen Algorithmus, welcher als Gedankenmodell eine mögliche Koinzidenz von harmonischem Kieferwachstum und ZBn-Wachstum veranschaulicht. Dabei ist besonders auffällig, dass der Rechte Winkel (90°) und der konvergierende Grenzwert $1,082\dots$ (Riemann-Konstante) im Zusammenwirken von dento-fazialen Strukturen eine entscheidende Rolle zu spielen scheinen, über deren Bedeutung noch kaum etwas bekannt ist.

Ein theoretisches Gedankenmodell zu einem möglicherweise universell gegebenen dento-fazialen Koinzidenz-Muster mit moderner Genetik erklären zu wollen, erscheint auch heute noch – trotz vorhandener Supercomputer – unmöglich. Denn wie ein Schachspieler, welcher mehrere Züge vorausplant, um eine bestimmte Figur an eine strategisch bedeutungsvolle Position zu bringen, passt die phylogenetische Entwicklung der Menschen seit vielen Millionen Jahren Evolution ihren Strukturierungsplan zur Kopfgestaltung fortlaufend an variable Anpassungsfaktoren an und speichert diesen Plan in der DNA, damit gezielt bedeutende Sinnesorgane wie die Augen, die Nase, die Ohren, die Zunge u.a. so im Kopf zu einander platziert werden, dass das zentrale Nervensystem trotz unterschiedlichster Wachstums- und Entwicklungsprozesse ein Leben lang mit den lebensnotwendigsten Informationen versorgt wird. Diese Anpassungsfaktoren sind kaum bekannt, weshalb es wichtig ist, auf evidenzbasierte Studien zurückgreifen zu können, welche in ihrer Methodik so strukturiert sind, dass sie später einmal mit Metaanalysen überprüft werden können.

Eine Einschätzung der Unterkiefergröße anhand der Angle Klassen erscheint auf den ersten Blick naheliegend, doch könnte eine latente Zahnbreitenanpassung und/oder eine unscharfe Entscheidungsgrenze zwischen den drei Klassen einen Einteilungs-Bias mit sich bringen. Ein Blick in die Literatur legt einen solchen Verdacht nahe, weil es Autoren gibt, welche einen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den Angle Klassen und ihren ZBSVsen enthüllen konnten (TA ET AL., 2001; ARAUJO UND SOUKI, 2003) und es andere Autoren gibt, welchen dies misslang (CROSBY UND ALEXANDER 1989; UYSAL UND SARI, 2004; BASRAN ET AL., 2006).

Möglicherweise werden auch deswegen seit ca. 10 Jahren erste Untersuchungen der Angle Klassen in Kombination mit Winkelmerkmalen aus Fernröntgenbildern [FR] zu Vergleichen mit den ZBSVsen gemacht. Z.B. verglichen WEDRYCHOWSKA-SZULC ET AL. (2010) die Normwerte von BOLTON (1958) mit den ZBSVsen von Patienten mit einer Angle Klasse I, II oder III, wobei sie die Zuordnung in die drei Klassen einem Fernröntgenbild-Winkelmerkmal – dem ANB-Winkel – unterordneten. So wurden zum Beispiel Patienten mit einem ANB-Winkel $< 4^\circ$ der Gruppe mit konvexen Gesichtsprofilen (Klasse II; kleiner Unterkiefer) zugeordnet (Abb. 18).

Abbildung 18! Die ANB-Winkel-Methode nach WEDRYCHOWSKA-SZULC ET AL. (2010).



Quellen zur Abbildung 18: Die eigene Abbildung zeigt schematisch N = Nasion (ventralster Punkt der Sutura nasofrontalis); den A-Punkt (dorsalster und tiefst gelegener Punkt in der ventralen Kontur der Maxilla); den B-Punkt (dorsalster und tiefst gelegener Punkt in der ventralen Kontur der Mandibula). Betrag bei WEDRYCHOWSKA-SZULC ET AL. (2010) der ANB 0 bis 4 Grad dann lag eine Klasse I vor. Eine Klasse III lag bei einem ANB > 0 Grad und eine Klasse II lag bei einem ANB > 4 Grad vor.

In ihrer Studie lag das Alter der Patienten zwischen 12 und 25 Jahren und alle hatten eine voll durchgebrochene intakte permanente Dentition vom ersten Molaren der einen Seite zum ersten Molaren der anderen Seite. Dabei wichen u.a. die Werte für die AR in der Gruppen der FR modifizierten Angle Klasse II signifikant von **BOLTONS** Normwert ab; hingegen unterschieden sich bei dieser FR modifizierten Angle Klasse II die Werte in puncto OR nicht signifikant von **BOLTONS** Normwert (**Abb. 19**).

Abbildung 19 Die Resultate von **WEDRYCHOWSKA-SZULC ET AL.** (2010).

| Anterior Bolton ratio | N | P value | Minimum | Maximum | Mean | SD |
|----------------------------|-----|---------|---------|---------|------|------|
| Class I male | 73 | *** | 74.4 | 86.2 | 79.1 | 2.20 |
| Class I female | 89 | *** | 68.5 | 86.0 | 78.4 | 2.98 |
| Class II division 1 male | 60 | ** | 72.5 | 84.5 | 78.1 | 2.46 |
| Class II division 1 female | 84 | *** | 72.2 | 84.4 | 78.8 | 2.63 |
| Class II division 2 male | 67 | *** | 71.5 | 83.8 | 78.4 | 2.71 |
| Class II division 2 female | 88 | *** | 72.5 | 87.3 | 78.4 | 2.80 |
| Class III male | 62 | *** | 73.2 | 89.2 | 80.1 | 3.00 |
| Class III female | 77 | *** | 70.9 | 88.5 | 78.9 | 2.89 |
| Total male | 262 | *** | 71.5 | 89.2 | 78.9 | 2.70 |
| Total Female | 338 | *** | 68.5 | 88.5 | 78.6 | 2.83 |
| Total | 600 | *** | 68.5 | 89.2 | 78.8 | 2.77 |

| Overall Bolton ratio | N | P value | Minimum | Maximum | Mean | SD |
|----------------------------|-----|---------|---------|---------|------|------|
| Class I male | 73 | *** | 87.9 | 97.8 | 92.3 | 1.86 |
| Class I female | 89 | NS | 86.5 | 96.0 | 91.9 | 2.09 |
| Class II division 1 male | 60 | NS | 86.0 | 95.9 | 91.2 | 2.22 |
| Class II division 1 female | 84 | NS | 83.9 | 95.9 | 91.1 | 2.16 |
| Class II division 2 male | 67 | NS | 84.7 | 96.1 | 91.7 | 2.21 |
| Class II division 2 female | 88 | NS | 86.7 | 99.1 | 91.5 | 2.23 |
| Class III male | 62 | *** | 86.6 | 98.0 | 93.0 | 2.29 |
| Class III female | 77 | ** | 86.4 | 97.7 | 92.0 | 2.46 |
| Total male | 262 | *** | 84.7 | 98.0 | 92.1 | 2.22 |
| Total Female | 338 | ** | 83.9 | 99.1 | 91.6 | 2.25 |
| Total | 600 | *** | 83.9 | 99.1 | 91.8 | 2.24 |

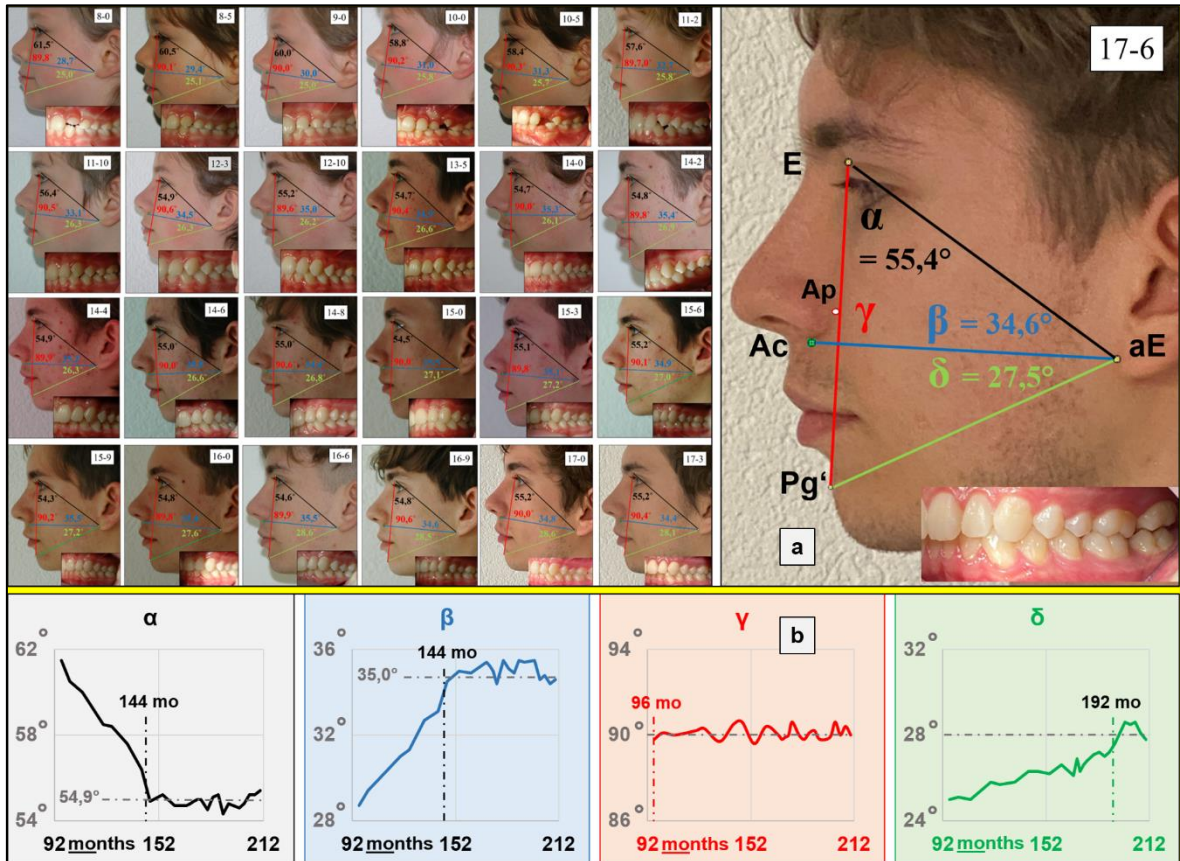
NS, not significant. ** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$.

Quelle zur Abbildung 19: Die Abbildung aus **WEDRYCHOWSKA-SZULC ET AL.** (2010) zeigt, wie sich im Patientenpool die AR und die OR signifikant von **BOLTONS** Normwerten unterscheiden. Der Distalbitis war anhand der Frontzahnstellungen noch in eine Klasse II/1 und II/2 unterteilt worden.

Der Methode von **WEDRYCHOWSKA-SZULC ET AL.** (2010) kann jedoch keine gute Reliabilität zugesprochen werden, denn bei der Klasse II passte zwar ihre OR ($\mu = 91,2\%$) zu **BOLTONS** Normwert $OR_{\mu} = 91,3\%$, jedoch war bei der gleichen Subgruppe Klasse II die AR ($\mu = 78,1\%$) signifikant größer als **BOLTONS** Normwert für die $AR_{\mu} = 77,2\%$. Sollten sich nicht aus einer rein plausiblen Betrachtung heraus dieselben Patientensubgruppe gleich zur OR_{μ} sowie zur AR_{μ} von **BOLTON** (1958) verhalten?

Zur Abklärung, wie anhand der Diskriminationsebene D die Unterkiefergrößen bestimmt werden könnten, wurden Gesichtswinkelveränderungen beim Sohn des Autors im Zeitraum von 8 Jahren bis 17 Jahren 6 Monaten ausgewertet (**Abb. 20**).

Abbildung 20 Langzeitstudie zu den Gesichtswinkelveränderungen beim Sohn des Autors.



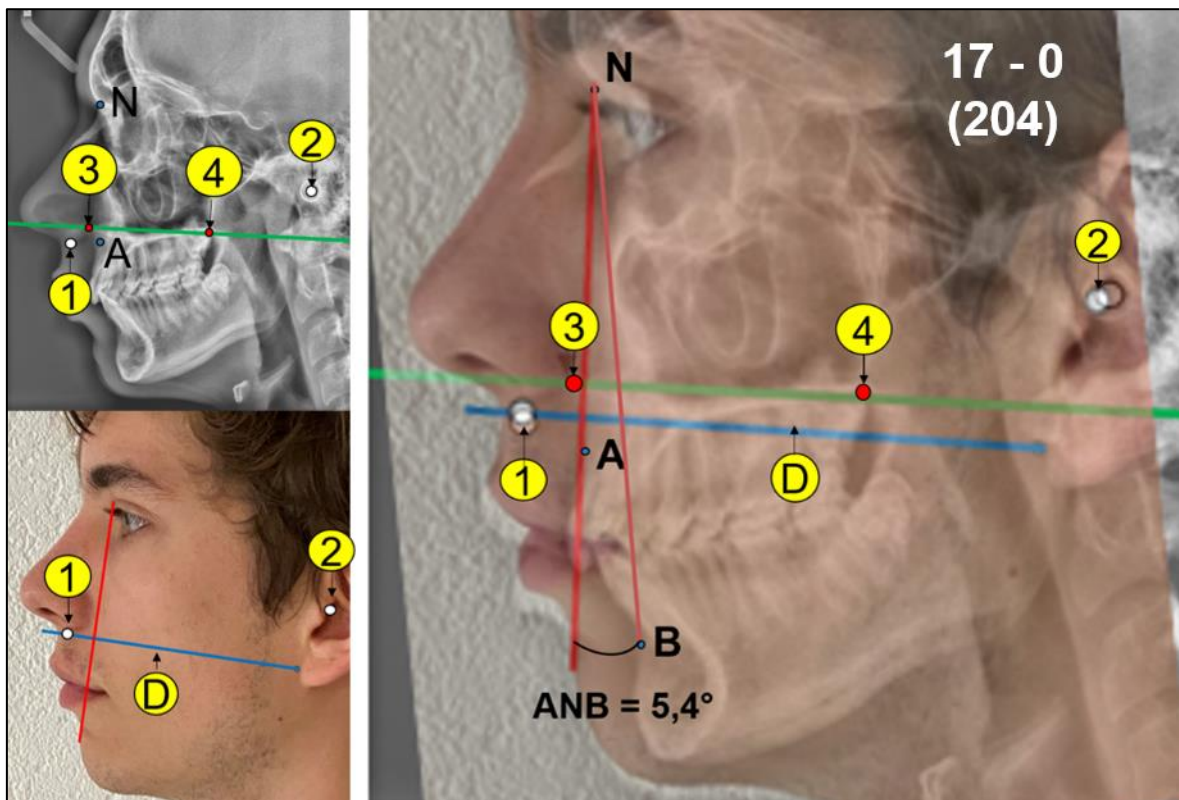
Quellen zur Abbildung 20: Die eigene Abbildung (a) zeigt 25 fotografierte Aufnahmen des linken Gesichtsprofils vom Sohn des Autors im Zeitraum zwischen 8 Jahren bis 17 Jahren und 6 Monaten mit vier eingezeichneten und vermessenen Gesichtswinkeln – Vermessung mit Romexis® Version 4.4.3 (PLANMECA, Fin) –. Dies waren der Augenwinkel α [$\alpha = Ac-aE-E$], Ohrwinkel β [$\beta = aE-E-Pg'$], Oberkieferwinkel γ [$\gamma = 180^\circ - \alpha - \beta$] und Unterkieferwinkel δ [$\delta = Pg'-aE-Ac$]. Dabei ist Ac [Alara caudale] der unterste Punkt tangential am Nasenflügel. E [Eye point] ist der vorderste Punkt der oberen Augenlidfalte. aE [anterior Earlobe point] ist der vorderste Punkt an der Basis des Ohrläppchens in Bezug zu Ac. Pg' [Weichteilpogonion] ist der vorderste Weichteilpunkt des Kinns. Die eigene Abbildung (b) zeigt, wie sich beim Sohn des Autors zum Beispiel β im Alter von acht bis zwölf Jahren um rund sechs Grad vergrößert und danach relativ konstant $35^\circ \pm 0,5^\circ$ groß bleibt. In dem insgesamt $9\frac{1}{2}$ Jahre andauernden Beobachtungszeitraum blieb γ praktisch konstant $90,0^\circ \pm 0,5^\circ$ und die Gerade Pg'-E tangierte stets den Nasenflügel im posteriorsten Punkt Ap [Alara posterior]. δ vergrößert sich permanent bis etwa ins Alter von 16 Jahren (192 Monate). Die Gerade aE-Ac = D [D = Diskriminante; $\rightarrow D_{r/l}$ = Diskriminationsebene] bildet hier eine praktisch raumkonstante Referenzebene.

Die dargestellte Langzeitfallstudie erlaubt natürlich keine Verallgemeinerung, sondern führt nur für den Sohn des Autors zu den folgenden vier Schlussfolgerungen:

- Sein vertikales Oberkieferwachstum wird vor der Pubertät abgebremst,
- Sein vertikales Unterkieferwachstum wird nach der Pubertät abgebremst.
- Das Wachstum seiner Ober- und Unterkieferzahnbögen verläuft spätestens ab der permanenten Dentition parallel zueinander.
- Mit einer Orthogonalen O zur Diskriminationsebene **D** lässt sich bei ihm die sagittale Unterkiefergröße in Bezug zum vorderen Nasenraum beschreiben:
“Sein Unterkiefer ist zu klein, um seinen vorderen Nasenraum zu erreichen.“

Eine Überlagerung des Gesichtsprofil des vorgestellten Falles mit einem gleichzeitig gemachten Fernröntgenbild belegt u.a. eine beinahe Parallelität zwischen der Spina-Ebene [NL = Nasal-Linie; Spa-Spp] und der Diskriminationsebene **D** (Abb. 21).

Abbildung 21 Die Überlagerung eines Seitenprofilfotos mit einem Fernröntgenbild.



Quelle zur Abbildung 21: Die eigene Abbildung zeigt die Überlagerung des Seitenprofilfotos des damals 17-jährigen Sohnes des Autors mit seinem Fernröntgenbild an den Punkten Ac [Alara caudale] (1) und Pae [Porus acusticus externus] (2). Die Überlagerung enthüllt einen nahezu parallelen Verlauf der Spina-Ebene [spina nasalis anterior (3) zur spina nasalis posterior (4)] zur Diskriminationsebene **D** und gleichzeitig eine “beinahe” perfekte Überlagerung der Orthogonalen mit der Verbindungslinie A zu N. Der ANB-Winkel betrug $5,4^\circ$ (Romexis® Version 4.4.3, PLANMECA, Fin).

Beim damals 17-jährigen Sohn des Autors betrug der ANB-Winkel $5,4^\circ$, weshalb ihm [WEDRYCHOWSKA-SZULC ET AL.](#) (2010) ein konvexes Gesicht zugeordnet hätten.

3.2 Studiendesign

Zur Verbesserung der Objektivität der Resultate wurde für die geplante Studie ein randomisiertes und verblindetes Studiendesign gewählt. Hierfür stellten sich vier Zahnarztpraxen [Patientensammler] – eine Zahnarztpraxis mit Schwerpunkt für Oralchirurgie in Vaduz (Dr. M. Meier; Liechtenstein), eine Praxis für allgemeine Zahnmedizin in Wegberg (Dr. O. Stehle; Deutschland), eine Praxis für Kieferorthopädie in Waldbröl (Dr. J. Arnold; Deutschland) und eine Praxis für Kieferorthopädie in Zwickau (Dr. U. Loeffler; Deutschland) – zur Verfügung. Die Patientensammler sammelten in einem zeitlich auf sechs Monate (April 2019 bis September 2019) beschränkten Zeitraum so viele weiße Patienten mit regulärer permanenter Dentition wie möglich, welche ein kieferorthopädisches Anliegen hatten, aber zuvor noch keine Kieferorthopädie gehabt hatten und welche bereit waren, ihre Daten dieser Projektarbeit zur Verfügung zu stellen. Von allen Patienten wurden nach Usus der Praxis die folgenden klassischen klinischen Befundunterlagen erstellt. Es wurden ein seitliches extraorales Foto der linken und ein extraorales Foto der rechten Gesichtseite (in maximaler Interkuspitation [IK]) sowie ein Alginat-Abdruck von der Oberkieferdentition und einer von der Unterkieferdentition gemacht. Diese Abdrücke wurden mit Gips zu Studienmodellen ausgegossen. Die zwei digitalen seitlichen Profilfotos der Patienten waren in einem Abstand von zwei Metern, in maximaler Interkuspitation, ohne Doppelstrukturen, mit sichtbarem äußerem Gehörgang gemacht worden, um die relative Unterkiefergröße (Methode siehe Kapitel 3.3.4) verzerrungsfrei bestimmen zu können. Ausschlusskriterien für eine Zulassung zur Datenerfassung wären nach dem 6-ten Lebensjahr persistierende Habits, Geburtsfehler oder bekannte Gendefekte, kieferchirurgische oder kieferorthopädische Vorgeschichte, nicht intakte oder gefüllte permanente Zähne, Milchgebiss, Wechselgebiss sowie Status nach Gesichtstraumata gewesen. Die Anamnese und die Befundaufnahme erfolgten durch die entsprechenden Behandler in den jeweiligen Praxen.

Eine Patientenaufklärung und unterzeichnete Einverständniserklärung waren die Voraussetzung für die Teilnahme an der Studie. Allen teilnehmenden Personen wurde erklärt, dass die aus den Befundunterlagen eruierten Daten in vollständig anonymisierter Form verwendet werden. Auch nach der Besprechung der erstellten Unterlagen wollten die Patienten ihre Einwilligung nicht mehr ändern, was sie jedoch jederzeit hätten tun dürfen, was dann nachteilslos den Ausschluss aus der Studie zur Folge gehabt hätte. Die nicht vollständig anonymisierten Profilbilder auf den

Abbildungen 20, 21, 34 bis 38, 40, 43, 45 und 46 waren von Patienten, die nicht Teil des Untersuchungspools waren. Diese Patienten hatten handschriftlich auf einer Einverständniserklärung festgehalten, dass ihre Bilder und die daraus abgeleiteten Informationen für diese Arbeit genutzt werden dürfen.

Es ergaben sich Gipsmodelle und je zwei seitliche Profilfotos von 91 Personen mit Status vor Kieferorthopädie. Von diesen 91 Personen hatten 10 Patienten nach Ablauf der 6 Monate auch einen Status nach Kieferorthopädie. Diese 10 Fälle wurden als quasi zufällige Stichprobe für die Messfehleranalyse der Messmethodenfehler bei den Zahnbreitenmessungen (Methode siehe Kapitel 3.3.3) herangezogen.

Nach den sechs Monaten Aufnahme von Patientenunterlagen wurde der Autor in die Praxis der Probandensammler eingeladen, um dort die gemachten Gipsmodelle mittels eines 3D-Scanners (Primescan™, SIRONA, D) einzuscannen und die beiden seitlichen Profilfotos mittels Smartphone (iPhone 9™, APPLE, USA) abzufotografieren. Zur Verblindung waren die Gipsmodelle nur mit der Patientenkartenummer [ID-Nummer] und dem Geburtsdatum beschriftet. Getrennt von diesen erhielt er alle gemachten seitlichen Gesichtsprofilbilder, welche zur Verblindung nur mit dem Namen und Vornamen der Patienten angeschrieben waren. So kannten nur die Patientensammler die Codierung der ID-Nummer zu den Patientennamen, bis zum Zeitpunkt der statistischen Daten-Analyse, wodurch die Verblindung garantiert war.

Nach der Datenerfassung durch den Autor gaben die Patientensammler nur dem Statistiker den "Zuordnungsschlüssel" zu den Patienten-ID-Nummern und den dazugehörigen Patientennamen bekannt. Vom Autor erhielt der Statistiker "gleichzeitig" zwei ausgefüllte Excel-Tabellen. Die eine Excel-Tabelle enthielt das zu den Patientennamen zugeordnete Geschlecht und die relativen Unterkiefergrößen, welche aus den seitlichen Profilfotos eruiert worden waren (Methode siehe Kapitel 3.3.4). Die andere Excel-Tabelle enthielt das zu den ID-Nummern zugeordnete Patientenalter und die eruierten Messdaten zu den ZBn (Methode siehe Kapitel 3.3.1 und 3.3.2). Dem Statistiker wurde erst nach seiner Zusammenfügung dieser beiden Tabellen die Zielfragen bzw. die acht Hypothesen dieser Dissertation mitgeteilt.

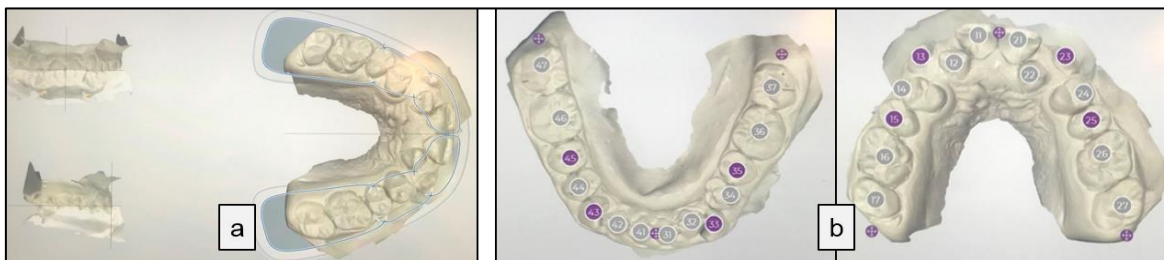
3.3 Datenerfassung und Zuteilungen

Die Datenerfassung der ZBn für die unterschiedlichen Vergleiche und die Zuteilungen der Vergleiche sowie der Unterkiefergrößen erfolgten durch den Autor.

3.3.1 Die automatische Zahnbreitenmessung durch die Software SW_{2.0}[®]

Die durch die Software SW_{2.0}[®] automatisch gemachten Messungen der ZBn ergab sich, nachdem die Scans nach ihrer Okklusionsebene im virtuellen Raum zentriert und alle Zähne markiert worden waren (**Abb. 22**).

Abbildung 22 Die von der Software SW_{2.0}[®] durchgeführte automatische ZBn-Messung.

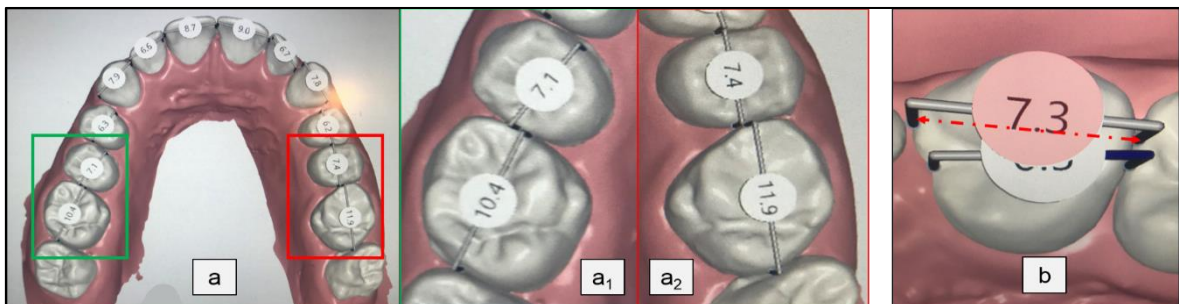


Quellen zur Abbildung 22: Der eigene Screenshot (a) zeigt die Einstellung eines Gebiss-Scans (Primescan™, SIRONA, D) anhand der Okklusionsebene – Okklusionsebene = Verbindung der distobukkalen Höckerspitze von m₂ mit der Inzisalkante von i₁ – und der Raphe mediana palatina im virtuellen Raum. Der eigene Screenshot (b) zeigt die markierten unteren und oberen Zähne.

3.3.2 Die manuelle Zahnbreitenmessung am Bildschirm

Zusätzlich zur automatischen Zahnbreitenmessung wurde auch eine Zahnbreitenmessung von Hand [manuell] mittels Cursor am Bildschirm gemacht (**Abb. 23**).

Abbildung 23 Die automatischen und die manuellen ZBn-Messungen im Vergleich.



Quellen zur Abbildung 23: Der eigene Screenshot (a; a₁/a₂) des Scans zeigt die automatische Vermessung der Oberkieferzähne, wobei hier – vermutlich wegen der Rotation des Zahnes 26 – der Zahn 26 um 15% breiter gemessen wird als der Zahn 16. Der eigene Screenshot (b) zeigt zum Beispiel am Zahn 24, wie bei der manuellen Messung stets die maximale mesio-distale ZB (rot; hier 7,3 mm) gemessen wurde, welche sich in der Regel in der bukkalen und nicht in der oralen Zahnhälfte befand.

3.3.3 Die Messfehleranalyse

Um zu klären, welche der beiden Zahnbreitenmessmethoden zur Beantwortung der drei Nebenzielfragen, der Hauptzielfrage und der Nachzielfrage genutzt werden sollte, galt es vorweg mittels einer bekannten Messfehleranalyse die Gültigkeit [Validität] der beiden Zahnbreitenmessmethoden zu objektivieren und auch miteinander zu vergleichen.

Zur Objektivierung der Validitäten der beiden Zahnbreitenmessmethoden – automatisch und manuell – wurden die ZBn-Messmethodenfehler in Form von *MF*-Werten (*MF* = Messmethodenfehler) der 24 einzelnen Zahntypen (16 bis 26 und 36 bis 46) ausgerechnet.

Der *MF*-Wert eines bestimmten Zahntyps wurde mittels erfassten Messwertschwankungen *d* – Differenz aus einer Erstmessung und einer Zweitmessung – und einer Formel nach DAHLBERG (1940) zu Messmethodenfehlern – $MF = \sqrt{(\sum d^2)/2n}$ – errechnet. Der *MF*-Werte ist die Wurzel aus der Summe von quadrierten Messwertschwankungen in Bezug zur Anzahl der Messungen.

Die *MF*-Wert-Berechnung nach DAHLBERG (1940) ist eine Möglichkeit, mit welcher sich die Validitäten von anderen in der Literatur beschriebenen Zahnbreitenmessmethoden miteinander vergleichen lassen. Prinzipiell galt nach DAHLBERG (1940) ein *MF*-Wert kleiner als 1 als vertrauenswürdig.

Als quasi zufällige Stichprobe für den Vergleich der automatischen mit der manuellen Zahnbreitenmessung wurden die 3D-Modell-Scans von den zehn Patienten (Anzahl verglichener Zähne eines Zahntyps = 10) genutzt, bei welchen neben den Gipsmodellen mit Status vor Kieferorthopädie [KFO] auch Gipsmodelle mit Status nach KFO vorhanden waren.

d = Zahnbreitenmessdifferenz = Messwertschwankung

(Hier war d = Messung vor KFO minus Messung nach KFO)

n = Anzahl verglichener Zähne eines Zahntyps

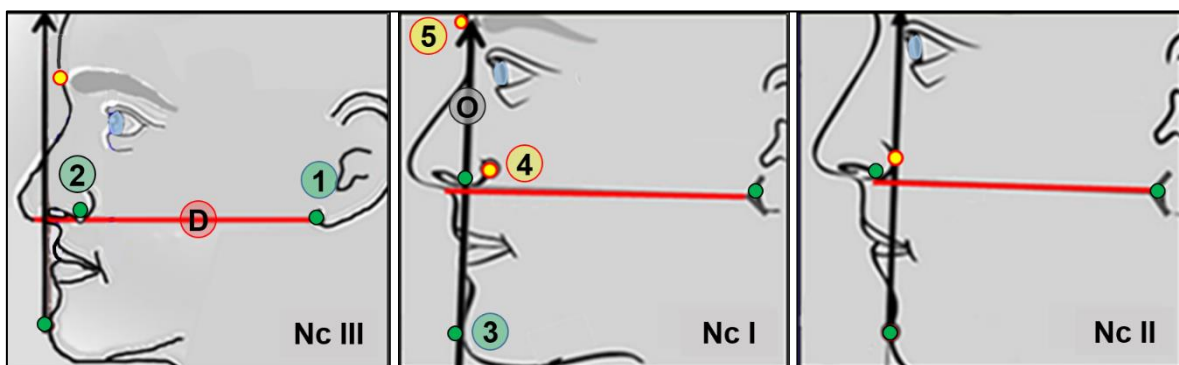
$2n$ = Anzahl gemachter Zahnbreitenmessungen

Mit der geeigneten analytischen Statistik wurde zum Vergleich der Validitäten der beiden Zahnbreitenmessmethoden die *MF*-Werte der automatischen Messungen mit den *MF*-Werten der manuellen Messungen verglichen.

3.3.4 Die Einteilung der Unterkiefergrößen

Zur Unterscheidung von drei möglichen Unterkiefergrößen, fotografierte der Autor die zur Verfügung gestellten Patienten-Profilfotos mit seinem iPhone (G9®, Apple, USA) und übertrug die Bilder auf seinen Laptop. Mit einem Präsentationsprogramm (PowerPoint®, Microsoft, USA) zeichnete er die Diskriminante D auf die Profilbilder ein und unterschied mit einem orthogonal zu D stehenden Vektors O (Orthogonale) drei unterschiedliche Unterkiefergrößen in Bezug zum vorderen Nasenraum [Norma Klasse (kurz: NK) I, II oder III; "Norma" (Latein) = Rechter Winkel] (Abb. 24).

Abbildung 24 | Die drei Unterkiefergrößen [die Norma Klassen I, II und III].



Quelle zur Abbildung 24: Die eigene Abbildung zeigt wie für die Zuordnung in eine von drei Unterkiefergrößen [Norma Klassen: NK I; NK II oder NK III] das fotografierte Gesichtprofil verwendet wurde. Auf beiden Seiten wurde eine diskriminierende Grundlinie vom vordersten Punkt der Basis des Ohrläppchens [aE] (1) tangential an den kaudalsten Punkt des Nasenflügels [Ac = Alara caudale] (2) gezeichnet. Die abstrakte Tangente von aE an Ac – Diskriminante D genannt – diente als projizierte Trennebene zwischen dem morphologischen Ober- und Untergesicht. Der Punkt Weichgewebe-Pogonion [Pg'] (3) – vorderster Punkt des Unterkiefers – wurde als Ausgangspunkt für eine Orthogonale [O] (Orthogonal Winkel $\gamma' = 90^\circ$) an D benutzt. O wurde als gnathologische Trennebene der Unterkiefergröße verwendet: Wenn O über den hintersten Punkt des Nasenflügels [Ap = Alara posterior] (4) oder posterior von diesem verlief, dann wurde der Person eine kleine Unterkieferseite [NK II = konvexer Gesichtstyp; fazial retrognath] zugeordnet. Wenn O zwischen Ap und dem vordersten Punkt zwischen den Augenbrauen [Gl = Glabella] (5) oder über diesen verlief, wurde ihr eine mittel große Unterkieferseite [NK I = gerader Gesichtstyp; fazial eugnath] zugeordnet. Wenn O vor Gl durchlief, wurde ihr eine große Unterkieferseite [NK III = konkaver Gesichtstyp; fazial prognath] zugeordnet. Die Einteilungsfehlertoleranz wird auf $\pm 1\text{mm}$ geschätzt.

Der Bereich oberhalb der Diskriminanten D wird ab hier morphologisches Obergesicht und der Bereich darunter als morphologisches Untergesicht bezeichnet.

3.3.5 Die Vergleiche der Zahnbreiten

Insgesamt wurden drei unterschiedliche Zahnbreitenvergleiche in den sechs Subgruppen – zwei Geschlechter mit je drei Norma Klassen – durchgeführt und auch eine eventuell vorhandene Probabilisation zwischen den Subgruppen überprüft:

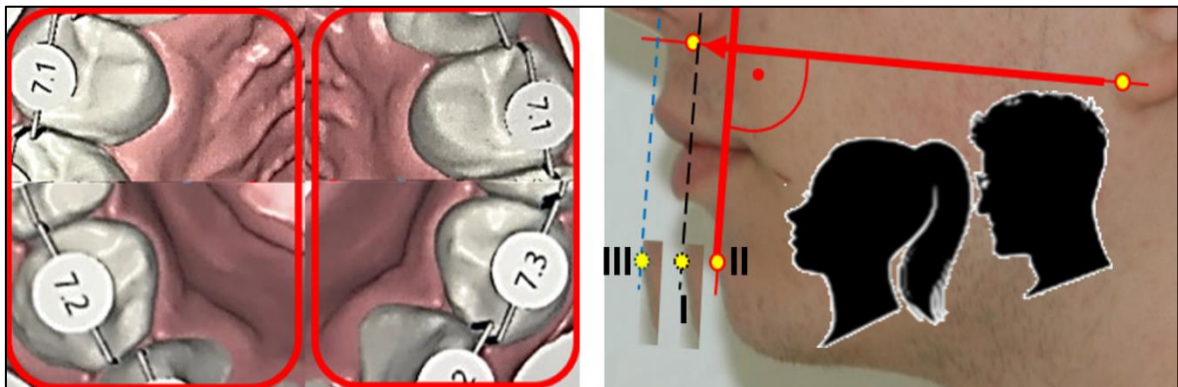
3.3.5.1 Erstens: Zahnbreitenvergleiche zwischen gleichen Zahntypen

Es wurden die ersten zwölf permanenten Zähne – Oberkiefer: I₁, I₂, C, P₁, P₂, M₁; Unterkiefer: i₁, i₂, c, p₁, p₂, m₁ – auf ZBn-Unterschiede in den Subgruppen getestet.

3.3.5.2 Zweitens: Zahnbreitenvergleiche zwischen homologen Antagonisten

ZBn von homologen Antagonisten wurden mit dem Wilcoxon-Test getestet (Abb. 25).

Abbildung 25 | Die ZBn von homologen Antagonisten in den NKn und in den Geschlechtern.

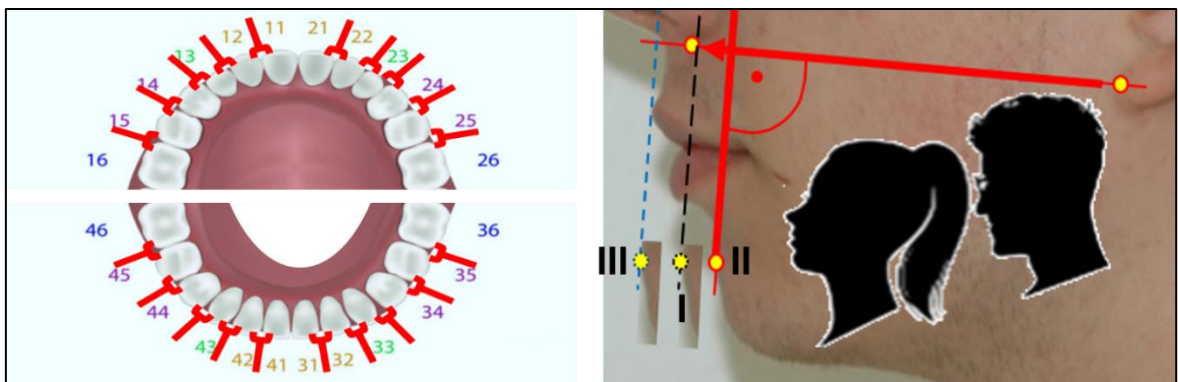


Quelle zur Abbildung 25: Die eigene Abbildung zeigt die ersten Prämolaren als homologe Antagonisten in den 6 Subgruppen (je drei Unterkiefergrößen pro Geschlecht).

3.3.5.3 Drittens: Zahnbreitenvergleiche zwischen benachbarten Zähnen

ZBn von benachbarten Zähnen wurden mit dem Wilcoxon-Test getestet (Abb. 26).

Abbildung 26 | Die ZBn von benachbarten Zähnen in den NKn und in den Geschlechtern.

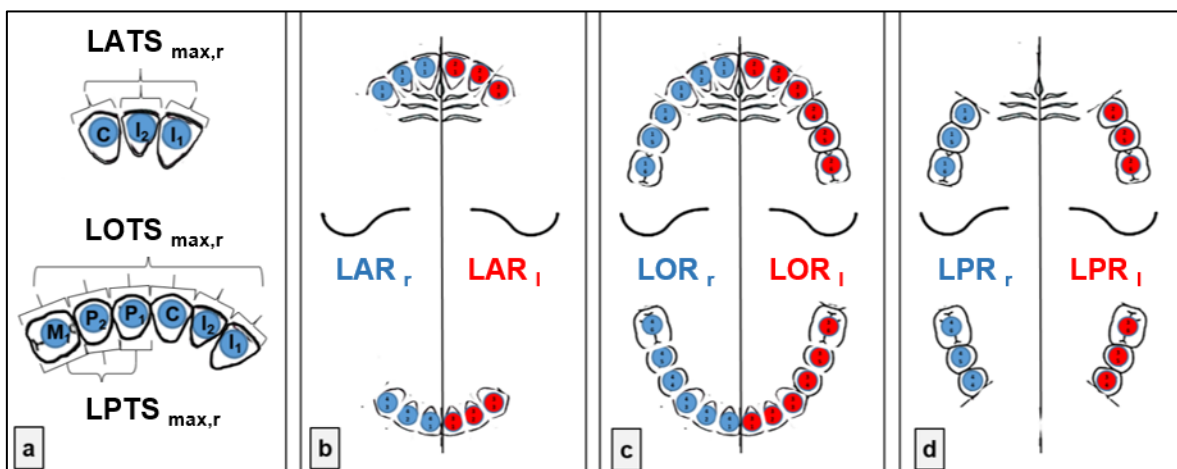


Quelle zur Abbildung 26: Die eigene Abbildung zeigt schematisch die benachbarte Zähne in den 6 Subgruppen (je drei Unterkiefergrößen pro Geschlecht).

3.3.6 Die Berechnung der Zahnbreitensummen und ZBSVse

Die ZBn wurden zu drei unterschiedlichen lateralen Zahnbreitensummen [LZBSn] zusammengerechnet. So konnten eine laterale Frontzahnbreitensumme [LATS], eine laterale Gesamtzahnbreitensumme [LOTS] und eine laterale Seitenzahnbreitensumme [LPTS] unterschieden werden (Abb. 27a). Aus den LZBSn wurden drei unterschiedliche laterale intermaxilläre Zahnbreitensummenverhältnisse [LZBSVse] berechnet: Laterale anterior Ratio [LAR], laterale overall Ratio [LOR] und laterale posterior Ratio [LPR] (Abb. 27b-c).

Abbildung 27 Die lateralen ZBSn und die lateralen ZBSVse.



Quelle zur Abbildung 27: Die eigene Abbildung (a) zeigt die Methoden zur Berechnung der lateralen ZBSn: Die obere rechte Frontzahnbreitensumme [LATS_{max,r}], die obere rechte Gesamtzahnbreitensumme [LOTS_{max,r}] und die obere rechte Seitenzahnbreitensumme [LPTS_{max,r}]. Die eigene Abbildung (b) zeigt die Methode zur Berechnung der lateralen Zahnbreitensummenverhältnisse vom Typ der lateralen anterior Ratios [LARs]. Die LAR wird seitengetrengt errechnet. Zum Beispiel rechts: $LAR_r = 100 \times (i_1 + i_2 + c)_r / (l_1 + l_2 + C)_r = 100 \times [LATS_{man,r}] / [LATS_{max,r}]$. Das Berechnungsprinzip ist dasselbe wie bei der originalen Bolton Analyse, nur dass es pro Patient zwei Werte gibt. Die eigene Abbildung (c) zeigt die Methode zur Berechnung der Zahnbreitensummenverhältnisse vom Typ der lateralen overall Ratios [LORs]. Die eigene Abbildung (d) zeigt die Methode zur Berechnung der Zahnbreitensummenverhältnisse vom Typ der lateralen posterior Ratios [LPRs].

Die LATS_{max}, LATS_{man}, LPTS_{max}, LPTS_{man}, LOTS_{max}, LOTS_{man}, LAR, LOR und LPR wurden auf Unterschiede in den Geschlechtern und in den drei unterschiedlichen Unterkiefergrößen getestet und auch mit den Normwerten für die OR_μ und AR_μ von BOLTON (1958) sowie mit den Normwerten für globalisierte Normokklusionen von MACHADO ET AL. (2019) verglichen.

Die LAR, LPR und LOR werden gemeinsam laterale ZBSVse [LZBSVse] genannt.

3.4 Datenauswertung

Die Auswertung und Darstellung der 182 seitlichen Datensätze von den 91 Patienten erfolgte durch eigene Tabellen und Säulendiagramme nach deskriptiven und analytischen Angaben gemäß dem Programm SPSS Statistics 23[®] (IBM, USA).

Die analytische Statistik wurde durch einen erfahrenen Bio-Statistiker – Univ. Prof. Mag. Dr. PhDr. Willhelm Frank MLS – durchgeführt, welcher das Programm SPSS Statistics 23[®] (IBM, USA) zur Testung von kephalometrischen Merkmalen wie z.B. die ZBn bestens kannte. Das definitive Ziel dieser Dissertation wurde dem Statistiker erst nach den Analysen bekannt gegeben, weshalb die Datenauswertung ebenfalls als verblindet angesehen werden kann.

Die Testungen auf Normalverteilung erfolgte mittels Kolmogorov-Smirnov Test [KS-Test]. Der KS-Test ist ein analytischer Test, welcher die Verteilung der erfassten Daten mit einer Normalverteilungskurve vergleicht. Unterscheiden sich die beiden Verteilungen mit einer Wahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05$, dann liegt keine Normalverteilung vor. Bei Vorliegen einer Normalverteilung wurden parametrische Folgetests verwendet, bzw. bei Vorliegen einer Nicht-Normalverteilung wurden nicht-parametrische Folgetests verwendet.

Die Mittelwerte von zwei unabhängigen Stichprobengruppen, welche normalverteilt waren, wurden mit dem zweiseitigen Studententest [t-Test] auf Unterschiede in deren Grundgesamtheit getestet. Lag die Wahrscheinlichkeit für eine Übereinstimmung unter $p \leq 0,05$, wurde davon ausgegangen, dass sich die beiden Stichproben nichtzufällig unterscheiden. Waren die Stichproben nicht normalverteilt, wurde der nicht parametrische Folgetest nach Mann-Whitney [U-Test] verwendet.

Die Testungen auf eine möglicherweise ungleichmäßige Verteilung von Parametern – wie zum Beispiel das Alter – in den drei Unterkiefergrößen klein, mittelgroß und groß erfolgte mit dem Kruskal Wallis Test [H-Test]. Falls der p -Wert des H-Tests $\leq 0,05$ wäre, dann wäre ein bestimmtes Alter in einer der drei verschiedenen Unterkiefergrößen übermäßig vertreten gewesen.

Die Testung auf mögliche Unterschiede von *abhängigen* Stichproben – Vergleiche innerhalb des gleichen Patienten – erfolgte mit dem nicht-parametrischen Wilcoxon-Test [W-Test]. Mit diesem Test wird die Gleichheit der zentralen Tendenz –

Medianwerte – überprüft. War beim W-Test der p -Wert $\leq 0,05$, dann waren die Messwerte der Stichproben nicht nur zufällig unterschiedlich, bzw. sie unterschieden sich signifikant. Aus Gründen der einheitlichen Darstellung wurde in den deskriptiven Tabellen nicht der Wert für die zentrale Tendenz, sondern jeweils der Mittelwert $[\mu]$ (zahnmedizinischer Usus) angegeben, obschon dies methodisch nicht ganz rein ist.

Die Testungen auf mögliche Zusammenhänge zwischen den Geschlechtern und den Unterkiefergrößen erfolgten mittels dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson [C-Test]. Dieser stochastische Unabhängigkeitstest belegt bei Vorliegen eines p -Wertes von $\leq 0,05$, dass die zwei verglichenen Merkmale voneinander abhängig sind.

Generell wurde ein Alpha-Wahrscheinlichkeitswert von $p \leq 0,05$ als Grenzwertentscheidung verwendet, um signifikante – nicht-zufällige – Unterschiede in den ZBn, ZBSn und ZBSVsen im Vergleich der Unterkiefergrößen und der Geschlechter enthüllen zu können:

Ein Alpha-Wert von $p > 0,1$ wurde als nicht signifikant bezeichnet.

Ein Alpha-Wert von $p \leq 0,1$ wurde als tendenziell signifikant bezeichnet.

Ein Alpha-Wert von $p \leq 0,05$ wurde als signifikant bezeichnet.

Ein Alpha-Wert von $p \leq 0,01$ wurde als hoch signifikant bezeichnet.

Ein Alpha-Wert von $p \leq 0,001$ wurde als höchst signifikant bezeichnet.

Die Testung auf Unterschiede in den p -Wert Wahrscheinlichkeiten [Probabilisations-Test] von Subgruppen erfolgt mittels einfachem oder gepaartem t-Test, weil davon ausgegangen wird, dass p -Werte prinzipiell normalverteilt sind.

Die Testungen auf mögliche Unterschiede der Datenverteilung in Bezug zu anderen Normwerten erfolgte aus Gründen der Test-Homogenität ebenfalls mit dem t-Test.

:

4 ERGEBNISSE

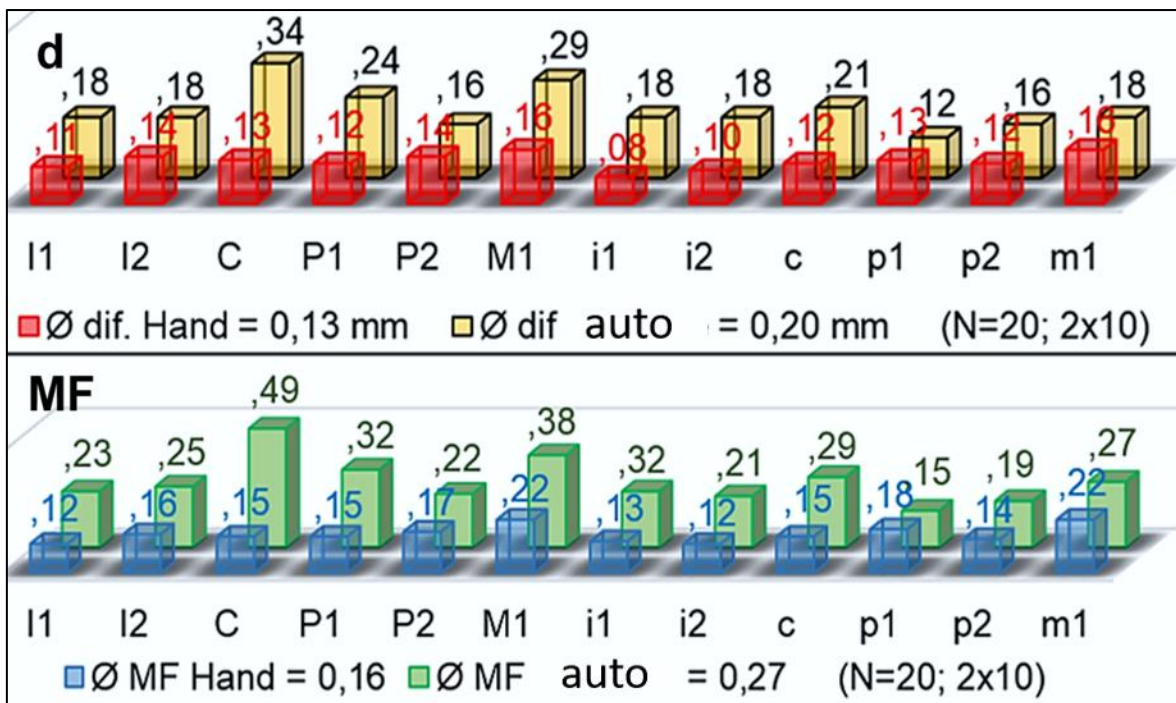
Alle Ergebnisse zur Messfehleranalyse, zu den ZBn, ZBSn, ZBSVsen, Vergleichen mit den Normwerten von [BOLTON \(1958\)](#) und den Normwerten von [MACHADO ET AL. \(2019\)](#) wurden in Abbildungen oder Tabellen dargestellt.

4.1 Zur Messfehleranalyse

Zum Vergleich der Validität der Zahnbreitenmessmethoden wurden die *MF*-Werte aus den Messschwankungsbreiten *d* (= Messungenauigkeit) aller Zahntypen der zehn quasi zufällig erfassten – auch fertig behandelten – Patienten berechnet.

Der Messfehler *d* betrug bei der manuellen Messung durchschnittlich $d_{\mu} = 130 \mu\text{m}$ und bei der automatischen Messung betrug der durchschnittliche Messfehler $d_{\mu} = 200 \mu\text{m}$. Die berechneten *MF*-Werte waren alle kleiner als 0,5, wobei in der Regel (mit Ausnahme der *MF*-Werte für p_1) die *MF*-Werte welche aus den manuellen Messungen berechnet wurden kleiner waren, wie die *MF*-Werte welche aus den automatischen Messungen berechnet wurden (**Abb. 28**).

Abbildung 28 Die Messschwankungsbreiten *d* und ihre *MF*-Werte.



Quelle zur Abbildung 28: Die eigene Abbildung zeigt das Resultat zur Validität der Messmethoden. Bei der manuellen Messung betrug der mittlere Messfehler $d_{\mu} = 130 \mu\text{m}$ und bei der automatischen Messung betrug $d_{\mu} = 200 \mu\text{m}$. Der höchste *MF*-Wert betrug 0,47 – nach automatischer Messung –.

Ein analytischer Simultanvergleich der *MF*-Werte mittels Studenten-Test (t-Test) – die *MF*-Werte beider Methoden waren normalverteilt – enthüllte, dass die *MF*-Werte aus den manuellen Messungen hoch signifikant ($p = 0,002$) kleiner waren, als diejenigen welche aus den automatischen Messungen berechnet wurden (Tab. 1).

Tabelle 1 | t-Test zu den MF-Werten der beiden Zahnbreiten-Messmethoden.

| Der t-Test zum Unterschied der MF-Werte zwischen manuellen und automatischen Messungen | | | | | | | | | |
|--|------------------------|--------------------------|--|---|---|---------|--------|-------------|---------------------|
| Manuell Automatisch | | $\mu = 0,1592$ | $N = 12$ | $St.D = ,0337$ | Standardfehler des Mittelwertes $= ,00973$ | | | | |
| | | $\mu = 0,2692$ | $N = 12$ | $St.D = ,0924$ | Standardfehler des Mittelwertes $= ,02667$ | | | | |
| Gepaarte Unterschiede | | | | | | | | | |
| t-Test | Mittelwert | Std.- Abwei- chung | Standard- fehler des Mittelwer- tes | 95% Konfidenzinter- vall der Differenz | | T | df | Signifikanz | |
| | | | | Untere | Obere | | | | |
| Paar | Manuell Automatisch | -,1100 | ,09105 | ,02629 | -,16785 | -,05215 | -4,185 | 11 | p = 0,002 ** |

Quelle zur Tabelle 1: Die eigene Tabelle zeigt die p - Werte mit Signifikanz * = $p \leq 0,05$ für Unterschiede in den MF-Werten.

Das analytische Ergebnis zu den *MF*-Werten enthüllt, dass die Validität der manuellen Messmethode zufallsfrei besser ist als diejenige der automatischen Messmethode mit der Software SW_{2,0}[®].

Auf Grund von diesem Ergebnis wurden alle weiteren Analysen zur Beantwortung der drei Nebenzielfragen, der Hauptzielfrage und der Nachzielfrage nur noch mit den von Hand gemessenen ZBn durchgeführt.

4.2 Zur Datenverteilung

1. Die Altersverteilung lag zwischen 144 und 529 Monaten mit $\mu = 197 \pm 47$ Monaten bei den Männern ($N = 39$) und $\mu = 210 \pm 75$ Monaten bei den Frauen ($N = 52$) und das Alter war nicht normalverteilt ($p \leq 0,001$; Kolmogorov-Smirnov-Test)
2. Der Kruskal-Wallis-Test belegte, dass es keinen signifikanten ($p = 0,655$) Altersunterschied in den Norma Klassen gab.
3. Der Chi-Quadrat-Test belegte, dass es keinen signifikanten ($p = 0,642$) Zusammenhang zwischen den Geschlechtern und den Norma Klassen gab.

4.3 Zu den Zahnbreiten

4.3.1 Vergleiche von einzelnen Zahntypen

Die Tabelle 2 belegt deskriptiv die Datenverteilung der ZBn von einzelnen Zahntypen im Gesamtpool, den Geschlechtern und in den sechs Subgruppen.

Tabelle 2 | Deskription zu den ZBn von Zahntypen in den Teil- und Subgruppen.

| ZBn μ und St. Abw. in mm | I ₁ | I ₂ | C | P ₁ | P ₂ | M ₁ | i ₁ | i ₂ | c | p ₁ | p ₂ | m ₁ |
|----------------------------------|----------------|----------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------|----------------|----------------|----------------|
| Alle (N = 182) | 8,5 | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,7 | 10,2 | 5,3 | 5,9 | 6,7 | 7,0 | 7,1 | 10,9 |
| Erste Standard Abweichung | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,6 |
| Weiblich (N = 104) | 8,5 | 6,6 | 7,6 | 6,9 | 6,6 | 10,2 | 5,2 | 5,8 | 6,6 | 6,9 | 7,1 | 10,8 |
| Erste Standard Abweichung | 0,6 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,6 |
| Maximum | 10,1 | 7,6 | 8,7 | 8,0 | 8,7 | 11,4 | 6,0 | 6,9 | 7,7 | 8,2 | 8,0 | 11,9 |
| Minimum | 7,1 | 5,6 | 6,6 | 5,9 | 5,8 | 8,8 | 4,1 | 4,7 | 5,6 | 5,8 | 6,0 | 9,3 |
| Männlich (N = 78) | 8,6 | 6,8 | 7,8 | 7,0 | 6,8 | 10,4 | 5,3 | 5,9 | 6,8 | 7,1 | 7,2 | 11,0 |
| Erste Standard Abweichung | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,6 |
| Maximum | 10,1 | 7,9 | 8,6 | 7,8 | 7,7 | 11,5 | 5,9 | 6,8 | 7,8 | 8,7 | 8,2 | 12,2 |
| Minimum | 7,3 | 5,8 | 7,2 | 6,3 | 5,8 | 9,4 | 4,7 | 5,1 | 5,8 | 6,3 | 6,4 | 9,9 |
| Weiblich NK I (N = 43) | 8,5 | 6,6 | 7,5 | 6,8 | 6,7 | 10,1 | 5,3 | 5,9 | 6,6 | 7,0 | 7,0 | 11,0 |
| Erste Standard Abweichung | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,6 |
| Weiblich NK II (N = 47) | 8,4 | 6,7 | 7,6 | 6,9 | 6,5 | 10,2 | 5,2 | 5,6 | 6,5 | 6,8 | 7,0 | 10,6 |
| Erste Standard Abweichung | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 |
| Weiblich NK III (N = 14) | 8,5 | 6,6 | 7,8 | 7,2 | 6,8 | 10,1 | 5,3 | 6,2 | 6,8 | 7,2 | 7,2 | 11,1 |
| Erste Standard Abweichung | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,6 |
| Männliche NK I (N = 29) | 8,8 | 6,9 | 8,0 | 7,1 | 6,8 | 10,5 | 5,4 | 6,1 | 7,0 | 7,2 | 7,3 | 11,2 |
| Erste Standard Abweichung | 0,6 | 0,6 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,5 |
| Männliche NK II (N = 33) | 8,6 | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,7 | 10,4 | 5,3 | 5,8 | 6,7 | 7,1 | 7,1 | 10,9 |
| Erste Standard Abweichung | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,6 |
| Männliche NK III (N = 16) | 8,5 | 6,8 | 7,7 | 7,0 | 6,9 | 10,1 | 5,3 | 5,9 | 6,9 | 7,1 | 7,2 | 11,0 |
| Erste Standard Abweichung | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,5 |

Quelle zur Tabelle 2: Die eigene Tabelle zeigt die Mittelwerte und die ersten Standardabweichungen der ZBn von den verschiedenen Zahntypen im Gesamtpool, in den Teilgruppen und in den Subgruppen.

Die Prüfung der ZBn von einzelnen Zahntypen auf Normalverteilung mit dem Kolmogorov Smirnov Test (KS-Test) ergab, dass die überwiegende Anzahl der Zähne keine normalverteilte Datenverteilung der ZBn aufwiesen, wobei die Eckzähne im Oberkiefer die einzigen Zähne waren, welche sich in beiden Geschlechtern mit einer normalverteilten Datenmenge auszeichneten (Tab. 3).

Tabelle 3 | KS-Tests zu den ZBn.

| Normalverteilt | I ₁ | I ₂ | C | P ₁ | P ₂ | M ₁ | i ₁ | i ₂ | c | p ₁ | p ₂ | m ₁ |
|----------------------|----------------|----------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|
| Weiblich: p = | ,005* | ,001* | ,200 | ,006* | ,151 | ,008* | ,049* | ,035* | ,042* | ,003* | ,035* | ,016* |
| Männlich: p = | ,001* | ,033* | ,200 | ,200 | ,031* | ,056 | ,086 | ,029* | ,200 | ,034* | ,015* | ,022* |

Quelle zur Tabelle 3: Die eigene Tabelle zeigt die p-Werte nach Prüfung der Daten zu den manuell gemessenen ZBn auf Normalverteilung.

Die analytische Testung mit dem U-Test ergab unter anderem, dass die oberen lateralen Inzisiven [I₂] die einzigen Zahntypen waren, welche sich in keinem einzigen Teil- oder Subgruppenvergleich signifikant unterschieden und dass sich die oberen zweiten Prämolaren [P₂] am ausgeprägtesten zwischen den Subgruppen unterschieden. Der probabilistische Unterschied – Testung mittels dem gepaarten t-Test – zwischen I₂ und P₂ war signifikant (p = 0,011) und derjenige zwischen I₂ und M₁ war sogar hoch signifikant (p = 0,008) (Tab. 4).

Tabelle 4 | U-Tests zu den ZBn der einzelnen Zahntypen in den Teil- und Subgruppen.

| Zahntypen μ und p-Werte | I ₁ | I ₂ | C | i ₁ | i ₂ | c | P ₁ | P ₂ | M ₁ | p ₁ | p ₂ | m ₁ |
|----------------------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Weibliche μ | 8,5 | 6,6 | 7,6 | 6,9 | 6,6 | 10,2 | 5,2 | 5,8 | 6,6 | 6,9 | 7,1 | 10,8 |
| Alle p = | ,028* | ,172 | ,003* | ,030* | ,025* | ,001* | ,066 | ,062 | ,053 | ,013* | ,052 | ,151 |
| Männliche μ | 8,6 | 6,8 | 7,8 | 7,0 | 6,8 | 10,4 | 5,3 | 5,9 | 6,8 | 7,1 | 7,2 | 11,0 |
| NK III μ | 8,5 | 6,6 | 7,8 | 7,2 | 6,8 | 10,1 | 5,33 | 6,2 | 6,8 | 7,2 | 7,2 | 11,1 |
| Weibliche p = | ,918 | ,801 | ,008* | ,005* | ,362 | ,919 | ,472 | ,019* | ,085 | ,234 | ,328 | ,457 |
| NK I μ | 8,5 | 6,6 | 7,5 | 6,8 | 6,7 | 10,1 | 5,26 | 5,9 | 6,6 | 7,0 | 7,0 | 10,9 |
| NK II μ | 8,4 | 6,7 | 7,6 | 6,9 | 6,5 | 10,2 | 5,2 | 5,6 | 6,5 | 6,8 | 7,0 | 10,6 |
| Weibliche p = | ,653 | ,881 | ,437 | ,551 | ,125 | ,802 | ,284 | ,010* | ,129 | ,096 | ,629 | ,008* |
| NK I μ | 8,5 | 6,6 | 7,5 | 6,8 | 6,7 | 10,1 | 5,3 | 5,9 | 6,6 | 7,0 | 7,0 | 10,9 |
| NK II μ | 8,4 | 6,7 | 7,6 | 6,9 | 6,5 | 10,2 | 5,2 | 5,6 | 6,5 | 6,8 | 7,0 | 10,6 |
| Weibliche p = | ,959 | ,952 | ,132 | ,017* | ,102 | ,911 | ,137 | ,001* | ,009* | ,001* | ,782 | ,012* |
| NK III μ | 8,5 | 6,6 | 7,8 | 7,2 | 6,8 | 10,1 | 5,3 | 6,2 | 6,8 | 7,2 | 7,2 | 11,1 |
| NK III μ | 8,5 | 6,8 | 7,7 | 7,0 | 6,9 | 10,1 | 5,3 | 5,9 | 6,9 | 7,1 | 7,2 | 11 |
| Männliche p = | ,088 | ,336 | ,012* | ,490 | ,962 | ,009* | ,047* | ,048* | ,062 | ,452 | ,445 | ,036* |
| NK I μ | 8,8 | 6,9 | 8,00 | 7,1 | 6,8 | 10,5 | 5,4 | 6,1 | 7,0 | 7,2 | 7,3 | 11,2 |
| NK II μ | 8,6 | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,7 | 10,4 | 5,3 | 5,8 | 6,7 | 7,1 | 7,1 | 10,9 |
| Männliche p = | ,070 | ,102 | ,016* | ,052 | ,087 | ,355 | ,085 | ,005* | ,001* | ,054 | ,001* | ,007* |
| NK I μ | 8,8 | 6,9 | 8,0 | 7,1 | 6,8 | 10,5 | 5,4 | 6,1 | 7,0 | 7,2 | 7,3 | 11,2 |
| NK II μ | 8,6 | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,7 | 10,4 | 5,28 | 5,8 | 6,7 | 7,1 | 7,1 | 10,9 |
| Männliche p = | ,872 | ,631 | ,915 | ,764 | ,152 | ,111 | ,805 | ,238 | ,143 | ,163 | ,094 | ,983 |
| NK III μ | 8,5 | 6,8 | 7,7 | 7,0 | 6,9 | 10,1 | 5,28 | 5,9 | 6,9 | 7,1 | 7,2 | 11 |

Quelle zur Tabelle 4: Die eigene Tabelle zeigt die p-Werte mit Signifikanz * = p ≤ 0,05 für Unterschiede in den ZBn im Vergleich der einzelnen Zahntypen in den Teilgruppen und in den Subgruppen.

4.3.2 Vergleiche von homologen antagonistischen Zähnen

Die Tabelle 5 belegt deskriptiv die Mittelwerte der ZBn in der Gegenüberstellung von homologen Antagonisten im Patientenpool und in den Subgruppen sowie analytisch die Ergebnisse nach dem Wilcoxon-Test auf signifikante Unterschiede.

Tabelle 5! Deskription und Wilcoxon-Test zu den ZBn von homologen Antagonisten.

| Antagonisten μ und p-Werte | NK | Kiefer | $I_1 \leftrightarrow i_1$ | $I_2 \leftrightarrow i_2$ | $C \leftrightarrow c$ | $P_1 \leftrightarrow p_1$ | $P_2 \leftrightarrow p_2$ | $M_1 \leftrightarrow m_1$ |
|---|------|------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Weibliche und männliche Patienten | Alle | μ max. | 8,5 | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,7 | 10,2 |
| | | \leftrightarrow man. | 5,3 | 5,9 | 6,7 | 7,0 | 7,1 | 10,9 |
| | | N = 182 | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p = 0,014^*$ | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ |
| Weibliche Patienten | I | μ max. | 8,5 | 6,6 | 7,5 | 6,8 | 6,6 | 10,1 |
| | | \leftrightarrow man. | 5,3 | 5,9 | 6,6 | 7,0 | 7,0 | 10,9 |
| | | N = 43 | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p = 0,008^*$ | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ |
| Weibliche Patienten | II | μ max. | 8,4 | 6,7 | 7,6 | 6,9 | 6,5 | 10,2 |
| | | \leftrightarrow man. | 5,2 | 5,6 | 6,5 | 6,8 | 7,0 | 10,6 |
| | | N = 47 | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p = 0,362$ | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ |
| Weibliche Patienten | III | μ max. | 8,5 | 6,6 | 7,8 | 7,2 | 6,8 | 10,1 |
| | | \leftrightarrow man. | 5,3 | 6,2 | 6,8 | 7,2 | 7,2 | 11,1 |
| | | N = 14 | $p < 0,001^*$ | $p = 0,054$ | $p < 0,001^*$ | $p = 0,726$ | $p = 0,012^*$ | $p = 0,001^*$ |
| Männliche Patienten | I | μ max. | 8,8 | 6,9 | 8,0 | 7,1 | 6,8 | 10,5 |
| | | \leftrightarrow man. | 5,4 | 6,1 | 7,0 | 7,2 | 7,3 | 11,2 |
| | | N = 29 | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p = 0,048^*$ | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ |
| Männliche Patienten | II | μ max. | 8,6 | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,7 | 10,4 |
| | | \leftrightarrow man. | 5,3 | 5,8 | 6,7 | 7,1 | 7,1 | 10,9 |
| | | N = 33 | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p = 0,159$ | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ |
| Männliche Patienten | III | μ max. | 8,5 | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,9 | 10,1 |
| | | \leftrightarrow man. | 5,3 | 5,9 | 6,9 | 7,1 | 7,2 | 10,8 |
| | | N = 16 | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p < 0,001^*$ | $p = 0,150$ | $p = 0,006^*$ | $p < 0,001^*$ |

Quelle zur Tabelle 5: Die eigene Tabelle zeigt die p-Werte mit Signifikanz * = $p \leq 0,05$ für Unterschiede in den ZBn im Vergleich von Antagonisten im Patientenpool und in den Subgruppen.

Alle Antagonisten-Paare bis auf vier Vergleiche zwischen den ersten Prämolaren sowie ein Vergleich zwischen den lateralen Inzisiven unterscheiden sich signifikant in ihren ZBn. Der nur zufällige Unterschied der ZBn von I_2 und i_2 in der weiblichen Norma Klasse III kann als typisches Merkmal für diese Subgruppe angesehen werden: Die ZBn der Zähne I_2 und i_2 sind in der weiblichen NK III in der Regel praktisch gleich breit. Umgekehrt kann auch der hoch signifikante Unterschied zwischen P_1 und p_1 in der weiblichen Norma Klasse I als typisches Merkmal für diese Subgruppe angesehen werden: Die ZBn der ersten Prämolaren im Unterkiefer p_1 sind bei der weiblichen NK I in der Regel grösser als die ZBn ihrer homologen Antagonisten im Oberkiefer P_1 . Eine Testung auf Probabilisation zwischen den Subgruppen mittels gepaartem t-Test ($N = 6$) enthüllt mit $p = 0,02$, dass sich die ZBn der ersten Prämolaren signifikant weniger wahrscheinlich von ihren homologen Antagonisten unterscheiden als die ZBn von allen anderen Antagonisten-Pärchen.

4.3.3 Vergleiche von benachbarten Zähnen im Oberkiefer und Unterkiefer

Die benachbarten Zähne wurden in jedem Kiefer getrennt miteinander verglichen.

4.3.3.1 Zahnbreitenunterschiede von benachbarten Zähnen im Oberkiefer

Die Tabelle 6 belegt deskriptiv die Mittelwerte der ZBn von benachbarten Oberkieferzähnen im Gesamtpool und in den sechs Subgruppen sowie analytisch die Ergebnisse nach Testung mit dem Wilcoxon-Test auf signifikante Unterschiede.

Tabelle 6 | Deskription und Wilcoxon-Test der ZBn von benachbarten Oberkieferzähnen.

| Benachbarte Zähne μ und p-Werte | NK | Maxilla | I ₁ ↔ I ₂ | I ₂ ↔ C | C ↔ P ₁ | P ₁ ↔ P ₂ | P ₂ ↔ M ₁ |
|---|------|----------|---------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Weibliche und männliche Patienten | Alle | μ mesial | 8,5 | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,7 |
| | | ↔ distal | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,7 | 10,2 |
| | | N = 182 | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* |
| Weibliche Patienten | I | μ mesial | 8,5 | 6,6 | 7,5 | 6,8 | 6,6 |
| | | ↔ distal | 6,6 | 7,5 | 6,8 | 6,6 | 10,1 |
| | | N = 43 | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p = 0,003* | p < 0,001* |
| Weibliche Patienten | II | μ mesial | 8,4 | 6,7 | 7,6 | 6,9 | 6,5 |
| | | ↔ distal | 6,7 | 7,6 | 6,9 | 6,5 | 10,2 |
| | | N = 47 | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* |
| Weibliche Patienten | III | μ mesial | 8,5 | 6,6 | 7,8 | 7,2 | 6,8 |
| | | ↔ distal | 6,6 | 7,8 | 7,2 | 6,8 | 10,1 |
| | | N = 14 | p < 0,001* | p < 0,001* | p = 0,002* | p = 0,005* | p < 0,001* |
| Männliche Patienten | I | μ mesial | 8,8 | 6,9 | 8,0 | 7,1 | 6,8 |
| | | ↔ distal | 6,9 | 8,0 | 7,1 | 6,8 | 10,5 |
| | | N = 29 | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* |
| Männliche Patienten | II | μ mesial | 8,6 | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,7 |
| | | ↔ distal | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,7 | 10,4 |
| | | N = 33 | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* |
| Männliche Patienten | III | μ mesial | 8,5 | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,9 |
| | | ↔ distal | 6,7 | 7,7 | 7,0 | 6,9 | 10,1 |
| | | N = 16 | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p = 0,109 | p < 0,001* |

Quelle zur Tabelle 6: Die eigene Tabelle zeigt die p-Werte mit Signifikanz * = p ≤ 0,05 für Unterschiede in den ZBn von benachbarten Zähnen der Maxilla im Patientenpool und in den Subgruppen.

Die analytische Testung mit dem Wilcoxon-Test ergab, dass sich im Oberkiefer bis auf eine Ausnahme – die ZBn der Prämolaren (P₁ und P₂) bei männlichen Patienten mit einem großen Unterkiefer – alle benachbarten Zähne bezüglich ihrer ZBn signifikant unterschieden. Der zufällige ZBn Unterschied von P₁ und P₂ bei männlichen Patienten mit einem großen Unterkiefer kann als typisches Merkmal für männliche Patienten mit einer Norma Klasse III angesehen werden: Die ZBn der ersten und zweiten Oberkieferprämolaren sind bei männlichen Patienten mit einem großen Unterkiefer praktisch gleich breit. Es ließ sich im Oberkiefer kein logisches Wahrscheinlichkeits-Muster im Sinne einer Probalisation ausmachen.

4.3.3.2 Zahnbreitenunterschiede von benachbarten Zähnen im Unterkiefer

Die Tabelle 7 belegt deskriptiv die Mittelwerte der ZBn von benachbarten Unterkieferzähnen im Gesamtpool und in den Subgruppen sowie analytisch die Ergebnisse nach Testung mit dem Wilcoxon-Test auf signifikante Unterschiede.

.Tabelle 7| Deskription und Wilcoxon-Test der ZBn von benachbarten Unterkieferzähnen.

| Benachbarte Zähne μ und p-Werte | NK | Mandible | i ₁ ↔ i ₂ | i ₂ ↔ c | c ↔ p ₁ | p ₁ ↔ p ₂ | p ₂ ↔ m ₁ |
|---|------|----------|---------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Weibliche und männliche Patienten | Alle | μ mesial | 5,3 | 5,9 | 6,7 | 7,0 | 7,1 |
| | | ↔ distal | 5,9 | 6,7 | 7,0 | 7,1 | 10,9 |
| | | N = 182 | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* |
| Weibliche Patienten | I | μ mesial | 5,3 | 5,9 | 6,6 | 7,0 | 7,0 |
| | | ↔ distal | 5,9 | 6,6 | 7,0 | 7,0 | 10,9 |
| | | N = 43 | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p = 0,408 | p < 0,001* |
| Weibliche Patienten | II | μ mesial | 5,2 | 5,6 | 6,5 | 6,8 | 7,0 |
| | | ↔ distal | 5,6 | 6,5 | 6,8 | 7,0 | 10,6 |
| | | N = 47 | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* |
| Weibliche Patienten | III | μ mesial | 5,3 | 6,2 | 6,8 | 7,2 | 7,2 |
| | | ↔ distal | 6,2 | 6,8 | 7,2 | 7,2 | 11,1 |
| | | N = 14 | p < 0,001* | p = 0,001* | p = 0,017* | p = 0,559 | p < 0,001* |
| Männliche Patienten | I | μ mesial | 5,4 | 6,1 | 7,0 | 7,2 | 7,3 |
| | | ↔ distal | 6,1 | 7,0 | 7,2 | 7,3 | 11,2 |
| | | N = 29 | p < 0,001* | p < 0,001* | p = 0,078 | p = 0,007* | p < 0,001* |
| Männliche Patienten | II | μ mesial | 5,3 | 5,8 | 6,7 | 7,1 | 7,1 |
| | | ↔ distal | 5,8 | 6,7 | 7,1 | 7,1 | 10,9 |
| | | N = 33 | p < 0,001* | p < 0,001* | p < 0,001* | p = 0,692 | p < 0,001* |
| Männliche Patienten | III | μ mesial | 5,3 | 5,9 | 6,9 | 7,1 | 7,2 |
| | | ↔ distal | 5,9 | 6,9 | 7,1 | 7,2 | 10,8 |
| | | N = 16 | p < 0,001* | p < 0,001* | p = 0,019* | p = 0,231 | p < 0,001* |

Quelle zur Tabelle 7: Die eigene Tabelle zeigt die p-Werte mit Signifikanz * = p ≤ 0,05 für Unterschiede in den ZBn von benachbarten Zähnen der Mandibula im Patientenpool und in den Subgruppen.

Die analytische Testung der ZBn von benachbarten Zähnen mit dem Wilcoxon-Test ergab, dass sich im Unterkiefer bis auf fünf Vergleiche mit den ersten Prämolaren (c ↔ p₁ oder p₁ ↔ p₂) alle benachbarten Zähne bezüglich ihrer ZBn signifikant unterschieden.

Bei Frauen mit einem kleinen Unterkiefer, kann mit signifikant erhöhter Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass der jeweils distaler stehende Zahn signifikant breiter ist, als der Zahn mesial davor. Dieses Wahrscheinlichkeitsmuster kann als Subgruppenmerkmal für Frauen mit einer Norma Klasse II angesehen werden.

Es zeigt sich auch ein Subgruppenmerkmal bei Männern mit einem mittelgroßen Unterkiefer: Hier waren die ZBn der c und der p₁ nur zufällig unterschiedlich breit.

4.4 Zu den lateralen Zahnbreitensummen [LZBSn]

Die Tabelle 8 belegt deskriptiv die Datenverteilung der lateralen ZBSn – LATS_{max}, LATS_{man}, LPTS_{max}, LPTS_{man}, LOTS_{max}, LOTS_{man} – im Patientenpool, in den Geschlechtern und in den Subgruppen.

Tabelle 8 | Deskription der lateralen ZBSn im Patientenpool, in den Teil- und Subgruppen.

| Laterale ZBSn in mm | LATS _{max} | LATS _{man} | LOTS _{max} | LOTS _{man} | LPTS _{max} | LPTS _{man} |
|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Alle (N = 182) | 22,9 ±1,2 | 17,8 ±0,9 | 46,8 ±2,1 | 42,9 ±2,0 | 23,9 ±1,1 | 25,0 ±1,2 |
| Maximum = | 26,2 | 20,0 | 52,4 | 48,2 | 26,4 | 28,6 |
| Minimum = | 19,60 | 14,70 | 41,10 | 36,60 | 20,90 | 21,40 |
| Weiblich (N = 104) | 22,7 ±1,1 | 17,6 ±0,9 | 46,4 ±2,1 | 42,4 ±2,0 | 23,7 ±1,1 | 24,8 ±1,2 |
| Maximum = | 25,5 | 20,0 | 50,6 | 46,9 | 26,4 | 27,6 |
| Minimum = | 19,6 | 14,7 | 41,1 | 36,6 | 20,9 | 21,4 |
| Männlich (N = 78) | 23,2 ±1,3 | 18,1 ±0,9 | 47,4 ±2,1 | 43,4 ±1,9 | 24,1 ±1,1 | 25,3 ±1,2 |
| Maximum = | 26,2 | 20,0 | 52,4 | 48,2 | 26,4 | 28,6 |
| Minimum = | 20,3 | 15,7 | 44,1 | 39,6 | 22,2 | 22,9 |
| Weiblich NK I (N = 43) | 22,6 ±1,1 | 17,7 ±0,8 | 46,3 ±2,0 | 42,7 ±1,9 | 23,6 ±1,1 | 25,0 ±1,2 |
| Weiblich NK II (N = 47) | 22,7 ±1,2 | 17,3 ±0,9 | 46,3 ±2,1 | 41,8 ±2,0 | 23,6 ±1,1 | 24,5 ±1,2 |
| Weiblich NK III (N = 14) | 22,9 ±1,1 | 18,3 ±0,8 | 47,1 ±2,1 | 43,7 ±1,7 | 24,2 ±1,3 | 25,4 ±1,2 |
| Männlich NK I (N = 29) | 23,6 ±1,3 | 18,5 ±0,7 | 48,0 ±1,8 | 44,3 ±1,6 | 24,40 ±0,7 | 25,7 ±0,9 |
| Männlich NK II (N = 33) | 23,0 ±1,3 | 17,8 ±1,0 | 47,0 ±2,4 | 42,8 ±2,2 | 24,0 ±1,2 | 25,0 ±1,4 |
| Männlich NK III (N = 16) | 22,9 ±1,3 | 18,0 ±0,9 | 46,9 ±2,1 | 43,2 ±1,9 | 24,0 ±1,1 | 25,2 ±1,2 |

Quelle zur Tabelle 8: Die eigene Tabelle zeigt die Mittelwerte und die ersten Standardabweichungen der lateralen ZBSn im Oberkiefer und im Unterkiefer des Patientenpools, in den zwei Teilgruppen und in den sechs Subgruppen.

Die Prüfung der lateralen ZBSn auf Normalverteilung mit dem Kolmogorov Smirnov Test ergab, dass einige der lateralen ZBSn im Patientenpool normalverteilt waren und andere der lateralen ZBSn waren nicht normalverteilt (Tab. 9).

Tabelle 9 | KS-Tests zur Prüfung der lateralen ZBSn auf Normalverteilung.

| Normalverteilung | LATS _{max} | LATS _{man} | LOTS _{max} | LOTS _{man} | LPTS _{max} | LPTS _{man} |
|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Weiblich: p = | 0,001 * | 0,001 * | 0,001 * | 0,030 * | 0,089 | 0,200 |
| Männlich: p = | 0,006 * | 0,200 | 0,010 * | 0,200 | 0,200 | 0,052 |

Quelle zur Tabelle 9: Die eigene Tabelle zeigt die p-Werte mit Signifikanz * = $p \leq 0,05$ nach Prüfung der berechneten lateralen ZBSn im Oberkiefer und im Unterkiefer auf Normalverteilung.

Der U-Test enthüllte drei Haupt-Resultate: Erstens: Alle lateralen ZBSn sind bei den Frauen signifikant kleiner als bei den Männern. Zweitens: Bei den Frauen sind alle lateralen ZBSn in kleinen Unterkiefern signifikant kleiner als bei Frauen mit einer NK I oder einer NK III. Drittens: Bei den Männern mit einer NK I sind alle lateralen ZBSn mindestens tendenziell signifikant größer als bei Männern mit einer NK II (Tab. 10).

Tabelle 10 U-Tests der lateralen ZBSn auf Unterschiede in den Teil- und Subgruppen.

| Laterale ZBSn μ und p-Werte | LATS _{max} | LATS _{man} | LOTS _{max} | LOTS _{man} | LPTS _{max} | LPTS _{man} |
|----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Alle weiblichen (N = 104) | 22,7 | 17,6 | 46,4 | 42,4 | 23,7 | 24,8 |
| ♀ ↔ ♂: p-values | 0,049 * | 0,001 * | 0,032 * | 0,008 * | 0,023 * | 0,037 * |
| Alle männlichen (N = 78) | 23,2 | 18,1 | 47,4 | 43,4 | 24,1 | 25,3 |
| NK III (N = 14) μ | 22,9 | 18,3 | 47,1 | 43,7 | 24,2 | 25,4 |
| Weibliche p III ↔ I | 0,383 | 0,059 | 0,493 | 0,335 | 0,330 | 0,373 |
| NK I (N = 43) μ | 22,6 | 17,7 | 46,3 | 42,7 | 23,6 | 25,0 |
| NK I (N = 43) μ | 22,6 | 17,7 | 46,3 | 42,7 | 23,6 | 25,0 |
| Weibliche p I ↔ II | 0,580 | 0,039 * | 0,981 | 0,023 * | 0,674 | 0,026 * |
| NK II (N = 47) μ | 22,7 | 17,3 | 46,3 | 41,8 | 23,6 | 24,5 |
| NK III (N = 14) μ | 22,9 | 18,3 | 47,1 | 43,7 | 24,2 | 25,4 |
| Weibliche p III ↔ II | 0,655 | 0,001 * | 0,466 | 0,005 * | 0,257 | 0,035 * |
| NK II (N = 47) μ | 22,7 | 17,3 | 46,3 | 41,8 | 23,6 | 24,5 |
| NK III (N = 16) μ | 22,9 | 18,0 | 46,9 | 43,2 | 24,0 | 25,2 |
| Männliche p III ↔ I | 0,020 * | 0,007 * | 0,031 * | 0,038 * | 0,221 | 0,053 (*) |
| NK I (N = 29) μ | 23,6 | 18,5 | 48,0 | 44,3 | 24,4 | 25,7 |
| NK I (N = 29) μ | 23,6 | 18,5 | 48,0 | 44,3 | 24,4 | 25,7 |
| Männliche p I ↔ II | 0,021 * | 0,001 * | 0,021 * | 0,001 * | 0,066(*) | 0,006 * |
| NK II (N = 33) μ | 23,0 | 17,8 | 47,0 | 42,8 | 24,0 | 25,0 |
| NK III (N = 16) μ | 22,9 | 18,0 | 46,9 | 43,2 | 24,0 | 25,2 |
| Männliche p III ↔ II | 0,594 | 0,152 | 0,823 | 0,147 | 0,798 | 0,245 |
| NK II (N = 33) μ | 23,0 | 17,8 | 47,0 | 42,8 | 24,0 | 25,0 |

Quelle zur Tabelle 10: Die eigene Tabelle zeigt die p-Werte mit Signifikanz * = $p \leq 0,05$ für Unterschiede in den lateralen ZBSn im Vergleich der beiden Geschlechter und der sechs Subgruppen.

Die Testung auf Probabilisation mit dem gepaarten t-Test zeigte, dass die sechs p-Werte der LATS_n-Vergleiche in der Mandibula signifikant kleiner sind ($p = 0,020$) als diejenigen der LATS_n-Vergleiche in der Maxilla. Die entsprechende Probabilisations-Überprüfung der p-Werte bei den Vergleichen der LOTS_n sowie der LPTS_n zeigte, dass die LOTS_n in der Mandibula tendenziell signifikant ($p = 0,063$) und auch die LPTS_n in der Mandibula tendenziell signifikant ($p = 0,063$) kleiner waren wie die p-Werte in der Maxilla. Werden die LATS_n und die LPTS_n gleichzeitig im gepaarten t-Test getestet (N = 12), ergibt sich ein α -Wert von $p = 0,002$.

4.5 Zu den lateralen Zahnbreitensummenverhältnissen [LZBSVsen]

Die Tabelle 11 belegt deskriptiv die Datenverteilung der lateralen ZBSVse – LAR, LOR, LPR – im Patientenpool, in den Geschlechtern und in den sechs Subgruppen.

Tabelle 11 | Deskription der lateralen ZBSVse im Gesamtpool, in den Teil- und Subgruppen.

| Laterale ZBSVse in % | LAR | LOR | LPR |
|--------------------------------------|-------------|-------------|--------------|
| Alle Patienten (N = 182) | 77,87 ± 2,6 | 91,60 ± 1,8 | 105,56 ± 2,7 |
| Maximum | 88,63 | 96,19 | 112,00 |
| Minimum | 68,25 | 84,49 | 97,00 |
| Weibliche Patienten (N = 104) | 77,66 ± 2,9 | 91,46 ± 2,0 | 104,73 ± 2,9 |
| Maximum | 88,63 | 96,19 | 111,00 |
| Minimum | 68,25 | 84,49 | 97,00 |
| Männliche Patienten (N = 78) | 78,14 ± 2,2 | 91,71 ± 1,4 | 104,81 ± 2,7 |
| Maximum | 84,03 | 95,12 | 112,00 |
| Minimum | 72,69 | 88,70 | 99,00 |
| Weibliche NK III (N = 14) | 79,92 ± 3,9 | 92,79 ± 1,7 | 105,07 ± 1,9 |
| Weibliche NK I (N = 43) | 78,37 ± 1,9 | 92,28 ± 1,5 | 105,63 ± 2,8 |
| Weibliche NK II (N = 47) | 76,34 ± 2,7 | 90,32 ± 1,9 | 103,81 ± 3,0 |
| Männliche NK III (N = 16) | 78,68 ± 2,1 | 92,20 ± 1,5 | 105,23 ± 3,3 |
| Männliche NK I (N = 29) | 78,57 ± 2,5 | 92,20 ± 1,2 | 105,44 ± 2,5 |
| Männliche NK II (N = 33) | 77,50 ± 1,7 | 91,05 ± 1,2 | 104,06 ± 2,4 |

Quelle zur Tabelle 11: Die eigene Tabelle zeigt die Mittelwerte und die ersten Standardabweichungen der lateralen ZBSVse im Patientenpool, in den Teilgruppen und in den Subgruppen.

Die Prüfung der lateralen ZBSVse auf Normalverteilung mit dem Kolmogorov Smirnov Test (KS-Test) ergab, dass die lateralen ZBSVse in der Regel – mit Ausnahme der LAR bei den weiblichen Patienten – normalverteilt waren (Tab. 12).

Tabelle 12 | KS-Tests zur Prüfung der lateralen ZBSVse auf Normalverteilung.

| Normalverteilung | LAR | LOR | LPR |
|----------------------------|----------------|-------|-------|
| Alle Patienten: p = | 0,200 | 0,200 | 0,200 |
| Weiblich: p = | 0,019 * | 0,076 | 0,200 |
| Männlich: p = | 0,200 | 0,200 | 0,200 |

Quelle zur Tabelle 12: Die eigene Tabelle zeigt die p-Werte mit Signifikanz * = $p \leq 0,05$ nach Prüfung der berechneten lateralen ZBSVsen – LAR, LOR und LPR – auf Normalverteilung.

Die analytischen Testungen der lateralen ZBSVse auf signifikante Unterschiede in den Geschlechtern und sechs Subgruppen mit dem Mann-Whitney-Test (U-test) ergaben, dass sich diese nicht signifikant zwischen den Geschlechtern unterscheiden, aber dass bei Betrachtung des gesamten Patientenpools die LAR, LOR und LPR bei Patienten mit kleinen Unterkiefern höchst signifikant kleiner sind als bei Patienten mit mittelgroßen oder großen Unterkiefern (Tab. 13).

Tabelle 13 U-Tests zu den lateralen ZBSVsen in den Teil- und Subgruppen.

| Laterale ZBSVse μ und p-Werte | LAR | LOR | LPR |
|---|----------------|----------------|----------------|
| Weibliche Patienten μ | 77,7 | 91,5 | 104,7 |
| Weibliche \leftrightarrow männliche p - values | = 0,148 | = 0,597 | = 0,916 |
| Männliche Patienten μ | 78,1 | 91,7 | 104,8 |
| NK III (N = 30) μ | 79,3 | 92,5 | 105,3 |
| Alle NK III \leftrightarrow NK I p - values | = 0,173 | = 0,924 | = 0,342 |
| NK I (N = 72) μ | 78,5 | 92,2 | 105,5 |
| NK I (N = 72) μ | 78,5 | 92,2 | 105,5 |
| Alle NK I \leftrightarrow NK II p - values | $\leq 0,001$ * | $\leq 0,001$ * | $\leq 0,001$ * |
| NK II (N = 80) μ | 76,9 | 90,7 | 103,9 |
| NK III (N = 30) μ | 79,3 | 92,5 | 105,3 |
| Alle NK III \leftrightarrow NK II p - values | $\leq 0,001$ * | $\leq 0,001$ * | $\leq 0,001$ * |
| NK II (N = 80) μ | 76,9 | 90,7 | 103,9 |
| NK III (N = 14) μ | 79,9 | 92,8 | 105,1 |
| Weibliche NK III \leftrightarrow NK I p - values | = 0,247 | = 0,810 | = 0,312 |
| NK I (N = 43) μ | 78,4 | 92,3 | 105,6 |
| NK I (N = 43) μ | 78,4 | 92,3 | 105,6 |
| Weibliche NK I \leftrightarrow NK II p - values | $\leq 0,001$ * | $\leq 0,001$ * | $\leq 0,001$ * |
| NK II (N = 47) μ | 76,3 | 90,3 | 103,8 |
| NK III (N = 14) μ | 79,9 | 92,8 | 105,1 |
| Weibliche NK III \leftrightarrow NK II p - values | = 0,002 * | $\leq 0,001$ * | = 0,145 |
| NK II (N = 47) μ | 76,3 | 90,3 | 103,8 |
| NK III (N = 16) μ | 78,7 | 92,2 | 105,2 |
| Männliche NK III \leftrightarrow NK I p - values | = 0,889 | = 0,997 | = 0,805 |
| NK I (N = 29) μ | 78,6 | 92,2 | 105,4 |
| NK I (N = 29) μ | 78,6 | 92,2 | 105,4 |
| Männliche NK I \leftrightarrow NK II p - values | = 0,051 (*) | $\leq 0,001$ * | = 0,033 * |
| NK II (N = 33) μ | 77,5 | 91,1 | 104,1 |
| NK III (N = 16) μ | 78,7 | 92,2 | 105,2 |
| Männliche NK III \leftrightarrow NK II p - values | = 0,044 * | = 0,005 * | = 0,216 |
| NK II (N = 33) μ | 77,5 | 91,1 | 104,1 |

Quelle zur Tabelle 13: Die eigene Tabelle zeigt die p-Werte mit Signifikanz * = $p \leq 0,05$ für Unterschiede in den lateralen ZBSVsen im Vergleich der beiden Geschlechter und der sechs Subgruppen.

4.6 Zu den Vergleichen mit **BOLTONs** AR und OR

Die deskriptive Darstellung der Datenverteilung der LARs und der LORs in Bezug zu den Normwerten und den Standardabweichungen von **BOLTON** (1958) belegt, dass bei Patienten mit kleinen Unterkiefern die Schwerpunkte der Datenverteilung unterhalb der Normwerte von **BOLTON** liegen und bei Patienten mit mittelgroßen sowie großen Unterkiefern die Schwerpunkte der Datenverteilung oberhalb der Normwerte von **BOLTON** liegen (Tab. 14).

Tabelle 14 | Deskription der LARs und LORs bezüglich **BOLTONs** AR und OR.

| Norma Klasse II | | | Norma Klasse I | | | Norma Klasse III | | |
|---------------------------------------|-----------|---|----------------|-----------|---|------------------|-----------|---|
| LOR | N = 80 | | LOR | N = 72 | | LOR | N = 30 | |
| – | – | | – | – | | – | – | |
| +3. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| – | – | | 95,36 | 1 | | 95,12 – 96,19 | 2 | |
| +2. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| 93,29 – 93,69 | 3 | | 93,22 – 94,70 | 16 | | 93,36 – 95,03 | 7 | |
| +1. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| 91,32 – 93,01 | 28 | | 91,38 – 93,19 | 35 | | 91,46 – 93,14 | 14 | |
| Normwert BOLTON = 91,3 ± 1,9 % | | | | | | | | |
| 89,43 – 91,24 | 34 | | 89,57 – 91,29 | 13 | | 90,14 - 90,85 | 7 | |
| -1. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| 87,84 – 89,32 | 11 | | 88,86 - 89,37 | 3 | | – | – | |
| -2. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| 86,16 – 87,35 | 2 | | – | – | | – | – | |
| -3. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| 84,49 – 85,15 | 2 | | – | – | | – | – | |
| LAR | N = 80 | % | LAR | N = 72 | % | LAR | N = 30 | % |
| – | – | | 82,51 – 84,93 | 4 | | 82,64 – 88,63 | 3 | |
| +3. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| 80,72 – 81,82 | 4 | | 80,80 – 82,14 | 7 | | 80,62 – 81,86 | 4 | |
| +2. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| 79,13 – 80,43 | 12 | | 78,95 – 80,6 | 14 | | 79,04 – 80,35 | 9 | |
| +1. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| 77,21 – 78,77 | 22 | | 77,25 – 78,88 | 26 | | 77,63 – 78,85 | 7 | |
| Normwert BOLTON = 77,2 ± 1,7 % | | | | | | | | |
| 75,61 – 77,18 | 28 | | 75,64 - 77,09 | 16 | | 75,65 – 77,08 | 4 | |
| -1. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| 73,97 – 75,43 | 11 | | 75,10 – 75,30 | 5 | | 74,78 – 75,00 | 2 | |
| -2. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| 72,69 – 73,52 | 4 | | – | – | | 73,47 | 1 | |
| -3. StD. BOLTON | | | | | | | | |
| 68,25 – 71,12 | 3 | | – | – | | – | – | |

Quelle zur Tabelle 14: Die eigene Tabelle zeigt wie die Datenschwerpunktverteilung der LAR und der LOR in den Norma Klassen in der Regel innerhalb der ersten Standardabweichung von **BOLTONs** AR und OR liegen. Sieben der 182 LORs (4%) liegen außerhalb von **BOLTONs** Vertrauensinterwall und 30 der 182 LARs (16%) liegen außerhalb von **BOLTONs** Vertrauensinterwall.

Die analytische Testungen auf signifikante Unterschiede zwischen den LARs sowie den LORs und den Normwerten von **BOLTON** mit dem t-Test ergaben, dass sich bei der Teilgruppe der Frauen und der Subgruppe der Männer mit kleinen Unterkiefern die LARs und die LORs nicht signifikant von den Normwerten von **BOLTON** unterscheiden (**Tab. 15**). Obschon sich für die LARs der weiblichen Patienten keine Normalverteilung gezeigt hatte, so wurde aus Gründen der Homogenität der Prüfungsmethode in Bezug zu einem festen Normwert für alle Vergleiche der t-Teste als Folgetest angewandt.

Tabelle 15 | t-Tests der LARs und LORs bezüglich **BOLTON**s Normwerte.

| LARs im Vergleich zum Wert 77,2 % | N | μ (%) | StA | Minimum | Maximum | p-Werte | |
|---|-----|-------|-------|---------|---------|---------|-----|
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse II | 47 | 76,4 | ± 2,7 | 68,3 | 81,8 | 0,031 | * |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse II | 33 | 77,5 | ± 1,7 | 72,7 | 81,7 | 0,323 | NS |
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse I | 43 | 78,4 | ± 1,9 | 75,2 | 83,0 | 0,001 | *** |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse I | 29 | 78,6 | ± 2,5 | 75,1 | 84,0 | 0,006 | ** |
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse III | 14 | 79,9 | ± 3,9 | 74,8 | 88,6 | 0,021 | * |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse III | 16 | 78,7 | ± 2,1 | 73,5 | 81,8 | 0,014 | * |
| Alle weiblichen Patienten | 104 | 77,7 | ± 2,9 | 68,3 | 88,6 | 0,104 | NS |
| Alle männlichen Patienten | 78 | 78,1 | ± 2,2 | 72,7 | 84,0 | 0,001 | *** |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse I | 72 | 78,5 | ± 2,1 | 75,1 | 84,0 | 0,001 | *** |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse II | 80 | 76,8 | ± 2,4 | 68,3 | 81,8 | 0,154 | NS |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse III | 30 | 79,3 | ± 3,1 | 73,5 | 88,6 | 0,001 | *** |
| Alle Patienten vom Untersuchungspool | 182 | 77,9 | ± 2,6 | 68,3 | 88,6 | 0,001 | *** |
| LORs im Vergleich zum Wert 91,3% | N | μ (%) | StA | Minimum | Maximum | p-Werte | |
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse II | 47 | 90,3 | ± 1,9 | 84,5 | 93,6 | 0,001 | *** |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse II | 33 | 91,1 | ± 1,2 | 88,7 | 93,7 | 0,230 | NS |
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse I | 43 | 92,3 | ± 1,5 | 88,9 | 95,4 | 0,001 | *** |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse I | 29 | 92,2 | ± 1,2 | 89,4 | 94,3 | 0,001 | *** |
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse III | 14 | 92,8 | ± 1,7 | 90,7 | 96,2 | 0,007 | ** |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse III | 16 | 92,2 | ± 1,5 | 90,1 | 95,1 | 0,023 | * |
| Alle weiblichen Patienten | 104 | 91,5 | ± 2,0 | 84,5 | 96,2 | 0,162 | NS |
| Alle männlichen Patienten | 78 | 91,7 | ± 1,4 | 88,7 | 95,1 | 0,009 | ** |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse I | 72 | 92,2 | ± 1,4 | 88,9 | 95,4 | 0,001 | *** |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse II | 80 | 90,6 | ± 1,7 | 84,5 | 93,7 | 0,001 | *** |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse III | 30 | 92,5 | ± 1,6 | 90,1 | 96,2 | 0,001 | *** |
| Alle Patienten vom Untersuchungspool | 182 | 91,6 | ± 1,8 | 84,5 | 96,2 | 0,040 | ** |

Quelle zur Tabelle 15: Die eigene Tabelle zeigt die p-Werte mit Signifikanz * = $p \leq 0,05$ für Unterschiede in den LAR und LOR in Bezug zu **BOLTON**s Normwerten für die AR und die OR. NS = Keine Signifikanz. Der Normwert von **BOLTON** (1958) für die AR unterscheidet sich höchst signifikant ($p = 0,001$) von der LAR des Patientenpools und sein Normwert für die OR unterscheidet sich signifikant ($p = 0,040$) von der LOR des Patientenpools.

4.7 Zu den Vergleichen mit MACHADO ET AL.s AR und OR

Die deskriptive Darstellung der Datenverteilung der LARs und der LORs in Bezug zu den Normwerten und den Standardabweichungen von MACHADO ET AL. (2019) belegt, dass bei Patienten mit kleinen Unterkiefern die Schwerpunkte der Datenverteilung unterhalb der Normwerte von MACHADO ET AL. liegen und bei Patienten mit mittelgroßen sowie großen Unterkiefer die Schwerpunkte der Datenverteilung oberhalb der Normwerte von MACHADO ET AL. liegen (Tab. 16).

Tabelle 16 Deskription der LARs und LORs bezüglich MACHADOs AR und OR.

| Norma Klasse II | | Norma Klasse I | | Norma Klasse III | |
|--|--------|----------------|--------|------------------|--------|
| LOR | N = 80 | LOR | N = 72 | LOR | N = 30 |
| 92,51 – 93,69 | 7 | 92,45 – 95,36 | 32 | 92,79 – 96,19 | 12 |
| +3. StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 92,19 – 92,32 | 2 | 92,19 – 92,34 | 4 | 92,20 – 92,23 | 3 |
| +2. StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 92,08 – 92,13 | 2 | 91,96 – 92,03 | 4 | 91,98 – 92,01 | 3 |
| +1. StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 9,81 – 91,94 | 6 | 91,75 – 91,79 | 2 | 91,81 – 91,88 | 3 |
| Normwert MACHADO ET AL. = 91,74 ± 0,20% | | | | | |
| 91,63 – 91,70 | 4 | 91,67 – 91,72 | 2 | 91,46 – 91,70 | 2 |
| -1. StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 91,53 – 91,36 | 9 | 91,38 – 91,53 | 2 | - | - |
| -2. StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 91,14 – 91,32 | 4 | 91,15 – 91,29 | 4 | - | - |
| -3. StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 91,09 – 84,49 | 46 | 88,86 – 91,11 | 12 | 90,85 – 90,14 | 7 |
| LAR | N = 80 | LAR | N = 72 | LAR | N = 30 |
| 79,13 – 81,82 | 12 | 78,81 – 84,03 | 28 | 78,81 – 84,03 | 19 |
| +3. StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 78,73 – 78,77 | 2 | - | - | - | - |
| +2. StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 78,48 -78,51 | 3 | 78,43 – 78,45 | 3 | - | - |
| +1. StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 78,30 | 1 | 78,26 – 78,37 | 2 | 78,26 – 78,32 | 2 |
| Normwert MACHADO ET AL. = 78,24 ± 0,18% | | | | | |
| 78,17 – 78,08 | 3 | 78,07 – 78,23 | 4 | - | - |
| -1. StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 77,92 – 77,98 | 4 | 77,88 – 78,05 | 4 | - | - |
| -2t StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 77,83 – 77,78 | 3 | 77,87 | 1 | - | - |
| -3. StD. MACHADO ET AL. | | | | | |
| 77,67 – 68,25 | 52 | 75,10 - 77,68 | 30 | 77,69 – 73,47 | 9 |

Quelle zur Tabelle 16: Die eigene Tabelle zeigt wie die Datenschwerpunktverteilung der LAR und der LOR in den Norma Klassen alle außerhalb der dritten Standardabweichung von MACHADO ET AL. (2019) liegen. 133 von den 182 LORs (73%) und 156 der 182 LARs (86%) liegen außerhalb des Vertrauensintervalls von MACHADO ET AL. (2019).

Die analytische Testungen mit dem t-Test zwischen den LARs sowie den LORs des gesamten Patientenpools dieser Dissertation und den Normwerten für die AR und OR für Patienten mit einer Normokklusion aus der Metaanalyse von [MACHADO ET AL. \(2019\)](#) ergab, dass sich die LARs und LORs nicht signifikant von der globalisierten AR oder OR bei Patienten mit einer Normokklusion unterscheiden (**Tab. 17**).

Tabelle 17 | t-Tests der LARs und LORs bezüglich [MACHADO](#)s Normwerte.

| LARs im Vergleich zum Wert 78,24 % | N | μ (%) | StA | Minimum | Maximum | p -Werte | |
|---|-----|-----------|-----------|---------|---------|------------|-----|
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse II | 47 | 76,4 | $\pm 2,7$ | 68,3 | 81,8 | 0,001 | *** |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse II | 33 | 77,5 | $\pm 1,7$ | 72,7 | 81,7 | 0,020 | *** |
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse I | 43 | 78,4 | $\pm 1,9$ | 75,2 | 83,0 | 0,643 | NS |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse I | 29 | 78,6 | $\pm 2,5$ | 75,1 | 84,0 | 0,475 | NS |
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse III | 14 | 79,9 | $\pm 3,9$ | 74,8 | 88,6 | 0,130 | NS |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse III | 16 | 78,7 | $\pm 2,1$ | 73,5 | 81,8 | 0,422 | NS |
| Alle weiblichen Patienten | 104 | 77,7 | $\pm 2,9$ | 68,3 | 88,6 | 0,042 | * |
| Alle männlichen Patienten | 78 | 78,1 | $\pm 2,2$ | 72,7 | 84,0 | 0,688 | NS |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse I | 72 | 78,5 | $\pm 2,1$ | 75,1 | 84,0 | 0,396 | NS |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse II | 80 | 76,8 | $\pm 2,4$ | 68,3 | 81,8 | 0,001 | *** |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse III | 30 | 79,3 | $\pm 3,1$ | 73,5 | 88,6 | 0,081 | NS |
| Alle Patienten vom Untersuchungspool | 182 | 77,87 | $\pm 2,6$ | 68,3 | 88,6 | 0,054 | NS |
| LORs im Vergleich zum Wert 91,74% | N | μ (%) | StA | Minimum | Maximum | p -Werte | |
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse II | 47 | 90,3 | $\pm 1,9$ | 84,5 | 93,6 | 0,001 | *** |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse II | 33 | 91,1 | $\pm 1,2$ | 88,7 | 93,7 | 0,002 | *** |
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse I | 43 | 92,3 | $\pm 1,5$ | 88,9 | 95,4 | 0,023 | * |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse I | 29 | 92,2 | $\pm 1,2$ | 89,4 | 94,3 | 0,056 | NS |
| Weibliche Pat. mit Norma Klasse III | 14 | 92,8 | $\pm 1,7$ | 90,7 | 96,2 | 0,041 | * |
| Männliche Pat. mit Norma Klasse III | 16 | 92,2 | $\pm 1,5$ | 90,1 | 95,1 | 0,230 | NS |
| Alle weiblichen Patienten | 104 | 91,5 | $\pm 2,0$ | 84,5 | 96,2 | 0,160 | NS |
| Alle männlichen Patienten | 78 | 91,7 | $\pm 1,4$ | 88,7 | 95,1 | 0,854 | NS |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse I | 72 | 92,2 | $\pm 1,4$ | 88,9 | 95,4 | 0,003 | ** |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse II | 80 | 90,6 | $\pm 1,7$ | 84,5 | 93,7 | 0,001 | *** |
| Alle Patienten mit einer Norma Klasse III | 30 | 92,5 | $\pm 1,6$ | 90,1 | 96,2 | 0,017 | * |
| Alle Patienten vom Untersuchungspool | 182 | 91,57 | $\pm 1,8$ | 84,5 | 96,2 | 0,191 | NS |

Quelle zur Tabelle 17: Die eigene Tabelle zeigt die p-Werte mit Signifikanz * = $p \leq 0,05$ für Unterschiede in den LAR und LOR in Bezug zu [MACHADO ET AL.](#)s Normwerten für die AR und die OR. NS = Keine Signifikanz. Der Normwert von [MACHADO ET AL. \(2019\)](#) für die AR unterscheidet sich nur zufällig ($p = 0,054$) von den LARs des Patientenpools und auch ihr Normwert für die OR unterscheidet sich nur zufällig ($p = 0,191$) von den LORs des Patientenpools.

5 DISKUSSION

Die Diskussion nimmt Stellung zur Evidenz dieser Arbeit, zu den Ergebnissen der ZBn, ZBSn und ZBSVsen, zu den Vergleichen mit den bekannten Normwerten von [BOLTON](#) aus dem Jahr 1958 und denjenigen von [MACHADO ET AL.](#) aus dem Jahr 2019, sowie zur praktischen Relevanz von neuen Normwerten für laterale ZBSVse.

5.1 Zur Evidenz

Das gewählte Studiendesign gehört zum Typ einer randomisierten, durch andere Normwerte überprüften, klinischen und mehrfach verblindeten Pilotstudie. Mehrfach verblindet, weil weder die Sammelzahnärzte, noch die Patienten und auch nicht der Statistiker das Ziel dieser Arbeit kannten und dem Autor die Zuordnungen der Messungen zu den Norma Klassen nicht bekannt waren. Aus evidenzbasierter Sicht können daher die enthüllten Resultate als objektiv bezeichnet und die **Objektivität** dieser Studie direkt unterhalb der Aussagekraft von Metaanalysen eingestuft werden ([TÜRPE UND ANTES, 2001](#)). Das Alter der 52 weiblichen und 39 männlichen Patienten war nicht normalverteilt und betrug durchschnittlich bei den weiblichen Patienten 17 Jahre und 6 Monate bzw. bei den männlichen Patienten 16 Jahre und 5 Monate. Eine nicht Normalverteilung des Alters war zu erwarten gewesen, weil die häufigsten kieferorthopädischen Behandlungen bei Patienten im Zeitraum ihres zweiten Lebensjahrzehnts erfolgen ([HENRIKSON, 2000](#)), bzw. der Anteil an erwachsenen Patienten mit Wunsch nach Kieferorthopädie kleiner ist als bei jugendlichen Patienten ([WANGEMANN, 2008](#)) und die untere Altersgrenze der Probanden auf ca. 12 Jahre – ein abgeschlossener Zahnwechsel der regulären Dentition - festgelegt worden war. So ergab sich eine Standardabweichung der Altersverteilung von ± 75 Monaten bei den Frauen und ± 47 Monaten bei den Männern, welche den erstaunlich praktischen Nutzen der Diskriminationsebene D belegt. Mit der auf D beruhenden Norma Klassifikation konnten bezüglich der ZBn, ZBSn und ZBSVse praktisch altersunabhängig viele höchst signifikante Ergebnisse zu Unterschieden im Vergleich der Subgruppen enthüllt werden. Der Norma Klassifikation kann daher für den Zeitraum ab der permanenten Dentition auch eine gute **Reliabilität** zugesprochen werden. Die Langzeitfallstudie zu den Gesichtswinkelveränderungen (s. Abb. 20) lässt vermuten, dass diese Klassifikation auch im Wechselgebiss II angewandt werden kann. Ob die Reliabilität der Norma Klassifikation für das Wechselgebiss II genauso gut ist wie für die permanente Dentition, müssen andere Studien klären.

Möglicherweise könnte es sein, dass wenn der Patient bei der seitlichen Gesichtsprüfung-Fotografie nicht in IK zubeißt, dass es deswegen zu einer Fehlzuteilung in die Norma Klassen kommt, weil der Punkt Weichgewebe-Pogonion [Pg'] des Unterkiefers bei einer geöffneten Okklusion weiter distal positioniert ist. Pg' liegt dann aus zwei Gründen weiter distal: Erstens: Bei der initialen Mundöffnung rutscht der Kiefergelenkskopf von der IK-Position in die im Durchschnitt um 0,5 bis 1,5 mm weiter distal gelegene maximale Retrusionsposition (LEHMANN UND HELWIG, 1993), wodurch natürlich auch Pg' entsprechend weiter distal liegt. Zweitens: Bei der Okklusionsöffnung kommt es zur Distalrotation des Unterkiefers um die terminale Schanierachse im Kiefergelenk, bis dieser in einer Ruhe-(Schweben)-Lage in einem interokklusalen Abstand von durchschnittlich 2-4 mm im Bereich der Prämolaren stehen bleibt (DITTRICH, 2009). Auch dies positioniert Pg' weiter distal. In wie vielen Fällen (%) eine Ruhe-(Schweben)-Lage oder eine ungewöhnlich stark ausgeprägte skelettale Hyperdivergenz (oder im Gegenteil Hypodivergenz) des Unterkiefers die Einteilung in die Norma Klassen verfälscht, müssen andere Studien klären.

*Die Nullhypothese 1 zum Vergleich der **Validität** der unterschiedlichen Messmethoden* musste verworfen werden, weil die manuelle Messung signifikant gültiger die maximale mesiodistale ZB misst wie die automatische Messung. Diese Beobachtung überrascht nicht unbedingt, weil bereits bekannt ist, dass die Gültigkeit von Zahnbreitenmessungen von der Methode abhängen kann. So zeigen z.B. neuere Studien, dass Schublehrenmessung an Gipsmodellen nicht mehr als Goldstandard angesehen werden können, weil modernere Messungen mit virtueller 3D-Technologie eine höhere Zuverlässigkeit und Genauigkeit haben (FLEMING ET AL., 2011; DE LUCA CANTO ET AL., 2015; ARAGON ET AL., 2016). Die hier gemachte Messfehleranalyse mit der MF-Berechnung nach DAHLBERG aus dem Jahr 1940 zur Einschätzung der Validität der Zahnbreitenmessmethoden hatte anhand der quasi zufälligen Stichproben bei der automatischen Messung MF-Werte zwischen 0,15 und 0,49 bzw. bei der manuellen Messung MF-Werte zwischen 0,12 und 0,22 hervorgebracht. Allgemein testiert dies beiden Messmethoden eine ausreichend gute Validität, wenn mit der Dissertation von PULCER aus dem Jahr 2016 verglichen wird. Er eruierte in puncto MF Werte zu Zahnbreitenmessmethoden – CT-Rekonstruktionen und 3D-Modellscans – MF-Werte zwischen 0,26 und 0,63, welche als durchaus ausreichend valide angesehen worden waren. Ob die unterschiedlichen Messmethoden zufallsfrei zu gleichen Ergebnissen in puncto LZBSVsen führen, ist nicht geklärt.

5.2 Zu den Zahnbreiten, Zahnbreitensummen und -Verhältnissen

- Die Nullhypothese 2 zum Vergleich der ZBn von unterschiedlichen **Zahntypen** zwischen den verschiedenen Patienten muss verworfen werden, weil sich die ZBn in allen sechs Subgruppenvergleichen des einen oder anderen Zahntyps mindestens tendenziell signifikant unterscheiden. Der einzige Zahntyp, welcher sich in keinem Subgruppenvergleich eindeutig signifikant unterschied, war der obere laterale Inzisiv, von welchem bekannt ist, dass er eine große Variabilität der Zahnform aufweist (FÄSSLER, 2006). Die ZBn der P₂ und die der M₁ unterschieden sich signifikant stärker in den Norma-Klassen als diejenigen der I₂. Leider lassen sich selbst mit den ZBn der Zähne P₂ oder M₁ wegen den zu großen Standardabweichungen nicht die zugehörigen relativen Unterkiefergrößen – bzw. Norma Klassen – bestimmen.

- Die Nullhypothese 3 bzw. 4 zum Vergleich der ZBn von **homologen Antagonisten** bzw. von **benachbarten Zähnen** im gleichen Patienten müssen verworfen werden, weil sich deren ZBn außer bei einigen wenigen Vergleichen in Zusammenhang mit den ersten Prämolaren signifikant voneinander unterscheiden. Weshalb sich die ersten Prämolaren weniger stark voneinander unterscheiden als alle anderen Antagonisten, kann an dieser Stelle nicht erklärt und muss staunend zur Kenntnis genommen werden. Es ließ sich anhand der ZBn Vergleiche von homologen Antagonisten Zähnen und benachbarten Zähnen für fünf der sechs Subgruppen je ein typisches diagnostisches Merkmal enthüllen, welches in den anderen Subgruppen nicht vorkam und in der kieferorthopädischen Diagnostik eine Hilfe sein könnte:

Erstens: Bei weiblichen Patienten mit mittelgroßen Unterkiefen unterscheiden sich die ZBn der oberen und unteren ersten Prämolaren hoch signifikant: Der untere p₁ ist bei der weiblichen Norma Klasse I hoch signifikant breiter als der obere P₁.

Zweitens: Bei weiblichen Patienten mit kleinen Unterkiefen existiert im Unterkiefer eine höchst signifikante probabilistische Reihe mit Zunahme der ZBn von mesial nach distal: i₁ << i₂ << c << p₁ << p₂ << m₁.

Drittens: Bei weiblichen Patienten mit großen Unterkiefen sind die ZBn von antagonistischen lateralen Inzisiven praktisch gleich breit: Der obere laterale Inzisiv ist hier praktisch gleich breit wie der untere laterale Inzisiv.

Viertens: Bei männlichen Patienten mit mittelgroßen Unterkiefen sind die ZBn der unteren lateralen Inzisiven und der unteren Eckzähne praktisch gleich breit.

Fünftens: Bei männlichen Patienten mit großen Unterkiefern sind die ZBn der benachbarten ersten und zweiten Prämolaren im Oberkiefer (P_1 und P_2) praktisch gleich breit.

Sechstens: Bei männlichen Patienten mit kleinen Unterkiefern konnte kein typisches diagnostisches Merkmal in puncto ZBn ausgemacht werden, welches wie in allen anderen fünf Subgruppen nur für diese galt. Zumindest war hier auffällig, dass die ersten und die zweiten Prämolaren im Unterkiefer (p_1 und p_2) praktisch gleich breit waren, was sonst nur noch in der männlichen Klasse III beobachtet werden konnte.

Diese typischen ZBn Merkmale in den Subgruppen können zur diagnostischen Bestätigung der Norma Klassen von Bedeutung sein. Ob sie eine therapeutische Bedeutung haben – z.B. für die Extraktionstherapie –, müssen andere Studien klären.

- Die Nullhypothese 5 zum Vergleich der **lateralen Zahnbreitensummen** zwischen verschiedenen Patienten muss verworfen werden, weil sich die ZBSn im Oberkiefer in zwei der sechs Subgruppenvergleiche und im Unterkiefer in vier der sechs Subgruppenvergleiche signifikant unterscheiden. Patienten mit mittelgroßen und großen Unterkiefern haben im Unterkiefer signifikant größere ZBSn als Patienten mit kleinen Unterkiefern. Dass sich die ZBSn im Vergleich zwischen den Geschlechtern – ohne Differenzierung der Unterkiefergröße – signifikant unterscheiden ist weniger erstaunlich, da in der Regel die Frauen generell kleiner werden als die Männer (KUCZMARSKI ET AL., 2002). Der probabilistische Vergleich der sechs Subgruppen hingegen enthüllte die Bestätigung einer bislang nur als Prämisse vorgegebene Vermutung: Die Frontzahnsummen variieren im Unterkiefer signifikant und die Seitenzahnsummen variieren tendenziell signifikant stärker im Unterkiefer als im Oberkiefer. Diese vollkommen neue Entdeckung ist für die Grundlagenforschung von Bedeutung, denn wenn Patienten mit mittelgroßen Unterkiefern signifikant breitere Zähne im Unterkiefer haben als Patienten mit kleinen Unterkiefern, aber es im Oberkiefer kein Unterschied in den Zahnbreitensummen dieser Patienten gibt, dann unterscheiden sich möglicherweise auch andere laterale kephalometrische Merkmale, wie zum Beispiel der Overjet, der Overbite, Platzangebot u.a. Merkmale in den Norma Klassen. Diese hier gemachte Vermutung sollte unbedingt in weiteren randomisierten klinisch kontrollierten und verblindeten Studien überprüft werden.

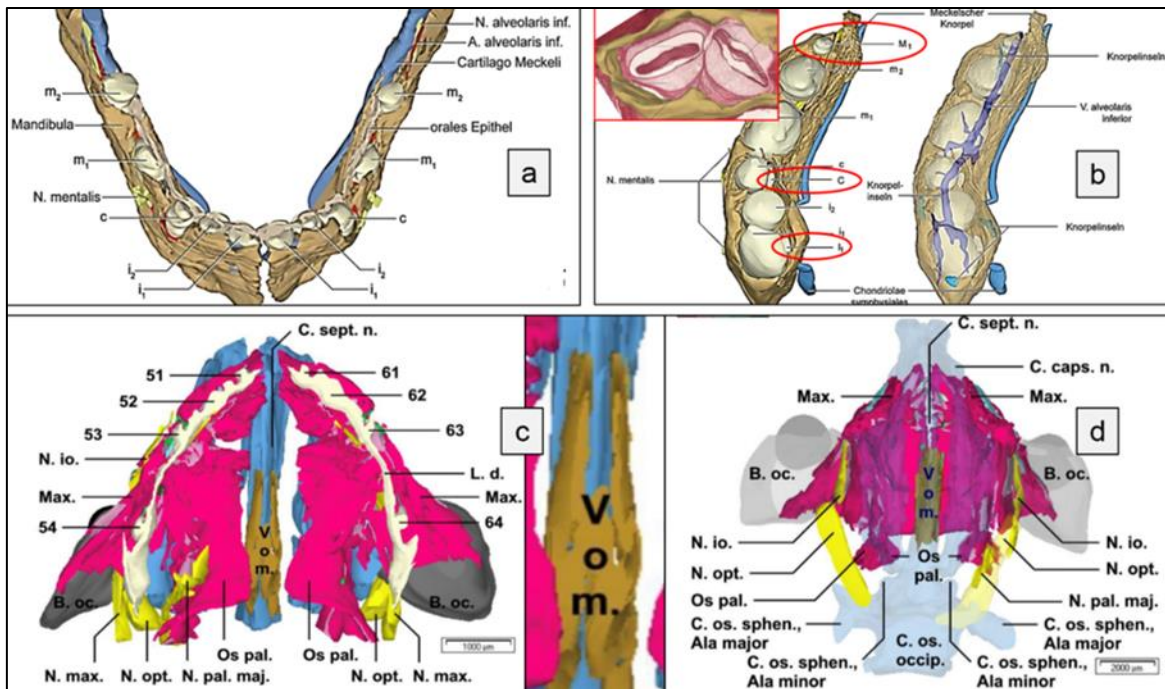
- Die Nullhypothese 6 zum Vergleich der **lateralen Zahnbreitensummenverhältnisse** [LZBSVse] zwischen unterschiedlichen Patienten kann nur im Vergleich zwischen weiblichen und männlichen Patienten beibehalten werden, wenn keine Unterteilung in die Norma Klassen erfolgt. Im Vergleich zwischen den Unterkiefergrößen hingegen muss sie verworfen werden, weil die LZBSVse der Patienten im gesamten Patientenpool mit mittelgroßen und großen Unterkiefen höchst signifikant größer sind als die LZBSVse bei Patienten mit kleinen Unterkiefen. Dies bedeutet, dass es ganz eindeutig eine dento-faziale Koinzidenz gibt, welche stärker von der Gesichtsmorphologie als vom Geschlecht abhängt. Die Ursache hierfür ist nicht bekannt, weshalb an dieser Stelle auch keine spekulative Vermutung zu dem entdeckten Phänomen mit anthropologischem Charakter gewagt wird. Möglicherweise können diesbezüglich prospektive Studien im Fachgebiet Anthropologie entsprechende Zusammenhänge enthüllen.

*Überlegungen zu **BOLTON's Formel-Prämisse**:*

Eine Erklärungen zu der entdeckten Bestätigung von **BOLTONs** Formelprämisse anhand von bekannten Untersuchungen kann an dieser Stelle nicht gegeben werden, weil es keine klinischen Studien zu Zahnbreitenanpassungen gibt. Daher lässt sich hier lediglich eine plausibel erscheinende Theorie formulieren:

Die prinzipiell genetisch determinierten ZBn sind im Unterkiefer vermutlich deswegen stärker epigenetisch von der exponentiellen Teilungsrate ihrer basalen Knochenmatrix beeinflusst als die ZBn im Oberkiefer, weil das Unterkieferwachstum weniger in eine ossäre Umgebung eingebunden ist als das Oberkieferwachstum (**Abb. 29**).

Abbildung 29 Eine Übersicht zur embryonalen und fetalen Gebissentwicklung.

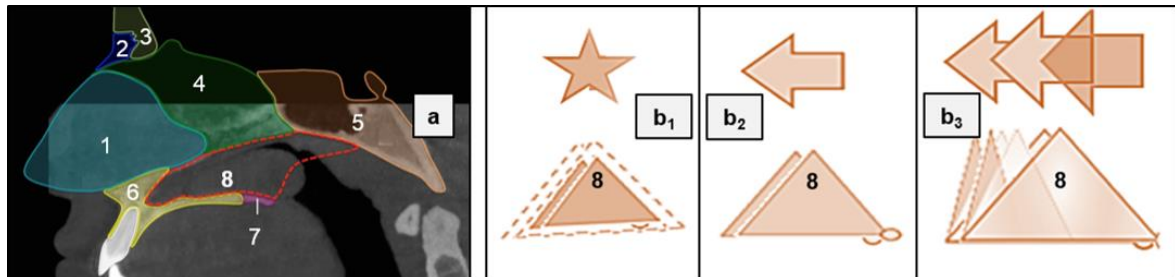


Quellen zur Abbildung 29: Die Abbildung (a) aus [TSENGELSAIKAN](#) (2014) zeigt, wie bei einem zehn Wochen alten Fötus aus der epithelialen Zahnleiste die Epithelzellen in die mesenchymale Kiefermatrix eingewandert sind und dort bereits erkennbare Milchzahnkeime gebildet haben. Die Abbildung (b) aus [ZIMMERMANN](#) (2014) zeigt die Gebissentwicklung eines 20 Wochen alten Fötus, bei welchem sich die Milchzahnkeime sowie die Ansätze (hier zusätzlich rot markiert) für die Zahnkeime der bleibenden zentralen Inzisiven, der Eckzähne und der ersten Molaren ausgebildet haben. Hervorgehoben wurde eine an dieser Stelle vermutete epitheliale Wachstumskontakthemmung, welche ev. eintritt, sobald sich zwei benachbarte Zahnkeime frühzeitig berühren. Die Abbildung (c) aus [DIETZE](#) (2008) zeigt die Gaumenentwicklung eines sechs Wochen alten Embryos mit den odontogenen Epithelleisten. Speziell: Der Vomer verknöchert zu diesem Zeitpunkt noch paarig. Die Abbildung (d) aus [DIETZE](#) (2008) zeigt von cranial die Nasenbodenentwicklung eines zwölf Wochen alten Fötus, mit einem verwachsenen sekundären Gaumen und einem desmal verknöcherten Vomer.

Theoretisch ist es denkbar, dass der Vomer – er gehört weder zum muskulo-skelettale Modul des Oberkiefers noch zu demjenigen des Unterkiefers – eine für eine bestimmte ethnische Population typische aber lateral unterschiedlich stark ausgeprägte Wachstumsstruktur sein könnte: Seine Lamellen blockieren sich beim Fötus im Wachstum nach median gegenseitig und werden – wie hier vermutet wird – so auch nach kranial, lateral, caudal und posterior embryonal oder frühfetal individuell unterschiedlich im Wachstum gesteuert. Es könnte sein, dass der Vomer nicht auf beiden Seiten gleichmäßig stark nach sagittal wächst. Dies könnte dazu führen, dass die ihm vorgelagerte Maxilla-Seite mit ihrer odontogenen Epithelleiste mehr oder weniger weit vorgelagert wird, was dann lateral zu unterschiedlichen Angle

Klassen führt. Dabei wären die odontogenen Epithelleisten nur indirekt vom Vor-schub des Vomers beeinflusst und würden weniger stark gedehnt, was insgesamt konstantere ZBn im Oberkiefer als im Unterkiefer erklären würde (**Abb. 29c und 30**).

Abbildung 30 Eine Theorie zum Wachstumseinfluss des Vomers.



Quellen zur Abbildung 30: Die Abbildung (a) aus [YAN ET AL. \(2018\)](#) belegt die Lage des Vomers (8) in Bezug zu den anderen chondralen und ossären Strukturen: (1) Cartilago septi nasi, (2) Os nasale, (3) Os frontale, (4) lamina perpendiculare des Os ethmoidale, (5) Os sphenoidale, (6) Maxilla, (7) os palatinale, (8) Os vomer. Die eigenen schematischen Abbildungen (b₁) bis (b₃) zeigen schematisch das Gedankenmodell zum theoretischen Wachstumseinfluss des Vomers auf die ihn umgebenden Oberkieferseiten: Das Schema (b₁) repräsentiert die embryonale Vomer-Situation, wenn die beiden Lamellen noch aus ihren in der Anzahl genetisch determinierten pluripotenten Knorpelzellen bestehen und relativ unabhängig von der Umgebung wachsen können. Das Schema (b₂) repräsentiert eine frühfetale Vomer-Situation, wenn die Vomer-Lamellen bereits durch Auflagerungsossifikation [desmale Ossifikation] die Form des Vomers mitdefinieren und durch die Umgebung vorgegeben nach mesial wachsen. Das Schema (b₃) repräsentiert eine fetale Vomer-Situation, wenn die Vomer-Lamelle mehrere Zellteilungszyklen mitgemacht haben und umgebungsbedingt vorwachsen, bevor die desmale Ossifikationen der Vomer-Lamellen einsetzen und dann die Vomer-Form weitgehend definiert ist. Setzt die desmale Ossifikation der einen Seite um mehrere Zellteilungszyklen früher ein, als bei der anderen Lamelle, dann müsste sich deswegen – wie hier vermutet wird – eine asymmetrische Situation im naso-maxillären Komplex mit praktischer Auswirkung auf die relative sagittale Stellung der Zähne ergeben.

Die theoretischen Gedankengänge zu einer asymmetrischen Vomer-Wachstums-kusterung lassen sich nur schwer überprüfen. Dies vor allem deshalb, weil das Sep-tum nasale dem Vomer vorgelagert ist. [LATHAM](#) beobachtete 1971, dass sich die keilförmige Spitze des Vomers im Verlauf der embryonalen Entwicklung schrittweise unter das knorpelige nasale Septum schiebt. Daher ist es denkbar, dass eine fetale Wachstumsstörung des Nasenseptums das noch vorhandene Wachstumspotential des Vomers seitlich ablenken könnte, was frontal zu einer unterschiedlichen Dehnung oder gar Stauchung der odontogenen Epithelleiste führen und letztendlich zu unterschiedlichen ZBn der Milchinzisiven führen würde. Dies wiederum könnte eventuell die erhöhte Formvariabilität der lateralen permanenten Inzisiven erklären.

Die regulär angelegte Form und Größe des Nasenseptums scheint – wie an dieser Stelle vermutet wird – weniger der verursachende Grund für unterschiedliche Oberkieferausprägungen zu sein, weil die Variationen des nasalen Septums im ostiomeatalen Gesichtskomplex erwachsener Menschen üblich und Abweichungen oder Pneumatisierungen des Vomer's eine Ausnahme sind (JYOTHI ET AL., 2013).

Daher ist es ratsam Patienten mit ethnisch unterschiedlichen Mittelgesichtern – die Nasenform spielt wie hier vermutet wird weniger eine Rolle – isoliert zu untersuchen.

Das Vomer Modul mit seiner vermutlich genetisch festgelegten Anzahl an pluripotenten Stammzellen könnte möglicherweise bei Gendefekten oder Genvariationen die Variabilität der oberen Zahnbreiten verändern, wie folgende Indizien andeuten:

Erstens: Der Vomer kann zusammen mit anderen Knochen im nasalen Gesichtsbereich zu klein sein, wie es bei Patienten mit einer *Osteogenesis imperfecta* [OI] vorkommt: Bei Personen mit einer OI wird die Knochenbildung im Oberkiefer embryonal stärker unterdrückt als die im Unterkiefer (NGUYEN ET AL., 2017), was möglicherweise zu ungewöhnlichen LZBSVsen führt.

Zweitens: Der Vomer kann zu groß sein, wie KYLE ET AL. (1992) zur Ätiologie der Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalten [LKGSn] belegten: Sie enthüllten, dass ein in der 8. bis 21. Schwangerschaftswoche im Volumen zu stark angewachsener Vomer mit der Bildung von Lippen-, Kiefer- und Gaumen-Spalten [LKG-Spalte] und einer Oberkieferhypoplasie koinzidiert, was möglicherweise je nach Ausprägung der LKG-Spalte zu ungewöhnlichen LZBSVsen führt.

Drittens: Die Form des Vomers übernimmt als Basis des nasalen Septums und ossäre Leitstruktur des bilateral gebildeten Nasenraumes wegen der prospektiven Atmung eine wichtige funktionelle Rolle ein (MOONEY ET AL., 1992; DIETZE, 2008), was möglicherweise je nach ethnischer Herkunft zu ungewöhnlichen LZBSVsen führt.

Nur schon die hier gemachten Überlegungen zum Vomer zeigen auf, dass die Bestätigung von BOLTONs Formelprämisse eine Enthüllung ist, welche zum jetzigen Zeitpunkt mit Staunen zur Kenntnis genommen aber nicht abschließend erklärt werden kann.

5.3 Zu **BOLTONs** Normwerten

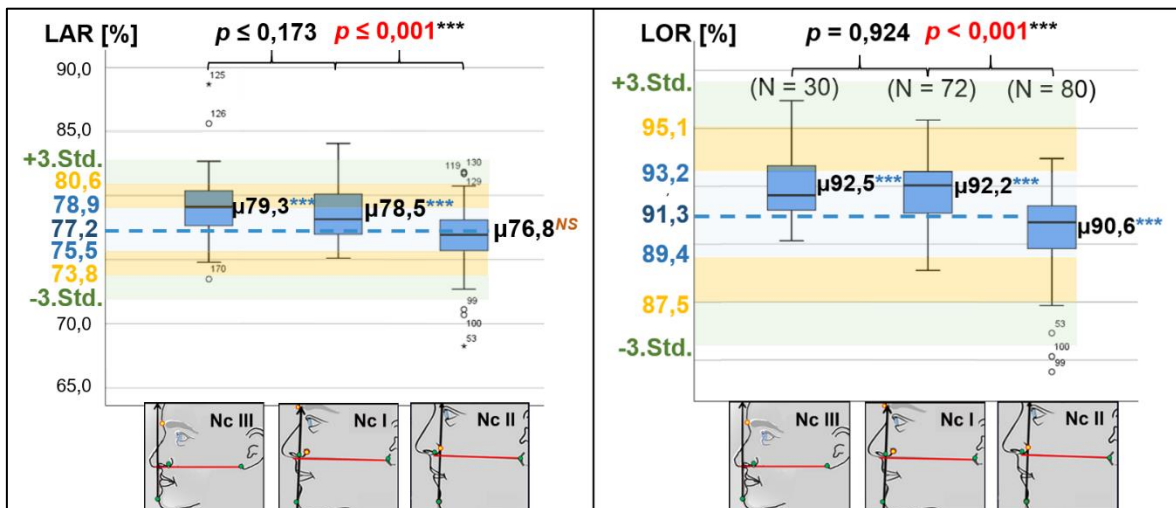
Nach bestem Wissen ist dies die erste Forschungsarbeit, welche laterale ZBSVse in drei unterschiedlichen Unterkiefergrößen bei Personen mit Malokklusion mit **BOLTONs** Normwerten (1958) sowie **MACHADO ET AL.s** (2019) Normwerten ohne Röntgenbilder vergleicht.

- *Die Nullhypothese 7 zum Vergleich mit **BOLTONs** Normwerten* kann nur im Falle der weiblichen Patienten – eine Teilgruppe bestehend aus allen drei NK Subgruppen – sowie männlichen Patienten mit kleinen Unterkiefern – eine NK Subgruppe – beibehalten werden und wird in Bezug zum gesamten Patientenpool verworfen.

Es gibt Autoren welche aufgrund der Tatsache, dass in den 60erjahren in der Regel mehr weibliche als männliche Patienten kieferorthopädisch behandelt wurden, der Ansicht sind, dass **BOLTON** für seinen Datenpool überwiegend weibliche Modelle erhalten hatte (**PROFFIT, 1994; OTHMAN UND HARRADINE, 2006**). Die hier vorliegenden Ergebnisse können diese Ansicht bestätigen, wobei insofern spekulativ präzisiert werden kann, dass es durchaus auch männliche Patienten dabeigehabt haben könnte, welche mehrheitlich einen kleinen Unterkiefer hatten. Dies deshalb, weil sich die männlichen Patienten mit einem mittelgroßen und großen Unterkiefer signifikant von **BOLTONs** Normwerten für die AR und die OR unterscheiden. Es ist eine spekulative Präzision, weil es doch eher unwahrscheinlich ist, dass die 44 behandelten Fälle von **BOLTON** Kompensationskurven aufwiesen, welche sich nicht von derjenigen der 11 unbehandelten Fällen unterschieden. Dies bedeutet, dass **BOLTON** hatte 1958 mit einer an Sicherheit grenzender Wahrscheinlich multiple Selektions-Bias in seiner Analyse hatte.

Zumindest stimmte das Wertespektrum für die LAR und LOR in dieser hier gemachten randomisierten Studie mit demjenigen für die AR in der Studie von **BOLTON** (1958) weitgehend überein (**Abb. 31**).

Abbildung 31 Die Box Plots der LARs und LORs in Bezug zu **BOLTONs** Datenverteilung.



Quelle zur Abbildung 31: Die eigene Abbildung zeigt einen graphischen Vergleich der Datenverteilung der LAR und der LOR in den Norma Klassen im Vergleich mit den Mittelwerten für die AR und die OR von **BOLTON** (1958). Sie zeigt auch die höchst signifikanten Unterschiede *** von fünf der sechs Subgruppen zu seinen Normwerten. Lediglich die Subgruppe der LAR bei Patienten mit einer Norma Klasse II unterschied sich nicht signifikant (NS) von **BOLTONs** Normwerten.

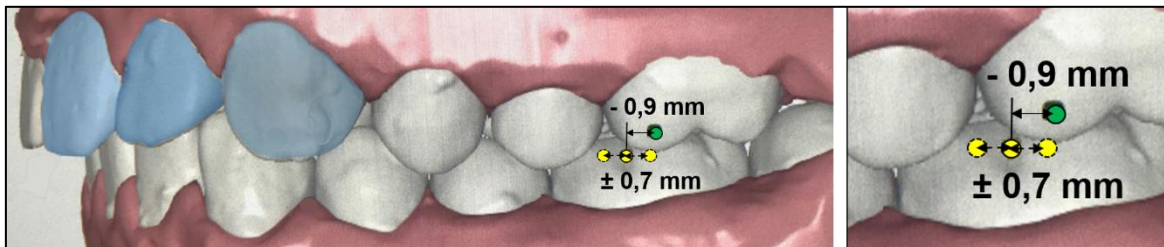
Werden auch **BOLTONs** 1958 gemachten Resultate zum Overbite in die Diskussion mit einbezogen, dann ergibt sich der Verdacht, dass seine Modelle in puncto Overbite mit einem Mittelwert von 31,2% den Charakter eines leichten Tiefbisses aufweisen, wenn zum Beispiel mit der Erfahrung von **WICHELHAUS** und **EICHENBERG** (2013) verglichen wird. Auch **RAKOSI** und **JONAS** (1989) sprechen ab einem Overbite von mehr als 3 mm von einem Tiefbiss. Wie sich zum Beispiel der Overbite bei Patienten mit einem großen Unterkiefer präsentiert oder mit welcher Koinzidenz die Angle Klassen zu den Norma Klassen stehen, müssen andere Studien klären.

Warum die Analyse von **BOLTON** (1952) ursprünglich nicht seitlich getrennt durchgeführt wurde, kann eigentlich nur durch das Fehlen des Informationszuganges durch das Internet und durch das Fehlen von moderne Messhilfen erklärt werden, weil bereits 1944 bekannt war, dass sich homologe rechte und linke Zähne in 90% der Fälle um mehr als 0,25 cm unterscheiden (**BALLARD, 1944**).

Es ist auch unklar, warum es Studien gibt, welche signifikante Unterschiede bezüglich der AR und OR in den drei Angle Klassen finden (**TA ET AL., 2001**; **ARAUJO UND SOUKI, 2003**) und es Studien gibt, die keine signifikanten Unterschiede in den drei Angle Klassen finden können, egal ob die Geschlechter getrennt (**BASARAN ET AL, 2006**) oder nicht getrennt (**CROSPY UND ALEXANDER, 1989**) getestet werden.

Ist möglicherweise in der Zuteilung in die Angle Klassen ein Bias versteckt, der mit den ZBSVsen zusammenhängt? Zumindest gibt es einige Autoren, welche der Ansicht sind, dass die sagittale Positionsklassifikation der ersten Molaren nach [ANGLE](#) (1899) als das ursprünglichste kephalometrische Merkmal keine besonders gute Trennschärfe besitzt ([RINCHUSE, 1989](#); [KATZ, 1992](#); [LUI, 2017](#)) (**Abb. 32**).

Abbildung 32! Ungenügende Trennschärfe der Angle Klassen als wissenschaftlicher Bias.



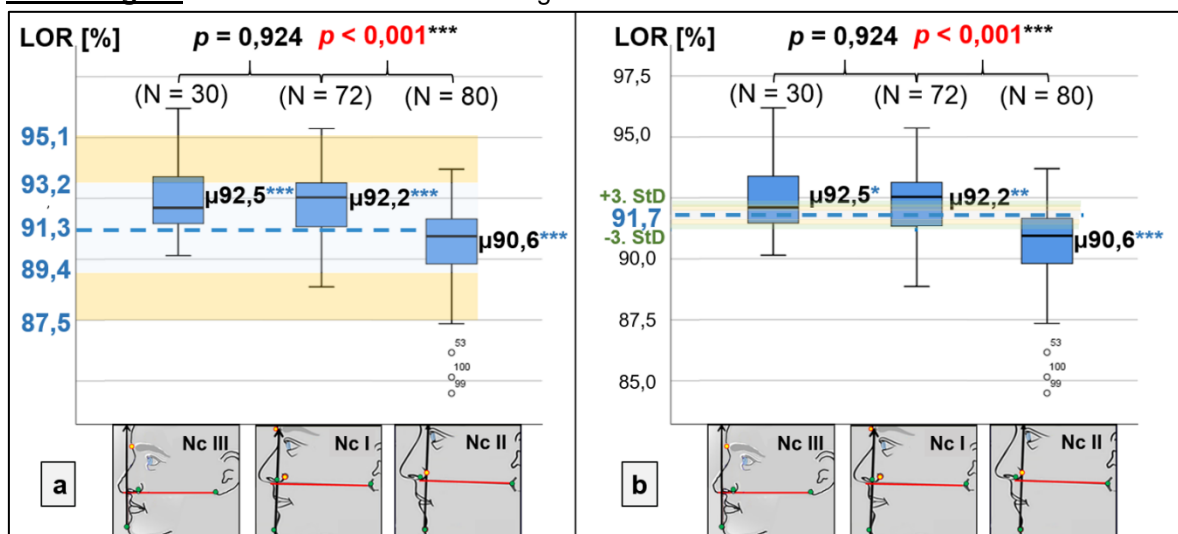
Quellen zur Abbildung 32: Die eigene Abbildung – ein beschrifteter und ein eingefärbter Screenshot eines 3D-Scans (SW_{2.0}[®], Primescan[™], SIRONA, D) – zeigt eine OR von 95,2%. Diese OR entstand durch eine ZBS von 43,8 mm im Unterkiefer und eine ZBS von 46,0 mm im Oberkiefer. Die ZBn des rechten und linken ersten Molaren [M₁] sind hier mit 9,2 mm ± 0,2 mm relativ schmal und die ZBn ihrer homologen Antagonisten [m₁] sind hier mit 11,9 ± 0,2 mm relativ breit. Alle anderen Zähne okkludieren hier in einer exzellenten Verzahnung. Weil die Software SW_{2.0}[®] den Bereich für eine Angle Klasse I auf ± 0,7 mm definiert, deklariert sie für diesen Zahnbogen eine Angle Klasse III. Diese Malokklusion und ZBn-Disharmonie wird durch die ZBn-Variabilität der ersten Molaren verursacht und es stellt sich die Frage, würden hier Kieferorthopäden auch eine Klasse III diagnostizieren?

Die Angle Klassifikation lässt sich trotz ihrer etwas fragwürdigen Trennschärfe keinen Falls einfach wegdiskutieren, weil sie die historische Basis der Kieferorthopädie ist. Dennoch ist sie eher von akademischer Natur, weil sie vom Patienten selber kaum mittels Spiegel erkannt werden kann. Sie ist mit heutigen modernen dento-fazialen Befunderhebungen eher ein Befund als eine Erstdiagnose (siehe Abb. 3 und Abb. 4). Aus rein pragmatischen Gründen ist der auffälligste Frontzahnbefund besser als Erstdiagnose geeignet.

Die vorliegenden Ergebnisse führen zu der Annahme, dass weiße männliche Patienten mit einem mittelgroßen oder großen Unterkiefer und einer Zahnfehlstellung seltener so therapiert werden können (zu leicht oder zu schwierig), dass deren Therapieresultat zu den Ansprüchen der American Board of Orthodontics für eine exzellente Zahnstellung vom Typ einer Angle Klasse I im Bereich der ersten Molaren passen und daher diese Patienten seltener in Studien wie derjenigen von [BOLTON](#) (1958) oder [ALAMIR](#) (2013) berücksichtigt werden als alle anderen Patienten.

- Die Nullhypothese 8 zum Vergleich mit [MACHADO ET AL.](#)s Normwerten wird beibehalten. Die global eruierten Normwerte für die OR und AR von [MACHADO ET AL.](#) (2019) für Patienten mit natürlichen Normokklusionen, unterscheiden sich nicht signifikant von den LARs und LORs des gesamten Patientenpools an Malokklusionen. Somit kann eine natürliche Normokklusion einfach nur als ein "goldener" Spezialfall einer Malokklusion angesehen werden, welcher erst nach einer "Diskriminierung" in die geschlechtsunspezifischen Norma Klassen signifikant auffällt ([Abb. 33](#)).

Abbildung 33! Die Box Plots der LORs bezüglich [BOLTONS](#) und [MACHADO ET AL.](#)s OR.



Quelle zur [Abbildung 33](#): Die eigenen Abbildungen (a) und (b) veranschaulichen mit Box Plots graphisch, wie die LORs nach einer verfeinerten Aufteilung in die drei Norma Klassen höchst signifikant *** von den Normwerten für die OR von [BOLTEN](#) (1958) (a) und mindestens signifikant * von denjenigen von [MACHADO ET AL.](#) (2019) (b) abweichen.

In puncto Diagnostik ist darauf hinzuweisen, dass keiner der Probanden, in seiner Anamnese eine *direkt* oder eine *indirekt* erworbene Ursache für die Zahnfehlstellungen angegeben hatte. Auch hatte keiner über Kiefergelenksbeschwerden berichtet. Wird das Konfidenzintervall von [MACHADO ET AL](#) (2019) als Entscheidungsbe- reich für noch natürlich günstige Normokklusionen angesehen, dann waren nur gerade 14% aller LARs für das Einstellen einer natürlichen Normokklusion geeignet.

Diese Tatsache sollten sich Kieferorthopäden bewusst sein und neben der einfach zu machenden Frontzahndiagnose auch die LZBSVse objektivieren, denn wenn sie die Grenzen der Therapiemöglichkeiten hinzu einer natürlichen Normokklusion nicht erkennen können, dann therapieren sie Jahre lang auf ein Therapieziel hin, dass sie gar nie erreichen können.

Die Untersuchungen von **BOLTON** (1958) und **ALAMIR** (2013) hatten zwar gezeigt, dass ca. 95% der untersuchten LOR innerhalb von deren Konfidenzintervall lagen und damit möglicherweise auch in eine exzellente Normokklusion überführt werden können, jedoch sind die Resultate von **BOLTON** und **ALAMIR** v.a. durch von Hand ausgelesene Fälle entstanden, welche – wie hier vermutet wird – nur mit entsprechenden Retentionshilfsmitteln vor einem Rezidiv geschützt werden können.

Es sollten weitere Untersuchungen auch an anderen ethnischen Gruppen durchgeführt werden, um zu prüfen, ob die hier eruierten Normwerte für die LAR, LPR und LOR in den Norma Klassen globale Gültigkeit haben (**Tab. 18**).

Tabelle 18 Normwerte zu den LAR, LOR und LPR in den Norma Klassen.

| Laterale Anterior Ratio in % | N | μ | Standardabweichung | Minimum | Maximum |
|-------------------------------|----|--------------|--------------------|---------|---------|
| Norma Klasse II | 80 | 76,8 | $\pm 2,4$ | 68,3 | 81,8 |
| Norma Klasse I | 72 | 78,5 | $\pm 2,1$ | 75,1 | 84,0 |
| Norma Klasse III | 30 | 79,3 | $\pm 3,1$ | 73,5 | 88,6 |
| Laterale Posterior Ratio in % | N | μ | Standardabweichung | Minimum | Maximum |
| Norma Klasse II | 80 | 103,9 | $\pm 2,8$ | 97,0 | 110,0 |
| Norma Klasse I | 72 | 105,6 | $\pm 2,7$ | 99,0 | 111,0 |
| Norma Klasse III | 30 | 105,2 | $\pm 2,8$ | 99,0 | 112,0 |
| Laterale Overall Ratio in % | N | μ | Standardabweichung | Minimum | Maximum |
| Norma Klasse II | 80 | 90,6 | $\pm 1,7$ | 84,5 | 93,7 |
| Norma Klasse I | 72 | 92,2 | $\pm 1,4$ | 88,9 | 95,4 |
| Norma Klasse III | 30 | 92,5 | $\pm 1,6$ | 90,1 | 96,2 |

Quelle zur Tabelle 18: Die eigene Tabelle fasst die geschlechtsunspezifischen Pilot-Normwerte für die LAR, LOR und LPR in den drei Norma Klassen zusammen.

Die praktische Relevanz der hier eruierten Normwerte für die LOR bei Patienten mit Malokklusion ist schwierig einzuschätzen, weil sie die ZBSn aus relativ vielen ZBn gleichzeitig miteinander vergleichen. Möglicherweise sind für die Begründung zur Verschieben ganzer Zahnreihe nützlich. Dies müssen erste prospektive Fallvorstellungen bestätigen oder eben dementieren.

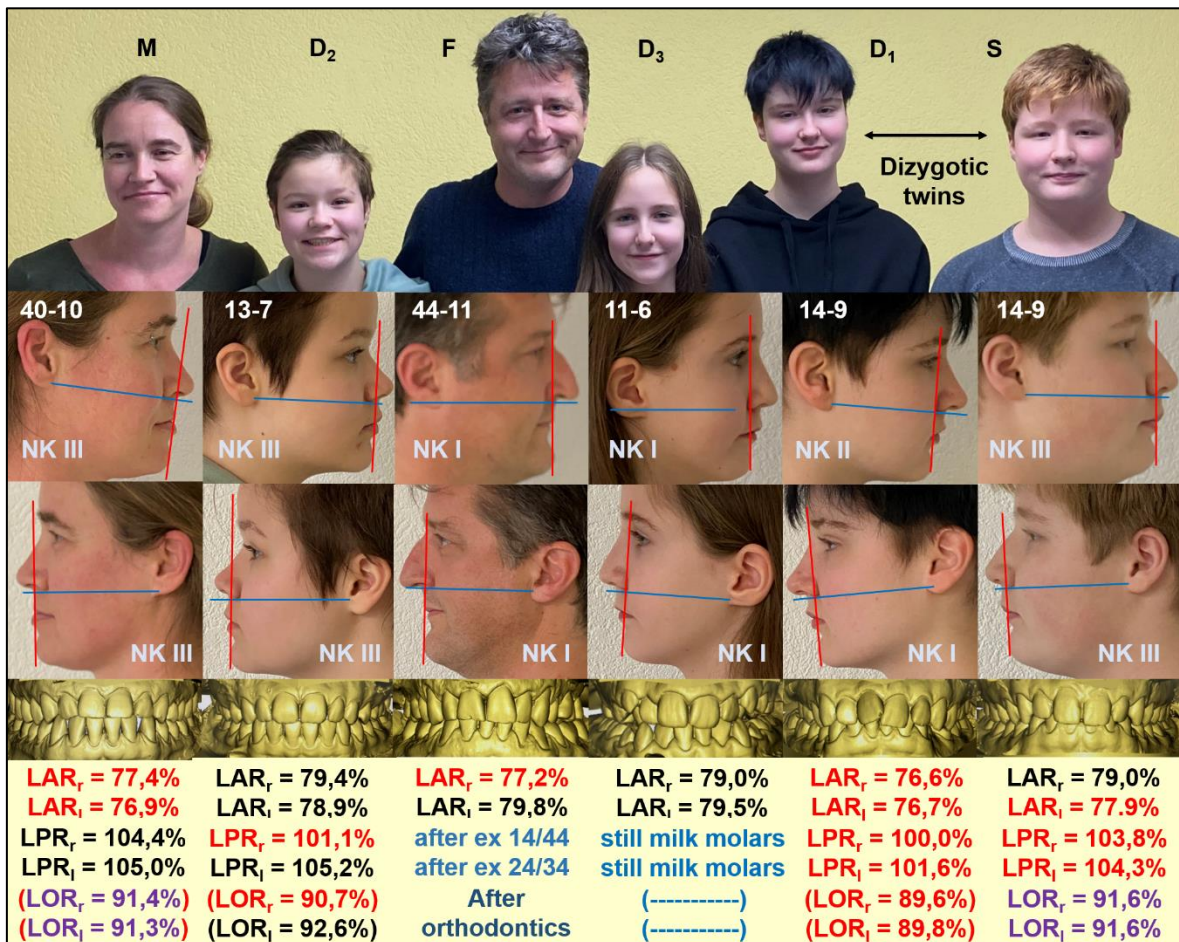
Die LPR sind wegen ihrer grossen Standardabweichungen eher von akademischer Natur. Ev. haben sie im Falle von Extraktions-Planung eine praktische Relevanz.

Hingegen können die LAR sehr gut für die Frontzahndiagnosen gebraucht werden, weil sie dem Patienten zusammen mit den NKn eine plausible Erklärung für den Engstand im Unterkiefer bieten, was zum Beispiel mit einer Fallvorstellung anhand einer spontan erfassten Großfamilie veranschaulicht werden kann (siehe Kapitel 5.4).

5.4 Zur praktischen Relevanz von neuen Normwerten für LZBSVse

Der praktische Nutzen von neuen Normwerten für LZBSVse bei Malokklusion nach Einteilung in eine Norma Klasse wird anhand von Befundaufnahmen mittels Fotografie (iPhone 12™, Apple, USA) und intraoralem Scann (Primescan™, SIRONA, D) bei einer spontan erfassten Großfamilie (Dezember 2020) diskutiert (Abb. 34).

Abbildung 34 Die NKn mit den Frontzahndiagnosen und den ZBSVsen bei einer Großfamilie.

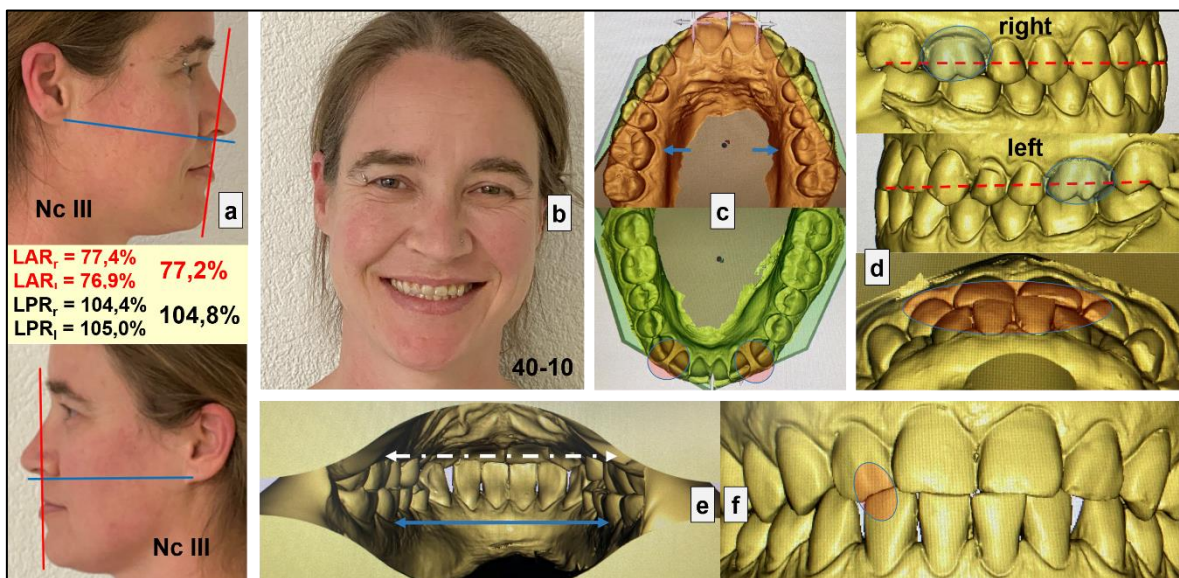


Quelle zur Abbildung 34: Die eigene Abbildung stellt die relativen Unterkiefergrößen, die Frontzahndiagnosen und berechneten ZBSVsen bei einer Großfamilie zusammen: Die Mutter (M) hat bei einem grossen Unterkiefer einen frontalen Kopfbiss, kleine LARs und große LPRs. Die zweite Tochter (D₂) hat bei einem großen Unterkiefer einen frontalen horizontal offenen Biss, große LARs, rechts kleine und links große LPRs. Der Vater (F) hat bei einem mittelgroßen Unterkiefer eine obere Mittellinienverschiebung und rechts kleine aber links große LARs. Die dritte Tochter (D₃) hat bei einem mittelgroßen Unterkiefer ektopische obere Eckzähne und große LARs. Die erste Tochter (D₁) hat rechts einen kleinen und links einen mittelgroßen Unterkiefer, verschachtelte oberen Inzisiven sowie beidseitig kleine LARs und LPRs. Ihr zweieiiger Zwilling Bruder (S) hat bei einem großen Unterkiefer einen frontalen Tiefbiss, rechts große und links kleine LARs sowie beidseitig kleine LPRs.

Für die Ursachen-Erkenntnis benötigt es jedoch mehr dento-faziale Informationen:

Die Mutter macht hier der Vollständigkeit zu liebe mit. Sie hat einen frontalen Kopf-
biss. Ihre $LAR_r = 77,4\%$ und $LAR_l = 76,9\%$ passen zu Personen mit kleinen Unter-
kiefen. Diese LARs bieten eine Erklärung zu den Zahnlücken in der unteren Front-
zahnregion: Die Probabilisation zu den ZBSn hatte enthüllt, dass die unteren ZBSn
im Unterkiefer signifikant ausgeprägter variieren als im Oberkiefer, weshalb hier an-
genommen wird, dass die lateralen unteren Frontzahnsummen zu klein sind: Die
Inzisiven kommen nur ungenügend unter ihre Antagonisten im Oberkiefer (**Abb. 35**).

Abbildung 35! Die dento-fazialen Befunde bei der Mutter.

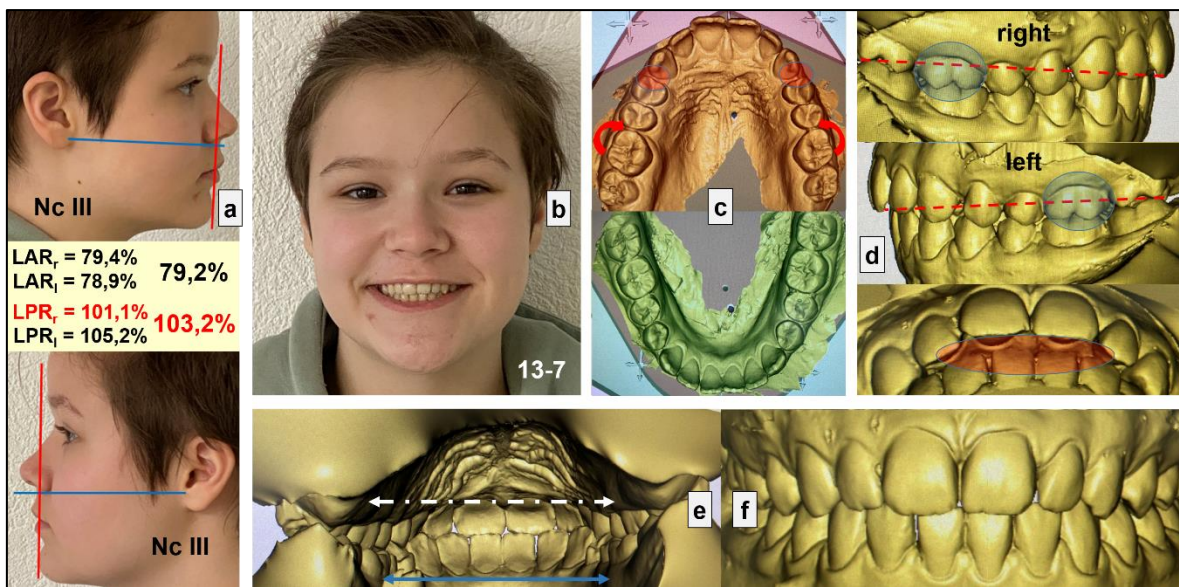


Quelle zur Abbildung 35: Die eigene Abbildung zeigt mit der Abbildung (a) die Mutter mit einer beid-
seitigen Norma Klasse III sowie zu kleinen LARs, welche eher zu Patienten mit kleinen Unterkiefen
passen würden. Die Abbildung (b) zeigt den eher breiten Gesichtstyp der Mutter. Die Abbildung (c)
zeigt ihre permanente Dentition mit beinahe perfekten Alignments und Frontzahn-
lücken mesial der unteren Eckzähne. Die Abbildung (d) zeigt rechts und links eine Angle Klasse I,
eine vertiefte Kompensationskurve sowie einen frontalen Kopf- und Nasenbiss. Die Abbildung (e)
zeigt ihren eher flachen Gaumen und zu einander passende apikale Basen in der 6er Region. Die
Abbildung (f) zeigt eine weitgehend symmetrische Frontzahnansicht mit Kreuzbiss zwischen dem
Zahn 12 und dem Zahn 42.

Ein Therapievorschlag: Das Resultat einer reinen kieferorthopädischen Therapie
würde hier vermutlich ohne eine gleichzeitige Vergrößerung der unteren Inzisiven
mit der Zeit instabil werden. Der frontale Kopf- und Nasenbiss ließe sich zum Beispiel durch
einen Aligner – Invisalign-System (Fa. Align Technology, USA) – korrigieren
(SCHUP, 2010). Die unteren Frontzähne sollten aus ätiologischen Gründen durch
Zahnaufbau vergrößert werden, um so die korrigierte Kopf- und Nasenbiss-Situation zu sichern
und um die Lücken zu schließen. Die Mutter wollte jedoch keine Vergrößerung der
Inzisiven und auch keine Retainer, weshalb letztendlich nichts gemacht wurde.

Die zweite Tochter hat bis ins Alter von 10 Jahren ihren Daumen gelutscht. Sie hat frontal einen horizontal offenen Biss, welcher möglicherweise durch den einstigen Habit verursacht wurde, weil ihre großen LARs – verursacht durch relativ breite untere Frontzähne – in Kombination mit einer seitlichen Angle Klasse I Verzahnung der Molaren keinen horizontal offenen Biss erwarten lässt (**Abb. 36**).

Abbildung 36! Die dento-fazialen Befunde bei der zweiten Tochter.

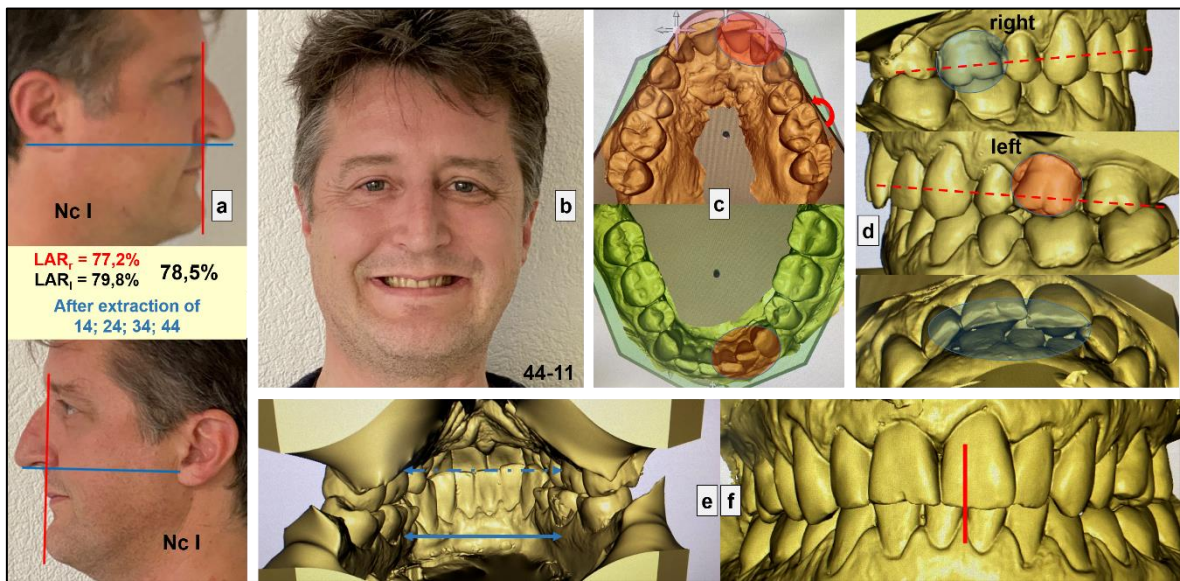


Quelle zur Abbildung 36: Die eigene Abbildung zeigt mit der Abbildung (a) die zweite Tochter mit einer beidseitigen Norma Klasse III sowie beidseitig großen LARs. Die gesamte PR passt zu Personen mit kleinen Unterkiefern und basiert auf kleineren unteren Seitenzähnen. Die Abbildung (b) zeigt ihren eher breiten Gesichtstyp. Die Abbildung (c) zeigt ihre permanente Dentition mit nahezu perfekten Alignments mit leicht mesial einrotierten Zähnen 16 und 26 sowie kleinen Zahnlücken distal von 13 und 23. Die Abbildung (d) zeigt beidseits eine Angle Klasse I der Molaren und nicht abgestützte Oberkiefer-Inzisiven (horizontal offener Biss) sowie eine vertiefte Kompensationskurve. Die Abbildung (e) zeigt einen eher flachen Gaumen und zu einander passende apikale Basen in der 6er Region. Die Abbildung (f) zeigt eine ansprechende weitgehend symmetrische Frontzahnansicht.

Ein Therapievorschlag: Eine Dehnung des oberen Zahnbogens – zur Zurücknahme der Oberkieferfront (BACHER, 2019) – mit distaler Einrotation der Zähne 16 und 26 wäre hier ein sinnvoller Therapieweg, wenn die durchschnittliche Posterior Ratio nicht andeuten würde, dass die Seitenzähne im Unterkiefer relativ klein sind. Daher wurde der zweiten Tochter nur das Setzen eines Retainers für die oberen zentralen Inzisiven ohne vorrangigene Kieferorthopädie empfohlen. Letztendlich wurde vorerst nichts gemacht, weil eventuell das noch vorhandene Wachstumspotential zusammen mit dem Lippendruck den offenen Biss der Inzisiven von alleine verkleinern könnte. Die Situation ihrer Zahnstellung wird in einem Jahr reevaluiert.

Der Vater hatte in seiner Jugend acht Jahre lang Kieferorthopädie mit Extraktion der vier ersten Prämolaren und er ist unglücklich wegen des Rezidivs. Er hat eine obere Mittellinienverschiebung. Rechts passt seine $LAR_r = 77,2\%$ zu Patienten mit kleinen Unterkiefen obschon er eine Norma Klasse I hat. Links passt seine $LAR_l = 79,8\%$ zu Patienten mit großen Unterkiefen obschon er auch dort eine NK I hat. Beide LARs passen zur Platzbilanz in der unteren Frontzahnregion: Rechts ist sie ausgeglichener und links ist sie negativ – den zu breiten Zähnen fehlt Platz – (Abb. 37).

Abbildung 37! Die dento-fazialen Befunde beim Vater.



Quelle zur Abbildung 37: Die eigene Abbildung zeigt mit der Abbildung (a) den Vater mit einer beidseitigen Norma Klasse I sowie zu kleinen LARs rechts und zu großen LARs links. Die Abbildung (b) zeigt den eher schmalen Gesichtstyp des Vaters. Die Abbildung (c) zeigt seine permanente Dentition mit guten Alignments rechts, links mit einem frontalen Engstand sowie einem mesial einrotierten Zahn 26. Die Abbildung (d) zeigt rechts eine Angle Klasse I und links eine II, abgestützte Frontzähne und eine vertiefte Speekurve. Die Abbildung (e) zeigt seinen hohen Gaumen mit knapp passenden apikalen Basen im Bereich der 6'er. Die Abbildung (f) zeigt eine Mittellinienverschiebung nach rechts, wobei diese Lateralität eher durch den links in eine Angle Klasse II gekippten Zahn 26 (16 steht orthogonaler in einer Angle Klasse I) und nicht durch die unterschiedlichen LARs verursacht wurde.

Ein Therapievorschlagn: Die Unterlagen der einstigen kieferorthopädischen Behandlung sind unauffindbar, weshalb das Ausmaß des Rezidivs nicht abgeschätzt werden kann und es bleibt unklar, ob die parodontalen Rezessionen eine Folge der Therapie sind. Der Frontzahnengstand ist sicher die Folge eines Rezidivs, weil seit Jahren die Retainer fehlen. Retainer sollten lebenslang insitu bleiben, um Rezidive zu verhindern (LANG ET AL., 2002; LITTLEWOOD ET AL., 2006; MELROSE UND MILLETT, 1998). Aus parodontalen Gründen wurde von einer erneuten Therapie abgeraten.

Die Situation beim Vater erweckt den Anschein, als ob die Extraktion der vier ersten Prämolaren, ein Fehlentscheid war. Beruhte der Extraktionsentscheid auf [BOLTONS](#) Normwerten? Dies kann wegen den fehlenden Ausgangsunterlagen nur spekuliert werden. Die Extraktionstherapie ist selbst heute noch eine reine Ermessenssache.

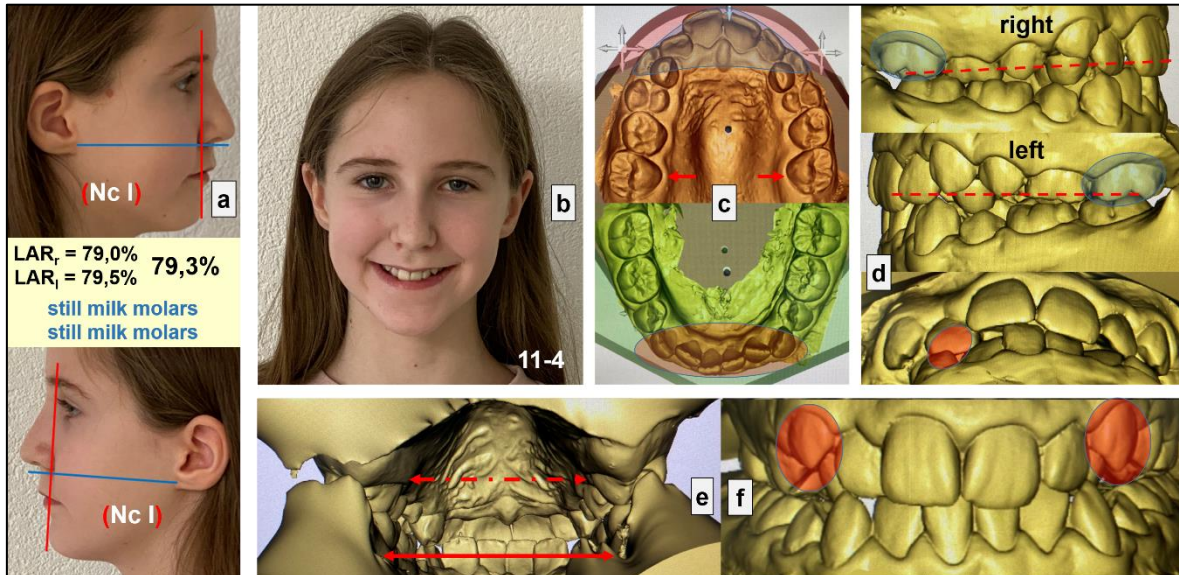
Prinzipiell gehörte [E.H. ANGLE](#) zu den "nicht Extraktionisten", weshalb es einige Jahre brauchte, bis sich die ersten Befürworter von Zahnextraktionen zu Wort meldeten. Einer der ersten Befürworter zur Unterstützung von Kieferorthopädie mit vorangegangener Extraktion von vier Prämolaren war [TWEED](#) (1944). [TWEED](#) – ein ehemaliger Schüler von [ANGLE](#) – schätzte, dass nur gerade 20% seiner klinischen Fälle, die ohne Zahnextraktion behandelt wurden, auch zu einem erfolgreichen Resultat führten ([TWEED, 1944](#)).

Inzwischen gibt es verschiedenste gelungene Fallvorstellungen mit Extraktion der vier ersten Prämolaren, wie zum Beispiel eine Arbeit von [MARTINS DE ARAUJO UND DUARTE CALDAS](#) (2019) oder der Extraktion der vier zweiten Prämolaren ([MASCARENHAS ET AL., 2018](#)) oder der Extraktion der unteren ersten Prämolaren in Kombination mit den ersten Molaren im Oberkiefer ([FIORILLO, 2019](#)) oder andere gut gelungene Extraktions-Fälle. Neben den Fallvorstellungen finden sich auch retrospektive Studien zu Extraktionsfällen, wie zum Beispiel die Arbeit von [CHEN ET AL.](#) (2010). Sie untersuchten die Positionsänderungen und das Bewegungsmuster von Schneidezähnen und Molaren nach kieferorthopädischer Behandlung mit Extraktionen aller vier zweiten Prämolaren bei Patienten mit *leichtem* Engstand bei einer Angle Klasse I. Nach [RUELLAS ET AL.](#) (2010) ist die Extraktion von Prämolaren unter anderem bei einem *ausgeprägten* Engstand oder bei einer unilateralen Agenesie indiziert. Dabei sollte die Extraktion von oberen Prämolaren gut überlegt sein, weil sie das Gesicht konkaver machen kann, was vor allem bei der Angle Kl. III ("große Unterkiefer") von klinischer Bedeutung ist ([LO GUIDICE ET AL., 2020](#)).

Von den hier erwähnten Autoren zum Thema Extraktion berücksichtigten nur gerade [MARTINS DE ARAUJO UND DUARTE CALDAS \(2019\)](#) [BOLTONS](#) Normwerte für die AR – nicht aber die für die OR – bei ihrem Extraktionsentscheid. Die anderen Autoren erwähnten [BOLTONS](#) OR und AR von 1958 überhaupt nicht. Nach [OTHMAN UND HARRADINE](#) (2006) sollten diesen jedoch Beachtung geschenkt werden, weil auf Grund dieser, Stripping, Zahnumformung und Extraktion legitimiert werden kann.

Die dritte Tochter ärgert sich über die Milcheckzähne. Sie hat zwei ektopische obere Eckzähne. Ihre LARs passen zu großen Unterkiefen was den frontalen Engstand in ihrem mittelgroßen Unterkiefer erklärt – den breiten Zähnen fehlt Platz – (**Abb. 38**).

Abbildung 38! Die dento-fazialen Befunde bei der dritten Tochter.

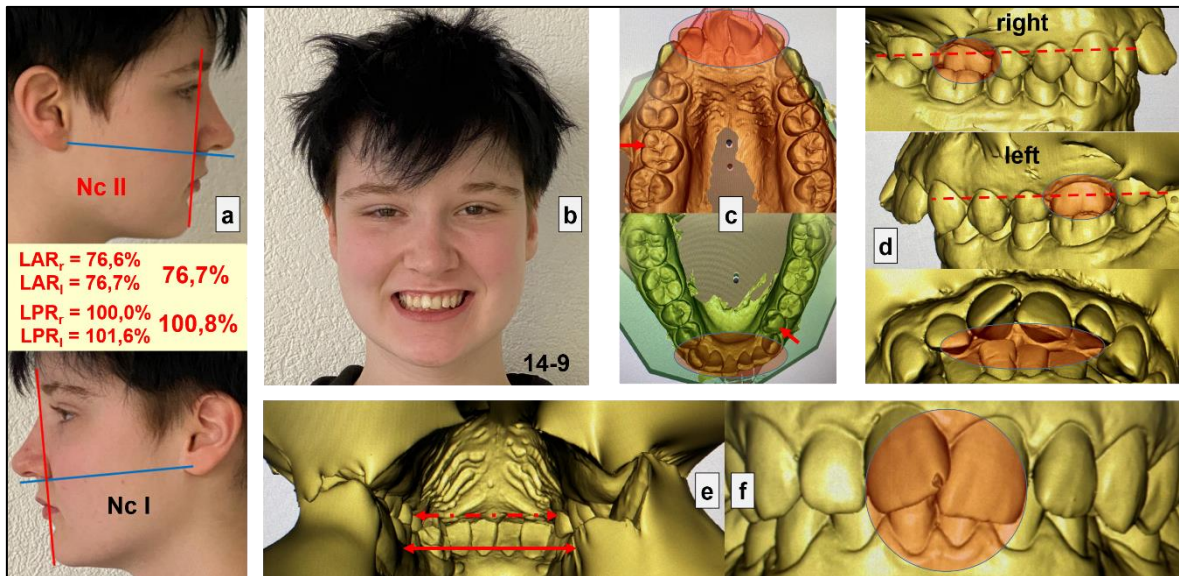


Quelle zur Abbildung 38: Die eigene Abbildung zeigt mit der Abbildung (a) die dritte Tochter mit beidseitig mittelgroßen Unterkiefen und großen LARs. Die Abbildung (b) zeigt ihren eher schmalen Gesichtstyp. Die Abbildung (c) zeigt ihre Alignments im Wechselgebiss II mit leicht nach bukkal gekippten Zähnen 16 und 26 sowie einem bimaxillären frontalen Engstand. Die Abbildung (d) zeigt rechts und links eine Angle Klasse I sowie einen Kopfbiss zwischen dem Zahn 12 und dem Zahn 43 sowie eine bereits vertiefte Kompensationskurve. Die Abbildung (e) zeigt ihren leicht hohen Gaumen und eine relativ kleine apikale Basis in der Region der oberen ersten Molaren. Die Abbildung (f) zeigt eine obere Frontzahnstellung mit zu $\frac{3}{4}$ durchgebrochenen Eckzähnen.

Ein Therapievorschlag: Bei der dritten Tochter deutet der transversale Kreuzbiss bei den Milchzähnen bereits an, dass die Oberkieferbasis auch für die permanente Dentition relativ schmal sein wird. Der Platzmangel im Frontzahnbereich hat sich bereits manifestiert. Ein Engstand in der Unterkiefer Frontzahnregion ist bei der permanenten Dentition relativ häufig (PROFFIT, 1998), weil die Zähne physiologisch ein Leben lang nach mesial drängen (VILLARD, 2014), was nicht bedeutet, dass nicht zu breite Frontzähne der Hauptgrund für den Engstand sein könnten. Ihre relativ großen Unterkieferfrontzähne stehen erst seit wenigen Jahren insitu und ihre LARs können den Engstand erklären. Bei ihr wird erst die komplette permanente Dentition abgewartet, weil sie sonst unnötig lange mit einer Zahnsperre herumlaufen müsste. Die Milcheckzähne sind bereits stark erhöht beweglich und die Patientin wird diese selber extrahieren. Die Situation ihrer Zahnstellung wird in einem Jahr reevaluiert.

Die erste Tochter passt ihre Frisur ihrer Zahnstellung an. Sie hat eine Verschachtelung der oberen Inzisiven. Ihre kleinen LARs passen zum kleinen Unterkiefer rechts. Dennoch hat sie einen unteren Frontzahn-Engstand, welcher wahrscheinlich eher durch das spitz zulaufende Alignment als durch die kleinen ZBN entstand (**Abb. 39**).

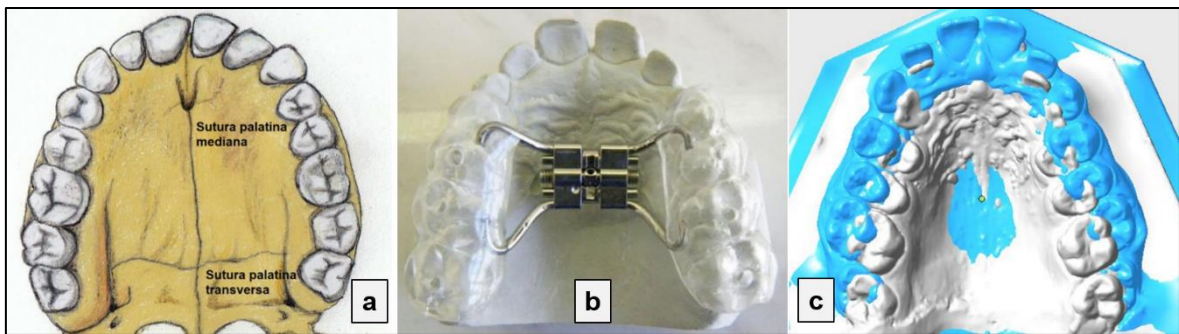
Abbildung 39! Die dento-fazialen Befunde bei der ersten Tochter.



Quelle zur Abbildung 39: Die eigene Abbildung zeigt mit der Abbildung (a) die erste Tochter mit rechts einem kleinen und links einem mittelgroßen Unterkiefer sowie LARs und LPRs, welche zu kleinen Unterkiefern passen. Die Abbildung (b) zeigt ihren eher schmalen Gesichtstyp. Die Abbildung (c) zeigt ihre Alignments in der permanenten Dentition, mit nach oral verschobenen Zähnen 16 sowie 34 und einem Engstand in den Frontzahnregionen (im Oberkiefer größer wie im Unterkiefer). Die Abbildung (d) zeigt rechts eine tendenzielle Angle Klasse II und links eine typische Klasse II/1 mit nicht abgestützten Frontzähnen sowie einer vertieften Kompensationskurve. Die Abbildung (e) zeigt ihren relativ hohen Gaumen und eine transversal zu kleine apikale Basis in der Region der oberen ersten Molaren. Die Abbildung (f) zeigt verschachtelt stehende zentrale Inzisiven mit einem Tiefbiss.

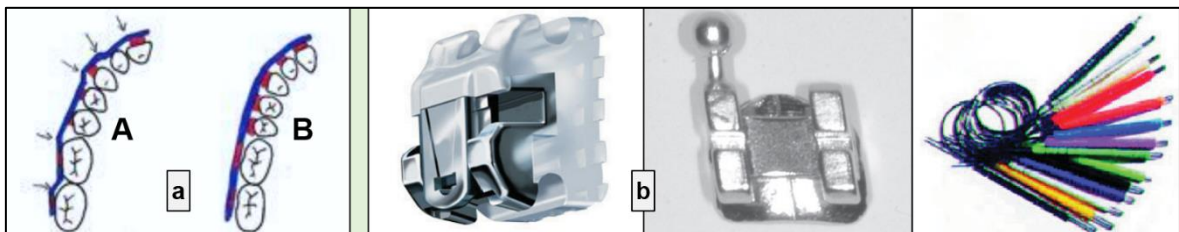
Ein Therapievorschlag: Sie erhält eine festsitzende Gaumennaht-Erweiterungs-Apparatur [GNE-A] (**Abb. 40**) mit Wirkzentrum in der Region 16. Dann werden ihr die Zähne 15 und 25 extrahiert. Anschließend werden zur Einstellung der Alignments festsitzende Straight-Wire-Apparaturen eingesetzt (**Abb. 41**). Der Lückenschluss in den Regionen 15 bzw. 25 erfolgt indem die Zähne 14↔16 sowie 24↔26 gegeneinander verschoben werden und danach wird der Frontblock distalisiert (**Abb. 42**). Im Unterkiefer werden die Frontzähne interproximal durch Stripping verkleinert (breitere Kontaktflächen). So werden die ZBN der extrahierten Zähne durch Mesialisation der Zähne 16 und 26 sowie eine Verkleinerung der unteren Frontzähne in puncto ZBSVse kompensiert. Retainer im Ober- und Unterkiefer sichern dann das Resultat.

Abbildung 40! Das Therapieprinzip der Gaumennaht-Erweiterungs-Apparatur.



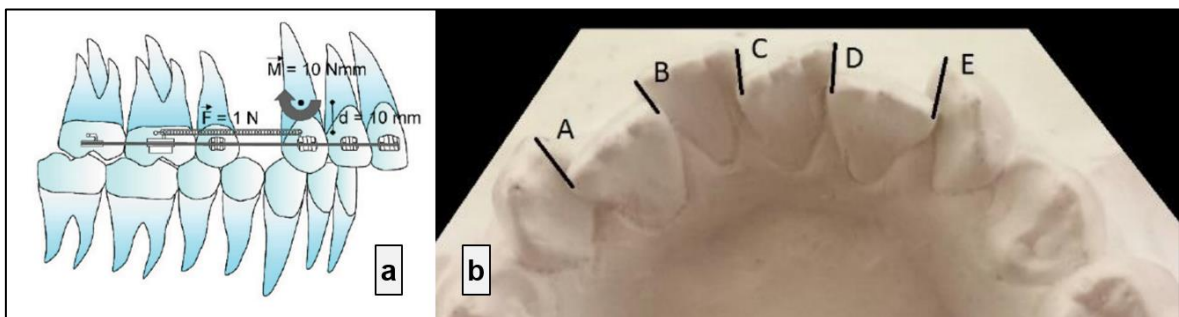
Quelle zur Abbildung 40: Die Abbildungen (a) bis (c) aus [VAN SCHÖLL \(2017\)](#) zeigen mit der Abbildung (a) die Sutura palatina mediana des Oberkiefers, welche erweitert wird. Die Abbildung (b) zeigt eine abnehmbare Gaumennaht-Erweiterungs-Apparatur [GNE-A], welche 24 Stunden pro Tag vor allem im Wachstum während üblicherweise sechs Wochen getragen wird. Es gibt auch festsitzende GNE-Apparaturen, welche üblicherweise innert zwei Wochen durch forcierte Dehnung den Gaumen verbreitern; von welchen bekannt ist, dass sie nebenbei auch die Nasenatmung verbessern können ([BÖSSNER, 2006](#)). Die Abbildung (c) zeigt zwei überlagerte Oberkiefer-Modelle (t_0 weiß und t_1 blau) eines Patienten in der permanenten Dentition vor (t_0) und nach (t_1) dem Wirken einer GNE-A.

Abbildung 41! Die Straight-Wire-Technik.



Quellen zur Abbildung 41: Die Abbildung (a) aus [MÜLLER \(2017\)](#) zeigt das Therapieprinzip der Standard-Edgewise-Technik (A) ([ANGLE, 1928](#)) und der Straight-Wire-Technik (B) ([ANDREWS, 1978](#)). Die Abbildung (b) aus [GÜRLER \(2008\)](#) zeigt zwei Straight-Wire-Brackets und elastische Ligaturen.

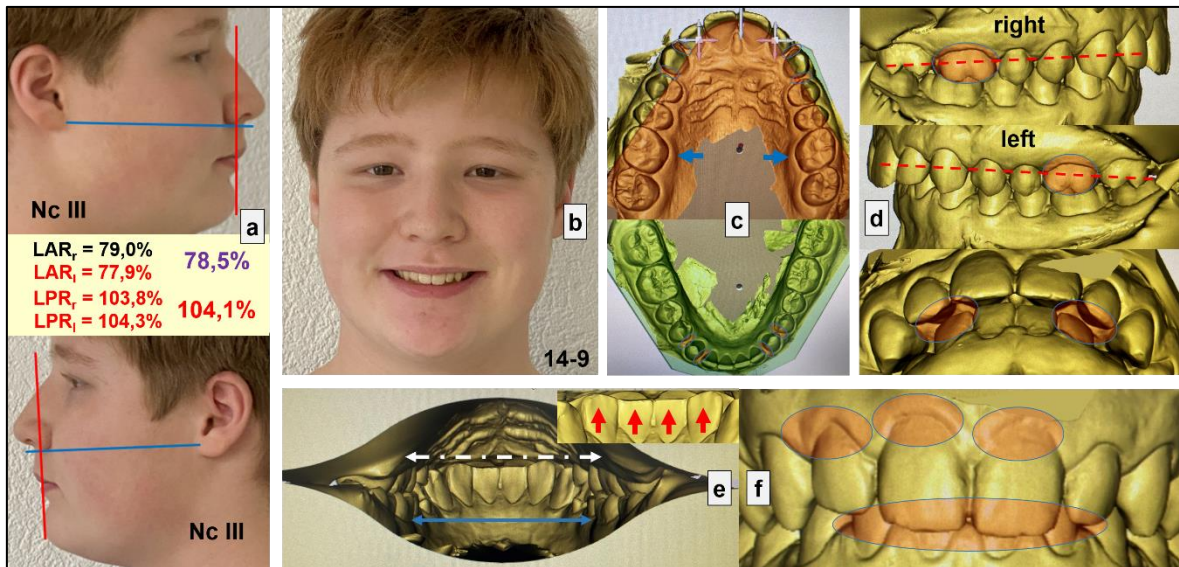
Abbildung 42! Der Lückenschluss und das Prinzip des Kontaktpunkt-Beschleifens.



Quelle zur Abbildung 42: Die Abbildung (a) aus [GÜRLER \(2008\)](#) zeigt schematisch die prinzipielle Biomechanik der bogengeführten Zahnbewegung beim Lückenschluss durch den Eckzahn. Die Abbildung (b) aus [MÜLLER \(2017\)](#) zeigt eine Möglichkeit, um in der unteren Frontzahnregion durch Beschleifen der Kontaktpunkte etwas kompensatorisch die Extraktion der oberen zweiten Prämolaren auszugleichen und gleichzeitig unten etwas Platz zu gewinnen ([CHOUDHARY ET AL., 2015](#)).

Der Sohn knirscht nachts mit den Zähnen. Er hat einen frontalen Tiefbiss. Gleichzeitig hat er rechts eine LAR, welche zu großen Unterkiefen passt. Die LAR links und seine LPRs passen zu Personen mit kleinen Unterkiefen, was die Zahnlücken mesial und distal der unteren Eckzähne weitgehend erklären kann (Abb. 43).

Abbildung 43! Die dento-fazialen Befunde beim Sohn.

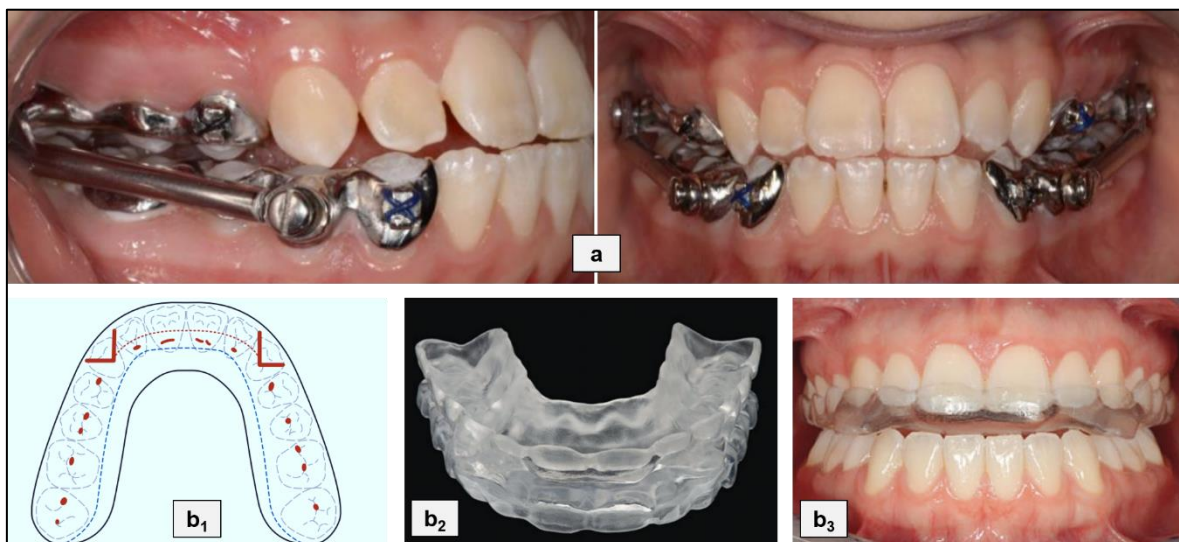


Quelle zur Abbildung 43: Die eigene Abbildung zeigt mit der Abbildung (a) den Sohn mit einer beidseitigen NK III. Hingegen passen seine LPRs sowie die linke LAR zu Personen mit kleinen Unterkiefen. Die Abbildung (b) zeigt den eher breiten Gesichtstyp des Sohnes. Die Abbildung (c) zeigt seine beinahe perfekten Alignments in der permanenten Dentition mit kleinen Zahnlücken mesial und distal der Eckzähne. Die Abbildung (d) zeigt beidseitig eine Angle-Klasse II, nicht abgestützte Frontzähne und eine ausgeprägte Kompensationskurve. Die Abbildung (e) zeigt seinen flachen Gaumen und zu einander passende apikale Basen in der Region der 6er. Speziell sind die unnatürlich abradierten Schneidekanten der unteren Inzisiven, was den nächtlichen Bruxismus bestätigt. Die Abbildung (f) zeigt eine symmetrische Frontzahnsituation mit Tiefbiss und ungewöhnlichen Gingivarezessionen.

Ein Therapievorschlag: Der Sohn ist beinahe 15 Jahre alt und kleiner als seine Zwillingsschwester, was nach KUCZMARSKI ET AL. (2002) (s. Abb. 11) darauf schließen lässt, dass er noch vor seinem Wachstumsschub steht. Die Modellanalyse belegt, dass er schon seit langer Zeit unkontrolliert stark mit seiner Unterkieferdentition die Oberkieferdentition vordrückt, denn die unteren Inzisiven weisen Abrasionen der Inzisalkanten auf und die oberen Inzisiven werden so gegen den Knochen gedrückt, dass sie die Ursache für die Gingivarezessionen sein könnten. Hat dieser Habit den oberen Zahnbogen aus einer Angle Klasse I in eine Angle Klasse II verschoben oder würde auch eine Klasse II vorliegen, wenn er nicht knirschen würde? Es ist beides möglich und es sollte auch beides bei der Therapieplanung berücksichtigt werden.

Beim Sohn liegen die berechneten $LOR_{rechts} = 91,6\%$ und $LOR_{links} = 91,6\%$ innerhalb der ersten Standardabweichung von [MACHADO ET AL. \(2019\)](#). Dies bedeutet, dass eine Überführung von einer Angle Klasse II in eine natürliche Angle Klasse I machbar sein sollte, wenn die Zahnreihen entsprechend gegeneinander verschoben werden. Hier würde sich prinzipiell die Therapiemöglichkeit mit einem Gaumenimplantat (siehe Abb. 3) anbieten. Bei diesem Therapie-Prinzip wird die gesamte obere Zahnreihe distalisiert, jedoch nicht gleichzeitig das "Lückenproblem" im Unterkiefer gelöst. Nach besten Wissen, gibt es hierfür keine eigentliche "Standardtherapie". Es gibt jedoch die Herbstapparatur – eine 24h/Tag getragene funktionskieferorthopädische Apparatur –, welche für Klasse II Fälle mit ANB-Winkeln von kleiner als 6° empfohlen wird ([RUF AND PANCHERZ, 2006](#)). Der therapeutische Erfolg einer Herbstapparatur beruht nach [WICHELHAUS UND EICHENBERG \(2013\)](#) auf etwa 78% dentale Verschiebung. Werden vorab die Zähne 17 und 27 extrahiert und mit Straight-Wire-Bögen die Okklusion begradigt, dann reduziert sich der Widerstand des Oberkieferzahnbogens und die nach distal gerichtete Kraft der Herbstapparatur wirkt effektiver auf die obere Zahnreihe ein. Zur Resultats-Sicherung im Oberkiefer wird eine Michigan-Schiene empfohlen (**Abb. 44**).

Abbildung 44 Die Herbstapparatur und die Michigan-Schiene.



Quellen zur Abbildung 44: Die Abbildung (a) aus [RÜHL \(2018\)](#) zeigt die laterale und frontale Ansicht einer in situ gebrachten Herbstapparatur – auch Herbstscharnier genannt – mit gegossenen Metallschienen. Die Abbildungen (b₁) bis (b₃) aus [DEDEM UND TÜRP \(2016\)](#) zeigen drei Informationen zur Michigan-Schiene. Die Abbildung (b₁) zeigt die Verteilung der antagonistischen Kontakte auf der Schienenoberfläche nach Kieferschluss und schienengeführtem Vor- und Seitenschub. Die Abbildung (b₂) zeigt eine abgabefertige Michigan-Schiene. Die Abbildung (b₃) zeigt eine eingegliederte Michigan-Schiene mit initialen Kontakten, welche i.d.R. als Schutz vor Bruxismus getragen wird.

Bei dieser Familie zeigt sich kaum eine Koinzidenz zwischen den Norma Klassen und den Angle Klassen. Jedoch trifft für die hier spontan erfasste Familie die Aussage zu, dass je kleiner die LPR ist, umso eher liegt auch eine Angle Klasse II vor. Diese Erkenntnis hat jedoch noch keine generelle Gültigkeit, weil es "nur" eine Fallvorstellung ist. Dennoch sollten Studien mit einem entsprechend verblindeten Design gemacht werden, um eine entsprechende Hypothese zu überprüfen.

Bezüglich der LARs und der unteren Frontzahnplatzbilanz enthüllt sich eine plausible Gesetzmäßigkeit, welche durch die entdeckte Probabilisation der ZBSn abgesichert ist: Bei kleinen Unterkiefern mit großen LARs liegt eher ein Frontzahnengstand im Unterkiefer vor und bei großen Unterkiefern mit kleinen LARs finden sich dort eher Zahnlücken.

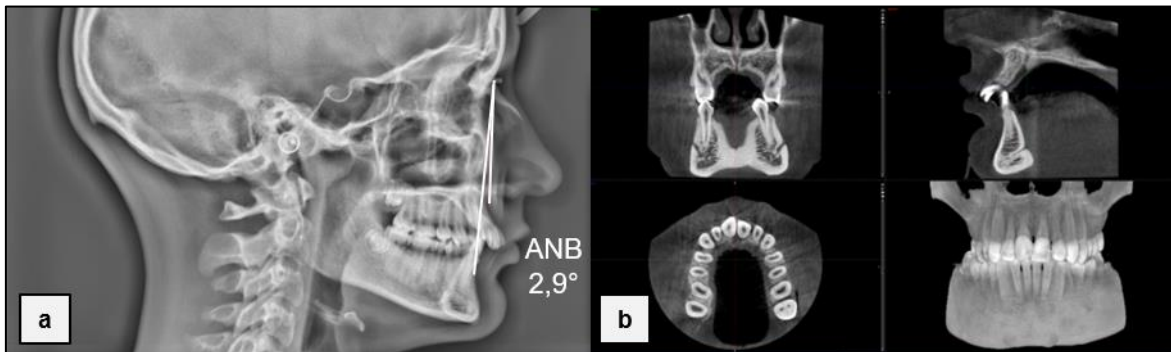
Möglicherweise lassen sich die Norma Klassen in der Vererbungslehre nutzen: Werden zum Beispiel bei der Abbildung 34 die frontalen Gesichtsbilder betrachtet, dann lässt sich sagen, dass sich M, D₂ und S bzw. F, D₁ und D₃ gleichen. Dieselbe Zuordnung trifft auch weitgehend auf die Norma Klassen zu.

Die hier vorgestellten Mitglieder der spontan erfassten Großfamilie belegen, dass nur mit dem Primescan™ (SIRONA, D), mit Fotografie der Seitenprofile und mit dem Präsentationsprogramm (PowerPoint®, Microsoft, USA) auch ohne eine Fernröntgenanalyse [FR-Analyse] eine aussagekräftige dento-faziale Befundaufnahme gemacht werden kann, welche zu einem verständlichen Therapieversuch führt.

Eine dento-faziale Befundaufnahme mit der Norma Klassifikation hat den Vorteil, dass die altersbedingte Kopfgröße ab der permanenten Dentition keine Rolle zu spielen scheint. Bei den FR-Analysen von Winkelmerkmalen spielt die altersbedingte Kopfgrößenveränderung jedoch sehr wohl eine Rolle. So verringert sich zum Beispiel durch das Kopfwachstum der ANB-Winkel im Alter von 8 bis 18 Jahren bei unbehandelten Patienten um durchschnittlich 0,1 Grad/Jahr (BROABENT ET AL. 1975) oder nach neueren Studien um 0,2 Grad/Jahr (GILBERT-BRESLER, 1993; BHATIA und LEIGHTON 2001) und durch Funktionskieferorthopädie im Median um 0,4 Grad/Jahr, bzw. je nach Altersgruppierung sogar um 0,8 Grad/Jahr (BODE, 2002). Hinzu kommt, dass die Norma Klassifikation die Lateralität berücksichtigen kann und die zweidimensionale FR-Analyse kann dies nicht. Daher ist eine Kopplung eines FR-Bildes mit einer Modell-Analyse nicht besonders vertrauenswürdig.

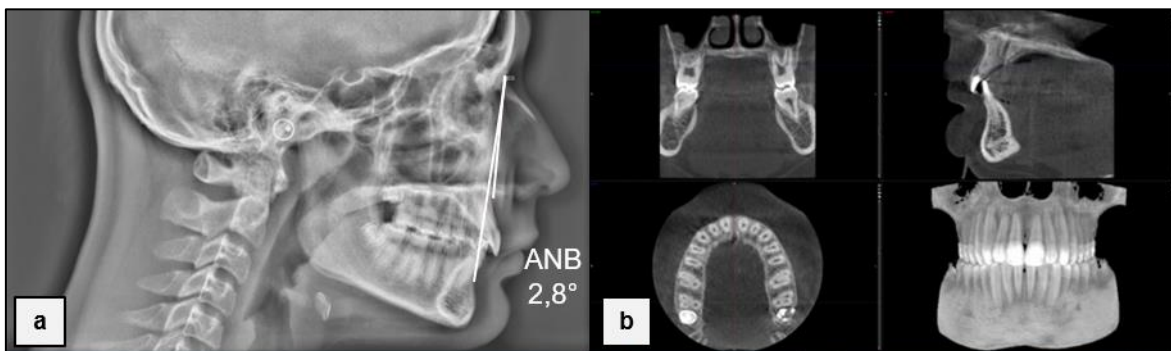
Dennoch wird hier empfohlen, nachdem der Patient einem ersten Therapievor-schlag zugestimmt hat, auch Befundunterlagen zu den skeletto-alveolären Struktu-ren zu erstellen. Dies deshalb, weil es zur Abklärung von möglichen Versicherungs-leistungen und/oder zum Festhalten der skelettalen Ausgangssituation ein FR-Bild – Usus – benötigt und weil vor Therapiebeginn die radikulären und periradikulären Bedingungen im Alveolarknochen mit einem DVT-Bild dokumentiert und beurteilt werden sollten (PITTAYAPAT, 2015; JÄGER, 2015; DETTERBECK, 2017) (Abb. 45 und 46).

Abbildung 45! Ein Ausgangs-FR-Bild und ein Ausgangs DVT-Bild von der ersten Tochter.



Quelle zur Abbildung 45: Die eigene Abbildung (a) des FR-Bildes von der ersten Tochter zeigt z.B. einen ANB-Ausgangswinkel von 2,9° zur Objektivierung der prätherapeutischen Gesichtskonvexität. Die eigene Abbildung (b) des DVT-Bildes (Volumen 8 x 8 cm) von der ersten Tochter zeigt mit der Bildzentrierung auf die Region der ersten Prämolaren, dass dort die Zähne 24 zu 34 in einer Nonokklusion stehen, dass die Gaumennaht noch nicht verwachsen ist, dass die oberen Inzisiven stark prokliniert sind und dass die Unterkieferinzisiven wegen dem ausgeprägten Tiefbiss die obere Schleimhaut berühren.

Abbildung 46! Ein Ausgangs-FR-Bild und ein Ausgangs DVT-Bild vom Sohn.



Quelle zur Abbildung 46: Die eigene Abbildung (a) des FR-Bildes vom Sohn zeigt z.B. einen ANB-Ausgangswinkel von 2,8° zur Objektivierung der prätherapeutischen Gesichtskonvexität. Die eigene Abbildung (b) des DVT-Bildes (Volumen 8 x 8 cm) vom Sohn zeigt mit der Bildzentrierung auf die Region der Extraktionszähne 17/27, dass die Kieferhöhle nicht zwischen die Wurzeln eingelagert ist und dass die Zähne 18/28 räumlich regulär angelegt sind. Sie werden die zur Extraktion vorgesehe-nen Zähne 17 und 27 ersetzen. Die Zähne 41 und 31 berühren knapp die palatinale Schleimhaut.

Zahnärzte und Kieferorthopäden sollten neben dem Beachten von evidenzbasierten Studien zu machbaren Therapiegrenzen genauso den Wunsch und den Willen ihrer Patienten respektieren, sowie deren Gesundheit schützen. Daher sollten die Patienten erst mit einem primären klinisch eruierten Therapievorschlag einverstanden sein, bevor weitere Abklärung mittels Röntgenbilder gemacht werden.

Jedes Röntgenbild bedeutet eine Strahlenbelastung, auch wenn diese in der Disziplin Kieferorthopädie verhältnismäßig klein ist (VOIGT, 2018). Ein klinisch eruiertes Therapieplan kann aufgrund der skelettalen Befunde aus dem FR-Bild und/oder der alveolären Befunde aus dem DVT-Bild immer noch mit der entsprechenden Begründung verändert werden.

Die Natur fördert den Weg der Gendurchmischung, in dem sie die unterschiedlichsten Partner zusammenbringt, was zu einer enormen Vielfalt an kephalometrischen Unterschieden führt. Daher scheint es eher ein glücklicher Zufall zu sein, wenn ein Patient eine natürliche exzellente Normokklusion nach ANGLE (1899) hat.

Die hier gefundenen Resultate passen zu den Schlussfolgerungen von NORMANDO ET AL. (2013), welche der Ansicht sind, dass dentaler Platzmangel weniger die Folge von Ernährungsgewohnheiten, sondern vielmehr die Folge von Vererbung ist. Es wird hier die Vermutung ergänzt, dass die Zahnbreiten der Zähne im Unterkiefer unabhängig von ihrer skelettalen Basis und/oder ihrer seitlichen Zugehörigkeit so genetisch angelegt sein könnten, dass sie von unterschiedlichen Elternteilen oder sogar von den Großeltern abstammen können (s. theoretische Gedankenspiel Kapitel 1.3.2) und bei einer passenden geometrischen Form der skelettalen Basen auch kein frontaler Engstand oder Zahnlücken entstehen.

Allgemeines zur Angle Klassifikation: Solange es keine Studien gibt, welche belegen, dass kieferorthopädische Therapien welche nicht in einer Angle Klasse I im Molarenbereich enden, zu Kiefergelenksproblemen oder anderen unmittelbaren oder chronischen Entzündungsreaktionen führen, muss die perfekte Angle Klasse I der ersten Molaren auch nicht zwingend als Resultat anvisiert werden. Die eigenen 24 Jahre Praxiserfahrung haben jedoch gezeigt, dass eine sauber eingestellte Eckzahnrelation in der Regel ein vertrauenswürdig stabiles Frontzahn-Resultat darstellt.

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aus der gemachten Diskussion resultieren die folgenden elf Schlussfolgerungen:

1. Die Validität der manuellen Zahnbreitenmessung am Bildschirm ist signifikant höher als die automatische Möglichkeit, welche die Software SW_{2.0}[®] anbietet.
2. Die Norma Klassifikation hat wegen der Lateralität ein Diskriminationspotential, welches in puncto 3D-Diagnostik demjenigen der Fernröntgenbilder überlegen ist.
3. Die ZBn der ersten Prämolaren unterscheiden sich signifikant weniger als alle anderen Antagonisten, weshalb sie als dentale Klassifikation nützlich sein könnten.
4. Fünf der sechs Norma Klassen Subgruppen haben ein für sie typisches ZBn Merkmal von homologen Antagonisten oder benachbarten Zähnen, was dem Praktiker Vorteile in der diagnostischen Differenzierung zur Unterkiefergröße bringt.
5. Die Entdeckung, dass die lateralen Front-ZBSn in den Norma Klassen im Unterkiefer signifikant stärker variieren als im Oberkiefer, deutet an, dass sich auch andere kephalometrische Merkmale in den Norma Klassen unterscheiden könnten.
6. Weibliche Patienten haben signifikant kleinere LZBSn als männliche Patienten aber sie unterscheiden sich nicht signifikant in ihren LARs und LORs von den männlichen Patienten.
7. Die lateralen ZBSn im Unterkiefer sind bei Patienten mit kleinem Unterkiefer signifikant kleiner als bei Patienten mit mittelgroßen Unterkiefern, wobei sich gleichzeitig ihre oberen lateralen ZBSn nicht signifikant unterscheiden.
8. Bei weißen Patienten mit Malokklusion, sollten prätherapeutisch stets die LARs, und die LPRs in den Norma Klasse berechnet werden, weil sie die Ursache für die Malokklusion sein können.
9. Bei weißen Patienten mit Malokklusion, sollten prätherapeutisch stets die LORs berechnet werden, um sie mit der OR_{μ} von [MACHADO ET AL. \(2019\)](#) zu vergleichen.
10. Bolton hatte multiple Selektionsbias in seiner Analyse, weshalb seine Normwerte für die AR und OR eher zur retrospektiven Beurteilung der eigenen Therapieergebnisse denn als diagnostische Referenz genutzt werden sollten.
11. Es konnte bei weißen Patienten mit Malokklusion erste Normwerte zu ZBSVsen bei unterschiedlichen Unterkiefergrößen enthüllt werden, mit welchen sich unter anderem der Engstand bei den Unterkieferfrontzähnen plausibel erklären lässt.

7 LITERATURVERZEICHNIS

1. **ALAMIR G** (2013) *Revisiting Bolton Analysis Using American Board of Orthodontics Cast Models*, Thesis, University of Illinois at Chicago.
2. **ALKOFIDE E, HASHIM HA** (2002) *Intermaxillary tooth size discrepancies among different malocclusion Classes: a comparative study*, Journal of Clinical Pediatric Dentistry 26: 383-387.
3. **ALKAYALCIN S, DOGAN S, DINCER B, ERTAN ERDIC AM, ONCAG G** (2006) *Bolton tooth size discrepancies in skeletal class I individuals presenting with different dental Angle classifications*, Angle Orthodontist, 76: 637-643.
4. **AL-SARRAF HA, AGHA NF, AL-DAWOODY AD** (2010) *A Comparative Study of Curve of Spee and Arch Circumference Between Class I Normal Occlusion and Class II Division 1 Malocclusion*. Al-Rafidain Dental Journal 10(2), 341-347.
5. **ANDREWS LF** (1978) *Die Straight-Wire-Apparatur*. Information aus Orthodontie & Kieferorthopädie 10: 5-146.
6. **ANDRIK P** (1963) *Die Entwicklung der Bißanomalien vom Neolithikum bis zur Gegenwart*, Fortschritte der Kieferorthopädie Bd. 24 H, 12-21. Mit Abbildung aus Schuricht H., über die Veränderungen am Unterkiefer. Halle (Saale) 1952.
7. **ANDRIK P** (1967) *Über Veränderungen des Schädels während der letzten 4 Jahrtausend*, Fortschritte der Kieferorthopädie, September 1967, 28(3), 313-328.
8. **ANGLE EH** (1899) *Classification of malocclusion*, Dental Cosmos, 4: 248-264.
9. **ANGLE EH** (1906) *The upper First Permanent Molar as a Basis of Diagnosis*. Dent Item of Interest, 28: 421-426.
10. **ANGLE EH** (1907) *Treatment of malocclusion of the teeth. Angle's System*. 7th Ed. Philadelphia, SS White Dental Manufacturing Company, 44-59.
11. **ANGLE EH** (1928) *The Latest and Best in Orthodontic Mechanism*, Dent Cosmos 70: 1143-1158.

12. **ARAGON MLC, PONTES LF, BICHARA LM, FLORES-MIR C, NORMANDO D** (2016) *Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: A systematic review*, European Journal of Orthodontics, 38(4): 1-6.
13. **ARAUJO E, SOUKI M** (2003) *Bolton anterior tooth size discrepancies among different malocclusion groups*, The Angle Orthodontist, 73: 307-313.
14. **BACCETTI T, FRANCHI L, MC NAMARA JA Jr.** (2002) *An improved version of the cervical maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth*, The Angle Orthodontist, 72: 316-323.
15. **BACHER CV** (2019) *Bestimmung des Platzbedarfs im Zahnbogen anhand der anatomischen Kontaktpunkte bei simulierter Bogen- und Inklinationsänderung*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie, Universität Ulm.
16. **BAILIT HL** (1975) *Dental variation among populations*. Dental Clinics of North America, 19: 125-39.
17. **BAYSAL A, SAHAN AO, OZTURK MA, UYSAL T** (2016) *Reproducibility and reliability of three-dimensional soft tissue landmark identification using three-dimensional stereophotogrammetry*, The Angle Orthodontist, 86: 1004-1006.
18. **BAUM S** (2014) *Genetische Grundlagen der Amelogenesis Imperfecta – Mutationsfrequenzen und Genotyp-Phänotyp-Korrelation*, Dissertation im Fach Zahnmedizin an der Friedrich-Schiller-Universität Jena.
19. **BALLARD ML** (1944) *Asymmetrie in Tooth size: A Factor in the Etiology, Diagnosis and Treatment of Malocclusion*, The Angle Orthodontist, 14: 67-71.
20. **BASARAN G, SLEK M, HAMAMCI O, AKKUS Z** (2006) *Intermaxillary Bolton tooth size discrepancies among different malocclusion groups*, The Angle Orthodontist, 76: 26-30.
21. **BHATIA SN, LEIGHTON BC** (1993) *A manual of Facial Growth. A computer analysis of longitudinal cephalometric growth data*, Oxford University Press, Oxford, New York, Tokio.

22. **BERNABÉ E, MAJOR PW, FLORES-MIR C** (2004) *Tooth-width ratio discrepancies in a sample of Peruvian adolescents*, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 125: 361-365.
23. **BODE VS** (2002) *Eine kephalometrische Longitudinalstudie kieferorthopädisch behandelter Patienten im Alter von 8 bis 18 Jahren*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie, Universität Würzburg.
24. **BOLTON WA** (1958) *Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion*, The Angle Orthodontist, 28: 113-30.
25. **BOLTON WA** (1962) *The clinical application of a tooth-size analysis*. American Journal of Orthodontics, 48: 504-529.
26. **BÖSSNER S** (2006) *Die Wirkung der Gaumennahterweiterung auf die Nasenatmung im Verlauf der aktiven Dehnung bei Patienten mit transversaler Enge im Oberkiefer Eine rhinomanometrisch - röntgenologische Studie*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie, Ludwig-Maximilians-Universität zu München.
27. **BROADBENT BH** (1931) *A new x-ray technique and its application to orthodontia*. The Angel Orthodontis, 1: 45-66.
28. **BROADBENT SR BH, BROADBENT JR BH, GOLDEN WH** (1975) *Bolton Standards of Dentofacial Developmental Growth*, Mosby, St Louis, 136-61.
29. **CAMPER P, CAMPER AG, VON SÖMMERING ST** (1792) *Peter Camper Über den natürlichen Unterschied der Gesichtszüge in Menschen verschiedener Gegenden und verschiedenen Alters: Über das schöne antiker Bildsäulen und geschnittener Steine; nebst Darstellung einer neuen Art, allerlei Menschenköpfe zu zeichnen*, Voss-Verlag, Berlin.
30. **CHEN K, HAN X, HUANG L, BAI D** (2010): *Tooth movement after orthodontic treatment with 4 second premolar extractions*, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 138(6): 770-777.
31. **CHEON SH ET AL.** (2008) *Relationship between the curve of Spee and dentofacial morphology evaluated with a 3-dimensional reconstruction method in Korean adults*, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 133(5) 640.e7-640.e14.

32. **CHOUDHARY A, GAUTAM AK, CHOUKSEY A , BHUSAN M, NIGAM M , TIWARI M** (2015) *Interproximal Enamel Reduction in Orthodontic Treatment: A Review*, Journal of Applied Dental and Medical Sciences, 1(3): 123-127.
33. **COZZA P, BACCETTI T, FRANCHI L, MUCEDERO M, POLIMENI A** (2005) *Sucking habits and facial hyperdivergency as risk factors for anterior open bite in the mixed dentition*. Am Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 128: 517-519.
34. **CROSBY DR, ALEXANDER CG** (1989) *The occurrence of the tooth size discrepancies among different malocclusion groups*, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 95: 457-461.
35. **DAHLBERG G** (1940) *Statistical methods for medical and biological students*, G Allen & Unwin Verlag, London.
36. **DEDEM P, TÜRP JC** (2016) Digital Michigan splint – from intraoral scanning to plasterless manufacturing, International Journal of Computerized Dentistry, 19(1):63-76.
37. **DE LUCA CANTO G, PACHÊCO-PEREIRA C, LAGRAVERE MO, FLORES-MIR C, MAJOR PW** (2015) *Intra-arch dimensional measurement validity of laser-scanned digital dental models compared with the original plaster models: A systematic review*, Orthodontic and Craniofacial Res, 18(2):65–76.
38. **DETTERBECK A ET AL.** (2017) *Determination of the mesio-distal tooth width via 3D imaging techniques with and without ionizing radiation: CBCT, MSCT, and μ CT versus MRI*, European Journal of Orthodontics, (39/3):310-319.
39. **DIETZE AM** (2008) *Modellierungs- und Remodellierungsvorgänge bei der pränatalen Morphogenese der Maxilla und des Os palatinum des Menschen unter Berücksichtigung benachbarter Strukturen*, Dissertation im Fach Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde an der Medizinische Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin.
40. **DIETZE-MAGEL M** (2008) *Die Bestimmung des Wachstumsspurtes anhand der Entwicklung der Halswirbel als Kriterium für skelettale Reife*. Dissertation. Universität Marburg, p 8.

41. **DIBIASE AT, COBOURNE MT, LEE RT** (2015) *The use of functional appliances in contemporary orthodontics practice*, British dental journal, 218(2): 123-128.
42. **DIETZ-MAGEL M** (2008) *Die Bestimmung des Wachstumsspurtes anhand der Entwicklung der Halswirbel als Kriterium für skelettale Reife*, Dissertation, im Fach Kieferorthopädie aus der Philipps Universität Marburg und dem Universitätsklinikum Giessen und Marburg.
43. **DIEWERT VM** (1985) *Development of the human craniofacial morphology during the late embryonic and early fetal periods*, American Journal of Orthodontic and dentofacial Orthopedics, 88(7): 64-76.
44. **DITTRICH A** (2009) *Zum initialen Einfluss weiter Mundöffnungen bei zahnärztlicher Behandlung auf das Bewegungsmuster der Mandibula*, Dissertation im Fach Humanmedizin, Philipps-Universität Marburg.
45. **ENDO T, ABE R, KUROKI H, OKA K, SHIMOOKA S** (2008) *Tooth size discrepancies among different malocclusions in a Japanese orthodontic population*, The Angle Orthodontist, 78: 994-999.
46. **ESTEVE-ALTAVA B, DIAGO R, SMITH C, BOUGHNER JC** (2015) *Anatomical networks reveal the musculoskeletal modularity of the human head*, Scientific Reports, 5(8298).
47. **FÄSSLER H** (2006) *Dentale Anomalien bei palatinaler Eckzahnverlagerung unter besonderer Berücksichtigung der Zahnbreiten im Oberkiefer*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie, Ludwig-Maximilians-Universität München.
48. **FLEMING PS, MARINHO V, JOHAL A** (2011) *Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: A systematic review*, Orthodontic and Craniofacial Research, 14(1):1–16.
49. **FIORILLO G** (2019) *Therapie von Engstand und Protrusion mithilfe nicht alltäglicher Extraktionen*. WISSENSCHAFT & PRAXIS, 4: 10-12.
50. **FILIPPI C, FILIPPI A, VERNA C** (2015) *Frühkindliche kieferorthopädische Therapie mittels Schnuller?* Swiss Dental Journal SSO, 125: 959-964.

51. **FREEMAN J E, MASKERONI A J, LORTON L** (1996) *Frequency of Bolton tooth-size discrepancies among different malocclusion groups*, European Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 110: 24-27.

52. **FRICK H, LEONHARDT H, STARCK D** (1992) *Allgemeine Anatomie, Spezielle Anatomie I*. Thieme Verlag, Stuttgart - New York.

53. **GIANELLY AA** (2000) *Evidence-based treatment strategies: an ambition for the future*, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 117: 543-544.

54. **GILBERT-BRESLER C** (2001) *Eine kephalometrische Querschnittsstudie von kieferorthopädisch unbehandelten Patienten im Alter von 6-30 Jahren mit verschiedenen Fehlbildungen*, Ergebnisse eine Fernröntgenstudie. Dissertation im Fach Medizin, Würzburg.

55. **GÜRLER G** (2008) *Friktionsverhalten selbstligierender und konventioneller Bracketsysteme*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.

56. **HENRIKSSON T** (2000) *Temporomandibuläre Störungen im Vergleich zu Okklusion und kieferorthopädischer Therapie - eine kontrollierte, prospektive und longitudinale Studie*. Information aus Orthodontie & Kieferorthopädie, 4: 309-334.

57. **HOFRATH H** (1931) *Die Bedeutung der Roentgenfern und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien*, Journal of Orofacial Orthopedics, 1:232–248.

58. **HÖLDER V** (1877) *Vorschlag zur Verständigung über eine gemeinsame Methode für Schädelmessungen*, Korrespondenz-Blatt der Gesellschaft für Anthropologie, Ethnologie und Urgeschichte, 3-4: 18-23.

59. **HORCH H** (1998) *Mund- Kiefer- Gesichtschirurgie II*, 3. Auflage, Band 10/11, Urban und Schwarzenberg - Verlag, 21-41.

60. **HUMPHREY T** (1971) *Development of oral and facial motor mechanisms in human fetuses and their relation to craniofacial growth*, Journal of Dental Research, 50: 1428-1441.
61. **JÄGER F** (2015) *Veränderungen des peridentalen Knochenangebotes on dreidimensionalen Röntgenbildern während einer festsitzender kieferorthopädischen Behandlung*, Dissertation im Fach Radiologie, Institut Mesantis 3D Dentale Radiologie Berlin.
62. **JYOTHI AC, SHRIKRISHNA BH, SANJAY G, SANDEEP SG** (2013) *Anatomical variations of the osteomeatal complex tomographic findings in 100 patients*, Journal of Evolution of Medical and Dental Sciences, 2: 3966-3977.
63. **KAHLE W, LEONHARDT H, PLATZER W** (1990) *Taschenatlas der Anatomie. Bewegungsapparat*, Thieme Verlag, Stuttgart/New York.
64. **KAMM RA** (2016) *Die Frankfurter Horizontale in der räumlichen Kephalemetrie. Eine Methode zur Steigerung der Reliabilität ihrer Referenzpunkte, analysiert mittels Kovarianzmatrix*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg.
65. **KATZ MI** (1992) *Angle classification revisited 1: use reliable?* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 102: 173-9.
66. **KESLING HD** (1945) *The philosophy of the tooth positioning appliance*, American Journal of Orthodontics and Oral Surgery 31: 297-304.
67. **KLOCKE S** (2007) *Untersuchung zu dentaler Ästhetik*, Dissertation im Fach Zahnerhaltung und Parodontologie an der Universität Würzburg.
68. **KROST B** (2001) *Saisonale Einflüsse bei der Entstehung von Lippen-Kiefer-Gaumenspalten*, Dissertation im Fach Zahn- Mund- und Kieferheilkunde an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

69. **KUCZMARSKI RJ, OGDEN CL, GUO SS, GRUMMER-STRAWN LM, FLEGAL KM, MEI Z, WEI R, CURTIN LR, ROCHE AF, JOHNSON CL** (2002) *2000 CDC Growth Charts for the United States: Methods and Development*. A Monitoring of the National Health, from the national Center for Health Statistics, Vital Health Statistics, 11(246): 1-185.
70. **KYLE R, MOONEY MP, SIEGL MI, TODHUNTER JS** (1992) *Growth Rate of the Vomer in Normal and Cleft Lip Palate*, Cleft Palate-Craniofacial Journal, 29: 38-4.
71. **LATHAM RA** (1971) *The development, structure and growth pattern of the human mid-palatal suture*, Journal of anatomy, 108: 31-41.
72. **LANG G, ALFTER G, GÖZ G, LANG GH** (2002) *Retention and Stability – Taking Various Treatment Parameters into Account*, Journal for Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie, 63: 26–41.
73. **LAVELLE CLB** (1972) *Maxillary and mandibular tooth size in different racial groups and different occlusal categories*, American Journal of Orthodontics, 61: 29-37.
74. **LEHMANN KM, HELLWIG E** (1993) *Einführung in die restaurative Zahnheilkunde*, Urban & Schwarzenberg, München.
75. **LEIST A** (2005) *Die Zahndurchbruchzeiten der bleibenden Dentition bei Jungen und Mädchen im Saarland*, Dissertation im Fach Zahn-, Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf.
76. **LITTLEWOOD SJ, MILLETT DT, DOUBLEDAY B, BEARN DR, WORTHINGTON HV** (2006) Orthodontic retention: a systematic review, Journal of Orthodontics, 33: 205–212.
77. **LIU S, OH H, CHAMBERS WD, BAUMRIND S, XU T** (2017) *Validity of the American Board of Orthodontics Discrepancy Index and the Peer Assessment Rating Index for comprehensive evaluation of malocclusion severity*, Orthodontics Craniofacial Research, 20: 140-145.

78. **LO GUIDICE ET AL.** (2020) *A Full Diagnostic Process for the Orthodontic Treatment Strategy: A Documented Case Report*. Dentistry Journal, 8(41): 1-13.
79. **LOSERTH SJ** (2008) *Evaluation der kephalometrischen Analyse nach A.M. Schwarz unter besonderer Berücksichtigung der Sollproportionen am Schädel*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie, Ludwig-Maximilians-Universität München.
80. **MACHADO V, BOTELHO J, MASCARENHAS P, MENDES JJ, DELGADO A** (2019) *A systematic Review and Metaanalysis on Bolton's ratios: Normal occlusion and Malocclusion*, Journal of Orthodontics, doi: 10.1177/1465312519886322.
81. **MARTINS DE ARAUJO T AND DUARTE CALDAS L** (2019) *Tooth extractions in Orthodontics: first or second premolars?* Dental Press Journal of Orthodontics, 24(3): 88-98.
82. **MASCARENHAS R, MAJITHIA P, PARVEEN S** (2018) *Second premolar extraction: Not always a second choice*. Contemporary Clinical Dentistry; 6(1): 119-123.
83. **MELROSE C, MILLETT DT** (1998) *Toward a perspective on orthodontic retention?*, Am Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 113: 507–514.
84. **MOONEY MP, SIEGEL IM, KIMES KR, TODHUNTER J** (1989) *A Test of Two Midfacial Growth Models Using Path Analysis of Normal Human Facial Material*, Cleft Palate Journal, 26(2): 93-99.
85. **MÜLLER UH** (2017) *Langzeitstabilität nach Straight-Wire Therapie in Abhängigkeit von der individuellen Protrusion der Unterkieferschneidezähne*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie, Universität des Saarlandes.
86. **NEFF CW** (1949) *Tailored occlusion with anterior coefficient*, American Journal of Orthodontics, 35:309-313.
87. **NGUYEN MS, BINH HD, NGUYEN KM, MAASALU K, KÖKS S, MÄRTSON A, SAAG M, JAGOMÄGI T** (2017) *Occlusal features and need for orthodontic treatment in persons with osteogenesis imperfecta*, Clinical and Experimental Dental Research, 3: 19-24.

88. **NIE Q, LIN J** (1999) *Comparison of intermaxillary tooth size discrepancies among different malocclusion groups*, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 116: 539-544.
89. **NORMANDO D, ALMEIDAB MAO, QUINTAˆO CCA** (2013) *Dental crowding. The role of genetics and tooth wear*, Angle Orthodontist, 83: 10-15.
90. **NUFER JKI** (2009) *Langzeiteffekte des Tübinger Therapiekonzepts zur Behandlung von Neugeborenen und Säuglingen mit Pierre Robin Sequenz*, Dissertation im Fach Kinderheilkunde an der Universitäts Klinik Tübingen.
91. **ORTHLIEB JD** (1997) *The curve of Spee: understanding the sagittal organization of mandibular teeth*, Cranio 15(4), 333-340.
92. **OTHMAN SA, HARRADINE NWT** (2006) *Tooth-size discrepancy and Bolton's ratios: A literature review*, Journal of Orthodontics, 33: 45-51.
93. **OTHMAN SA, HARRADINE NWT** (2007) *Tooth size discrepancies in an orthodontic population*, The Angle Orthodontist, 77: 668-674.
94. **PAGE DC, MAHONY D** (2015) *The airway, breathing & orthodontics*, Clinical Orthodontics, 11: 48-52.
95. **PANDIS N, POLYCHRONOPOULOU A, SIFAKAKIS I, MAKOU M, ELIADES T** (2010), *Effects of levelling of the curve of Spee on the proclination of mandibular incisors and expansion of dental arches: a prospective clinical trial*, Australian Orthodontic Journal 26(1), 61-69.
96. **PANDIS N** (2014) *Bias in observational studies*, American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedics, 145: 542-3.
97. **PAVIC V** (2017) *Der Unterschied zwischen Anatomischen und radiologischen Gonionwinkeln*, Dissertation im Fach Orale Chirurgie und Kieferorthopädie an der medizinischen Universität Graz.
98. **PAZERA P** (2020) *Die skelettale kieferorthopädische Verankerung im digitalen Zeitalter*, zmk bern news 184;4-7.

99. **PITTAYAPAT P, BORNSTEIN MM, IMADA TSN, COUCKE W, LAMBRICHTS I, JACOBS R** (2015) *Accuracy of linear measurements using three imaging modalities: two lateral cephalograms and one 3D model from CBCT data*. *European Journal of Orthodontics*, 37(2):202-208.
100. **PROFFIT WR, ACKERMANN JL** (1986) *Contemporary Orthodontics*, St Louis, Mo: Mosby, 123-167.
101. **PROFFIT WR** (1994) *Forty year review of extraction frequencies at the University Orthodontic Clinic*, *The Angle Orthodontist*, 64: 407-14.
102. **PROFFIT WR, FIELDS HW, MORAY LJ** (1998) *Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: Estimates from the NHANES III survey*. *International Journal of Adult Orthodontic & Orthognatic Surgery*, 13:97-106.
103. **PROFFIT WR** (2000) *The evolution of orthodontics to a data-based specialty*, *Am Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 117: 545-547.
104. **PULCER NT** (2016) *Vergleich von Zahnbreitenmessungen an 3D-CT-Rekonstruktion, 3-D-Modellscan und in vivo*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie an der Universität des Saarlandes.
105. **RAKOSI T, JONAS I** (1989) *Kieferorthopädische Diagnostik*, Farbatlant der Zahnmedizin, Thieme Verlag, Stuttgart-New York.
106. **REDAHAM S AND LAGERSTRÖM L** (2004) *Orthodontic treatment outcome: the relationship between anterior dental relations and anterior interarch tooth size discrepancy*, *Journal of Orthodontics*, 30: 237-277.
107. **RINCHUSE DJ, RINCHUSE DJ** (1989) *Ambiguities of Angle's classification*, *The Angle Orthodontist*, 59: 295-298.
108. **RÜHL J** (2018) *Versorgungsqualität von Klasse II:1 Patienten durch Herbst-Multibandbracket-Behandlung*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie, Justus-Liebig-Universität Gießen.
109. **RUELLAS ACO, RUELLAS RMO, ROMANO FL, PITHON MM, SANTOS RL** (2010) *Tooth extraction in orthodontics: an evaluation of diagnostic elements*, *Dental Press Journal of Orthodontics*, 15(3): 134-57.

110. **RUF S AND PANCHERZ H** (2006) Herbst/multibracket appliance treatment of class II division 1 malocclusions in early and late adulthood. A prospective cephalometric study of consecutively treated subjects. *European Journal of Orthodontics*, 28: 352-360.
111. **SADLER TW, LANGMANN J** (1998) *Medizinische Embryologie*, 9. Auflage, Thieme-Verlag, Stuttgart - New York, 323-353.
112. **SANTORO M, AYOUB ME, PARDI VA, CANGIALOSI TJ** (2000): *Mesiodistal crown dimensions and tooth size discrepancy of the permanent dentition of Dominican Americans*, *The Angle Orthodontist*, 70: 303-307.
113. **SCHÄTZLE ET AL.** (2020) *Prothetische Implantate zur kieferorthopädischen Verankerung*. *Swiss Dental Journal SSO*, 130:11, 887-892
114. **SCHERKOWSKI D** (2003) *Die frühe Gaumennahterweiterung Effektivität und Rezidiv*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf.
115. **SCHIEFERSTEIN H** (2003) *Experimentelle Analyse des menschlichen Kausystems*, Dissertation im Fach Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der technische Universität München.
116. **SCHMIDT T** (2014) *Mikro-Computertomographieuntersuchung von kranialen Schädelnähten unter Verwendung von Röntgen- und Synchrotronstrahlung*, Dissertation im Fach Neurochirurgie am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf.
117. **SCHNABEL D, BROCK M, PUELACHER W** (2016a) *Kooperation von Kieferorthopädie, Kieferchirurgie und Prothetik bei der umfassenden Rehabilitation von DysgnathiepatientInnen. Teil 1: Fallbeispiel Klasse-III-Malokklusion, Unter kiefer-Schaltlücken*, *Swiss Dental Journal SSO Vol. 126 11:1031-1035*.
118. **SCHNABEL D, BROCK M, PUELACHER W** (2016b) *Kooperation von Kieferorthopädie, Kieferchirurgie und Prothetik bei der umfassenden Rehabilitation von DysgnathiepatientInnen. Teil 2: Fallbeispiel Klasse-II-Malokklusion, Tiefbiss, Hypodontie*, *Swiss Dental Journal SSO Vol. 126 11:1036-1041*.

119. **SCHUB W, HAUBRICH J** (2010) Möglichkeiten und Grenzen der Invisalign Behandlung, Quintessen;61(8):951–962.
120. **SCHWARZ AM** (1958) Die Röntgendiagnostik. Urban & Schwarzenberg, Wien.
121. **SHANNON KR, NANDA RS** (2004) Changes in the curve of Spee with treatment and at 2 years posttreatment, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 125(5), 589-596.
122. **SMITH SS, BUSCHANG PH, WATANABE E** (2000) *Interarch tooth size relationships of 3 populations: Does Bolton's analysis apply?* American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 117(2): 169-174.
123. **SPEE FG, BIEDENBACH MA, HOTZ M, HITCHCOCK HP** (1890) *The gliding path of the mandible along the skull*, Journal of the American Dental Association 100(5), 670-675.
124. **STREETER GL** (1922) *Development of the auricle in the human embryo*, Carnegie Instn. Wash. Publ. 277, Contribution Embryology, 14: 111-138.
125. **SUWA G ET AL.** (2009): *Paleobiological Implications of the Ardipithecus ramidus Dentition*, Science Vol. 326 no. 5949(69): 94-9.
126. **TA TA, LING JKY, HÄNGG U** (2001) *Tooth-size discrepancies among different occlusion groups of southern Chinese children*, American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 120: 556-558.
127. **TEUFEL L** (2013) *Metrische und volumenmetrische Vermessung der Mandibula bei Patienten mit einseitigen Lippen-Kiefer-Gaumenspalten. - Eine CT basierte Studie*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen Nürnberg.
128. **TRENOUTH MJ, JOSHI M** (2006) *Proportional growth of the craniofacial regions*, Journal of Orofacial Orthopedics, 67(2): 92-104.
129. **TSENGELSAIKAN N (2014)** *Zur Entwicklung des Kieferknochens im Bereich der Zahnanlagen*, Dissertation, Charité - Universitätsmedizin Berlin.

130. **TÜR P JC, ANTES G** (2001) *Evidenzbasierte Zahnmedizin*, Schweizerische Monatsschrift Zahnmedizin, 111: 863-870.
131. **TWEED CH** (1944-1945) Indications for the extraction of teeth in orthodontic procedure. *American Journal of Orthodontics Oral Surgery*; 42:22-45.
132. **ULBRICH A** (2016) *Vergleichende Untersuchung der kieferorthopädischen Modellanalyse an Gipsmodellscans, Abformungsscans und μ -CT-Scans*, Dissertation im Fach Radiologie am Institut Mesantis 3D Dental-Radiologie Berlin.
133. **UYSAL T, SARI Z, BASCIFTCI FA, MEMILI B** (2005) *Intermaxillary tooth size discrepancy and malocclusion: is there a relation?* *The Angle Orthodontist*, 75: 208-213.
134. **VAN SCHÖLL** (2017) *Transversale Reduktionsapparatur*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie, Universität des Saarlandes.
135. **VAN WAES HJM, STÖCKLI PW** (2001) *Kinderzahnmedizin. Farbatlanten der Zahnmedizin 17*, George Thieme Verlag, S 61-100.
136. **VILLARD NM** (2014) *Die Folgen der kieferorthopädischen Extraktionstherapie auf die unterkieferfront bei moderate Unterkieferzahnbogenengstand*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie, Universität Zürich.
137. **VOIGT** (2018) *Vergleichende Untersuchungen zur kephalometrischen Auswertbarkeit von konventionellen Fernröntgenseitenbildern und aus IADR-DVT-Datensätzen rekonstruierten Fernröntgenansichten (IADR-DVT = indikationsabhängige dosisreduzierte Digitale Volumetomographie)*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie, Charité – Universitätsmedizin Berlin.
138. **VOM BROCKE M** (2015) *Struction*, Verlag Inspiration Un Limited London/Berlin, second edition, ISBN: 978-3-945127-04-9.
139. **VOM BROCKE M** (2016) *Strukturiert*, Verlag Inspiration Un Limited London/Berlin, ISBN: 978-3-945127-07-0.
140. **VOM BROCKE M** (2017) *Zahnorthopädie*, Verlag Inspiration Un Limited London/Berlin, e-book edition, ISBN: 978-3-945127-13-1.

141. **VON DER WENSE CL** (2013) *Vergleichbarkeit der Erfassung metrischer Werte an konventionellen Gipsmodellen und 3D-Scans*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie und Orthodontie, Medizinische Fakultät Universität Ulm.
142. **WANGEMANN D** (2008) *Die Panoramaschichtaufnahme im Rahmen der kieferorthopädischen Befunderhebung unter Anwendung des Dysfunktions-Index nach Hansson*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie an der Universität Greifswald.
143. **WEDRYCHOWSKA-SZULC B, JANISZEWSKA-OLSZOWSKA J, STEPIEN P** (2010) *Overall and anterior Bolton ratio in Class I, II, and III orthodontic patients*, European Journal of Orthodontics, 32(3): 313-318.
144. **WEISS J** (2003) *Metrische Analyse des kraniofazialen Wachstums anhand lateraler und frontaler Röntgenaufnahmen bei normozephalen Jungen*, Dissertation im Fach Kieferorthopädie an der Universität Würzburg.
145. **WICHELHAUS A, EICHENBERG T** (2013) *Kieferorthopädie – Therapien Band 1*, Farbatlant der Zahnmedizin, Thieme Verlag, Stuttgart-New York.
146. **YAN DJ, LENOIR V, CHATELAIN S, STEFANELLI S, BECKER M** (2018) *Congenital vomer Agenesis: A Rare and Poorly Understood Condition Revealed by Cone Beam CT*, Diagnostics MDPI, 15(8): 1-5.
147. **ZIMMERMANN C A** (2014) *Zur Entwicklung des Kieferknochens im Bereich der Zahnanlagen*, Dissertation, Charité - Universitätsmedizin Berlin.

8 ZUSAMMENFASSUNG

EINLEITUNG: Eine kritische Bewertung von **BOLTONS** Studie zeigt sechs Unsicherheitsfaktoren in der Herleitung seiner Normwerte für die Anterior und Overall Ratio.

ZIEL: Das Hauptziel dieser Studie war es, **BOLTONS** Normwerte mit Rücksicht auf Lateralität, Geschlecht und drei Unterkiefergrößen zu überprüfen.

METHODE: Es wurden die Zahngipsmodelle von 91 weißen Patienten mit Malokklusion aus vier randomisiert ausgewählten Zahnarztpraxen ausgewertet. Anhand von zwei lateralen Gesichtsfotographien dieser Patienten wurde jeder der beiden Gesichtsseiten eine relative Unterkiefergröße – drei Norma Klassen [NK III = groß, NK I = mittelgroß, NK II = klein] – zugeordnet. Dadurch ergaben sich 182 Datensätze von Zahnbreiten [ZBn], lateralen Zahnbreitensummen [LZBSn] und lateralen anterior sowie overall ZBS-Verhältnisse [LZBSVse: LAR sowie LOR]. Diese wurden auf Unterschiede in den Geschlechtern und den Norma Klassen (sechs Subgruppen) sowie in Bezug zu Boltons Normwerten – Anterior Ratio [AR]; Overall Ratio [OR] – untersucht. Die Studie war vollständig verblindet und die Testung auf signifikante Unterschiede ($p \leq 0,05$) erfolgte mittels SPSS Statistics 23 (IBM®, USA).

RESULTAT: Fünf der sechs untersuchten Subgruppen zeigten ein für sie typisches ZBn Merkmal von homologen Antagonisten oder benachbarten Zähnen. Die lateralen anterioren ZBS variieren signifikant und die lateralen overall ZBS variieren tendenziell signifikant stärker im Unter- als im Oberkiefer. Weibliche Patienten haben signifikant kleinere laterale ZBS als männliche Patienten, aber sie unterscheiden sich nicht signifikant in ihren lateralen ZBSVsen – LAR und LOR –. Die LARs und LORs bei männlichen Patienten mit mittelgroßen und/oder großen Unterkiefern unterscheiden sich signifikant von **BOLTONS** AR und OR.

DISKUSSION: Die Norma Klassifikation hat ein erstaunlich hohes Trennschärfe-potential. Sie kann dento faziale Koinzidenz und möglicherweise auch andere kephalometrische Merkmalsunterschiede enthüllen. **BOLTON** hatte 1958 sehr wahrscheinlich relativ wenig männliche Patienten mit mittelgroßen und großen Unterkiefern in seinem Patientenpool und seine Prämisse, dass die unteren ZBSn variabler ausgeprägt sind als die ZBSn im Oberkiefer, konnte ein erstes Mal bestätigt werden.

SCHLUSSFOLGERUNG: Die Normwerte für die LARs und die LORs in den Norma Klassen sind **BOLTON**'s Normwerten für die AR und OR diagnostisch überlegen.

9 ABSTRACT

INTRODUCTION: A critical appraisal of BOLTON's study reveals six factors of uncertainty in the derivation of his norm values for the Anterior and Overall Ratio.

AIM: The main aim of this study was to verify BOLTON's normal values with respect to laterality, sex and three mandibular sizes.

METHOD: The dental plaster models of 91 white patients with malocclusion from four randomly selected dental practices were evaluated. On the basis of two lateral facial photographs of these patients, each of the two sides of the face was assigned a relative mandible size – three Norma classes [Nc III = large, Nc I = medium, Nc II = small] –. This resulted in 182 data sets of tooth widths [TW], lateral tooth sums [TWS] and lateral anterior as well as overall TWS ratios [TWSR: LAR and LOR]. These were examined for differences in gender and norma classes (six subgroups) and in relation to Bolton's norm values - Anterior Ratio [AR]; Overall Ratio [OR]. The study was completely blinded and the testing for significant differences ($p \leq 0.05$) was performed using SPSS Statistics 23[®] (IBM, USA).

RESULT: Five of the six subgroups examined showed a typical TW ratio of homologous antagonists or neighbouring teeth. The lateral anterior TWS varies significantly and the lateral overall TWS tends to variate significantly more in the mandible than in the maxilla. Female patients have significantly smaller lateral TWS than male patients, but they do not differ significantly in their lateral TWSR - LAR and LOR -. The LAR and LOR in male patients with medium and/or large mandibles differ significantly from Bolton's AR and OR.

DISCUSSION: The Norma classification has a surprisingly high potential of discrimination. It may reveal dentofacial coincidence and possibly other cephalometric differences. In 1958 BOLTON very probably had relatively few male patients with mid-size and large mandibles in his patient pool and his premise that the lower TWS are more variable than the TWS in the maxilla has been confirmed for the first time.

CONCLUSION: The norm values for the LARs and the LORs in the Norma classes are diagnostically superior to BOLTON's norm values for the AR and OR.

10 ANHANG

10.1 Tabellenverzeichnis

| | | |
|--------------------------|---|-------|
| <u>Tabelle 1</u> | <i>t</i> -Test zu den MF-Werten der beiden Zahnbreiten-Messmethoden..... | S. 39 |
| <u>Tabelle 2</u> | Deskription zu den ZBn von Zahntypen in den Teil- und Subgruppen..... | S. 40 |
| <u>Tabelle 3</u> | KS-Tests zu den ZBn..... | S. 41 |
| <u>Tabelle 4</u> | U-Tests zu den ZBn der einzelnen Zahntypen in den Teil- und Subgruppen..... | S. 41 |
| <u>Tabelle 5</u> | Deskription und Wilcoxon-Test zu den ZBn von homologen Antagonisten..... | S. 42 |
| <u>Tabelle 6</u> | Deskription und Wilcoxon-Test der ZBn von benachbarten Oberkieferzähnen..... | S. 43 |
| <u>Tabelle 7</u> | Deskription und Wilcoxon-Test der ZBn von benachbarten Unterkieferzähnen..... | S. 44 |
| <u>Tabelle 8</u> | Deskription der lateralen ZBSn im Patientenpool, in den Teil- und Subgruppen..... | S. 45 |
| <u>Tabelle 9</u> | KS-Tests zur Prüfung der lateralen ZBSn auf Normalverteilung..... | S. 45 |
| <u>Tabelle 10</u> | U-Tests der lateralen ZBS auf Unterschiede in den Teil- und Subgruppen..... | S. 46 |
| <u>Tabelle 11</u> | Deskription der lateralen ZBSVse im Gesamtpool, in den Teil- und Subgruppen.... | S. 47 |
| <u>Tabelle 12</u> | KS-Tests zur Prüfung der lateralen ZBSVse auf Normalverteilung..... | S. 47 |
| <u>Tabelle 13</u> | U-Tests zu den lateralen ZBSVsen in den Teil- und Subgruppen..... | S. 48 |
| <u>Tabelle 14</u> | Deskription der LARs und LORs bezüglich BOLTONs AR und OR..... | S. 49 |
| <u>Tabelle 15</u> | <i>t</i> -Tests der LARs und LORs bezüglich BOLTONs Normwerte..... | S. 50 |
| <u>Tabelle 16</u> | Deskription der LARs und LORs bezüglich MACHADOs AR und OR..... | S. 51 |
| <u>Tabelle 17</u> | <i>t</i> -Tests der LARs und LORs bezüglich MACHADOs Normwerte..... | S. 52 |
| <u>Tabelle 18</u> | Normwerte zu den LARs, LORs und LPRs in den Norma Klassen..... | S. 64 |

10.2 Abbildungsverzeichnis

| | | |
|---------------------|--|-------|
| Abbildung 1 | Der Zahnwechsel im Alter zwischen sechs und zwölf Jahren..... | S. 01 |
| Abbildung 2 | Die Normokklusion und die Malokklusion nach ANGLE (1899)..... | S. 03 |
| Abbildung 3 | Ein frontaler Tiefbiss mit einer tendenziellen Angle Klasse II..... | S. 03 |
| Abbildung 4 | Ein frontaler Kreuzbiss mit einer $\frac{1}{4}$ Pb mesial Verzahnung bei den Molaren..... | S. 04 |
| Abbildung 5 | Der Mittelwert [μ] und die erste Standardabweichung von BOLTONs OR..... | S. 05 |
| Abbildung 6 | Eine Fallvorstellung von BOLTON (1958) mit einer zu kleinen AR und OR..... | S. 07 |
| Abbildung 7 | Drei Politiker mit unterschiedlicher ethnisch bedingter Hautfarbe..... | S. 09 |
| Abbildung 8 | Die zehn muskulo-skelettalen Module der Gesichtsentwicklung..... | S. 11 |
| Abbildung 9 | Ein Beispiel zur Relevanz von Lateralität am Beispiel der Overall Ratio..... | S. 13 |
| Abbildung 10 | Eine Vergleich der Daten von BOLTON (1958) und MACHADO ET AL. (2019).... | S. 14 |
| Abbildung 11 | Eine Zweijahresintervall Interpretation der US-Wachstumsperzentilen..... | S. 15 |
| Abbildung 12 | Eine begradigte Malokklusion kann zur Normokklusion werden und umgekehrt. | S. 16 |
| Abbildung 13 | Eine anthropologische Vermutung zur Entstehung der Kompensationskurve.... | S. 17 |
| Abbildung 14 | Vier Beispiele für Biasmöglichkeiten im Falle von Zahnbreitenmessungen..... | S. 18 |
| Abbildung 15 | Die Raumebenen, die Camperebene und die Frankfurter Horizontale..... | S. 22 |
| Abbildung 16 | Die Diskriminationsebene <i>D</i> | S. 23 |
| Abbildung 17 | Das Gedankenmodell zu einer möglichen dento-fazialen Koinzidenz..... | S. 24 |
| Abbildung 18 | Die ANB-Winkel-Methode nach WEDRYCHOWSKA-SZULC ET AL. (2010)..... | S. 25 |
| Abbildung 19 | Die Resultate von WEDRYCHOWSKA-SZULC ET AL. (2010)..... | S. 26 |
| Abbildung 20 | Langzeitstudie zu den Gesichtswinkelveränderungen beim Sohn des Autors... | S. 27 |
| Abbildung 21 | Die Überlagerung eines Seitenprofilfotos mit einem Fernröntgenbild..... | S. 28 |
| Abbildung 22 | Die von der Software SW _{2.0} [®] durchgeführte automatische ZBn-Messung..... | S. 29 |
| Abbildung 23 | Die automatischen und die manuellen ZBn-Messungen im Vergleich..... | S. 29 |
| Abbildung 24 | Die drei Unterkiefergrößen [die Norma Klassen I, II und III]..... | S. 33 |
| Abbildung 25 | Die ZBn von homologen Antagonisten in den NKn und in den Geschlechtern.. | S. 34 |
| Abbildung 26 | Die ZBn von benachbarten Zähnen in den NKn und in den Geschlechtern..... | S. 34 |
| Abbildung 27 | Die lateralen ZBSn und die lateralen ZBSVse..... | S. 35 |
| Abbildung 28 | Die Messschwankungsbreiten <i>d</i> und ihre <i>MF</i> -Werte..... | S. 38 |
| Abbildung 29 | Eine Übersicht zur embryonalen und fetalen Gebissentwicklung..... | S. 58 |

| | | |
|----------------------------|--|-------|
| <u>Abbildung 30</u> | Eine Theorie zum Wachstumseinfluss des Vomers..... | S. 59 |
| <u>Abbildung 31</u> | Die Box Plots der LARs und LORs in Bezug zu BOLTONs Datenverteilung..... | S. 62 |
| <u>Abbildung 32</u> | Ungenügende Trennschärfe der Angle Klassen als wissenschaftlicher Bias..... | S. 63 |
| <u>Abbildung 33</u> | Die Box Plots der LORs bezüglich BOLTONs und MACHADO ET AL.s OR..... | S. 64 |
| <u>Abbildung 34</u> | Die NKn mit den Frontzahndiagnosen und den ZBSVsen bei einer Großfamilie. | S. 66 |
| <u>Abbildung 35</u> | Die dento-fazialen Befunde bei der Mutter..... | S. 67 |
| <u>Abbildung 36</u> | Die dento-fazialen Befunde bei der zweiten Tochter..... | S. 68 |
| <u>Abbildung 37</u> | Die dento-fazialen Befunde beim Vater..... | S. 69 |
| <u>Abbildung 38</u> | Die dento-fazialen Befunde bei der dritten Tochter..... | S. 71 |
| <u>Abbildung 39</u> | Die dento-fazialen Befunde bei der ersten Tochter..... | S. 72 |
| <u>Abbildung 40</u> | Das Therapieprinzip der Gaumennaht-Erweiterungs-Apparatur..... | S. 73 |
| <u>Abbildung 41</u> | Die Straight-Wire-Technik..... | S. 73 |
| <u>Abbildung 42</u> | Der Lückenschluss und das Prinzip des Kontaktpunkt-Beschleifens..... | S. 73 |
| <u>Abbildung 43</u> | Die dento-fazialen Befunde beim Sohn..... | S. 74 |
| <u>Abbildung 44</u> | Die Herbstapparatur und die Michigan-Schiene..... | S. 75 |
| <u>Abbildung 45</u> | Ein Ausgangs-FR-Bild und ein Ausgangs DVT-Bild von der ersten Tochter..... | S. 77 |
| <u>Abbildung 46</u> | Ein Ausgangs-FR-Bild und ein Ausgangs DVT-Bild vom Sohn..... | S. 77 |

10.3 Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung | Beschreibung |
|-----------------------|--|
| ZB | Zahnbreite (ZB _n = Zahnbreiten). |
| ZBS | Zahnbreitensumme (ZBS _n = Zahnbreitensummen). |
| ZBSV | Intermaxilläres Zahnbreitensummenverhältnis. |
| FR | Fernröntgenbild. |
| DVT | Digitale Volumentomographie. |
| Q | Adultquotient = Der Faktor um welchen die Männer größer werden wie die Frauen. |
| Sna | Spina nasalis anterior. |
| NK | Norma Klasse. |
| Ap | Alara posterior = Hinterster Punkt des Nasenflügels. |
| Gl | Glabella = vorderster Stirnpunkt zwischen den Augenbrauen. |
| TW | Tooth width = mesio-distale Zahnbreite. |
| Ac | Alara caudale = unterster Punkt des Nasenflügels. |
| aE | anterior Earlobe point = vorderster Punkt des Ohrläppchenansatzes. |
| Pg' | Weichgewebe Pogonion = vorderster Punkt des Kinns (waagerechte Kopfhaltung). |
| D | Diskriminante = Konstruierter Vektor von aE tangential an Ac. |
| E | Eye point = Augenpunkt = Vorderster Punkt der Augenlidfalte. |
| AR | AR = Anterior Ratio: BOLTONS intermaxilläres Frontzahnbogenverhältnis. |
| OR | OR = Overall Ratio: BOLTONS intermaxilläres Gesamtzahnbogenverhältnis. |
| LZBS | Laterale Zahnbreitensummen (Englisch: LTWS): LATS, LOTS, LPTS. |
| LATS _(max) | Laterale ZBS der drei permanenten Frontzähne einer Seite im Oberkiefer. |
| LOTS _(max) | Laterale ZBS der ersten sechs permanenten Zähne einer Seite im Oberkiefer. |
| LPTS _(max) | Laterale ZBS der drei permanenten Seitenzähne einer Seite im Oberkiefer. |
| LATS _(man) | Laterale ZBS der drei permanenten Frontzähne einer Seite im Unterkiefer. |
| LOTS _(man) | Laterale ZBS der ersten sechs permanenten Zähne einer Seite im Unterkiefer. |
| LPTS _(man) | Laterale ZBS der drei permanenten Seitenzähne einer Seite im Unterkiefer. |
| LZBSV | Laterales Zahnbreitensummenverhältnis (= LBR: Laterale Bolton Ratio). |
| LBR | Laterale Bolton Ratios: LAR, LOR, LPR; Einheit in %. |
| LAR | Laterale Anterior Ratio = $100 \cdot \text{LATS}_{(\text{man})} / \text{LATS}_{(\text{max})}$. |
| LOR | Laterale Overall Ratio = $100 \cdot \text{LOTS}_{(\text{man})} / \text{LOTS}_{(\text{max})}$. |
| LPR | Laterale Posterior Ratio = $100 \cdot \text{LPTS}_{(\text{man})} / \text{LPTS}_{(\text{max})}$. |
| LKG | Lippen-Kiefer-Gaumenspalte. |
| IK | Maximale Interkuspitation. |
| O | Orthogonale = Konstruierter senkrechter Vektor auf die Diskriminante D. |
| α | Augenwinkel. |
| β | Ohrwinkel. |
| γ | Oberkieferwinkel. |
| δ | Unterkieferwinkel. |
| WHO | Weltgesundheitsorganisation. |
| N | Nasion = Der am weitesten vorne gelegene Punkt der Sutura nasofrontalis. |
| Go | Gonion = anatomischer Scheitelpunkt im Unterkieferwinkel. |
| S | Sella turcica = Ein gedachter zentral gelegener Punkt in der Fossa hypophysialis. |

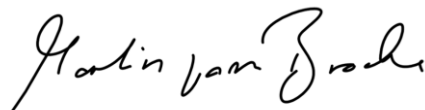
10.4 Ehrenwörtliche Erklärung

„Ich, Martin vom Brocke, versichere ehrenwörtlich durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorgelegte Dissertation mit dem Thema: Eine Überprüfung von BOLTON's Normwerten (1958) bei weißen Patienten mit Zahnfehlstellungen unter Berücksichtigung von Seitenunterschied, Unterkiefergröße und Geschlecht, selbstständig, ohne Zuhilfenahme unerlaubter Hilfsmittel und ohne nicht offengelegte Hilfe Dritter verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel genutzt habe. Ich bestätige, die Richtlinien zur Sicherung der guten wissenschaftlichen Praxis eingehalten zu haben.

Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinne nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche in korrekter Zitierung (siehe „Uniform Requirements for Manuscripts (URM)“, www.icmje.org) kenntlich gemacht. Die entsprechenden Kapitel zu Methodik (insbesondere praktische Arbeiten, Laborbestimmungen, statistische Aufarbeitung) und Resultaten (insbesondere Abbildungen, Graphiken und Tabellen) entsprechen den URM und werden von mir verantwortet.“

Krems den Februar 2021

Unterschrift:





DANUBE PRIVATE UNIVERSITY
Fakultät Medizin/Zahnmedizin

B E S C H E I N I G U N G E X A M E N R I G O R O S U M

TITEL, VOR- UND FAMILIENNAME, NACHGESTELLTER TITEL

Dr. med. dent. Martin vom Brocke MSc

GEBURTSDATUM

25.07.1969

MATRIKELNUMMER

01065380

KENNZEICHNUNG DES STUDIUMS

UP014013

FAKULTÄT

Fakultät Medizin/Zahnmedizin

GESETZLICHE GRUNDLAGE

Bescheid der AQ Agentur für Qualitätssicherung
und Akkreditierung Austria vom
12.Juli 2017, GZ: I/A11-29/2017

STUDIENGANG

Doktoratsstudium Zahnmedizin (PhD)

GESAMTNOTE

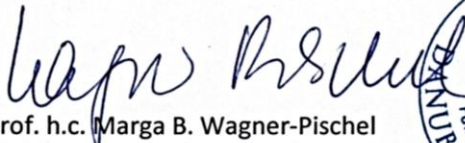
summa cum laude

Krems, 24.09.2021


| Thema der Dissertation | Benotung Gutachter 1 | Benotung Gutachter 2 |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Kritische Bewertung der Normalwerte von W. Bolton bei weißen Patienten mit Zahnfehlstellungen unter Berücksichtigung von Seitenunterschied, Unterkiefergröße und Geschlecht | summa cum laude | summa cum laude |
| Examen Rigorosum | Note | |
| | summa cum laude | |

MIT DEM EXAMEN RIGOROSUM ERWORBENER AKADEMISCHER GRAD:

Doctor of Philosophy (PhD)


Prof. h.c. Marga B. Wagner-Pischel
Präsidentin




Prof. Dr. Dr. Rüdiger Junker MSc
Wissenschaftlicher Leiter

Gesamtnote: summa cum laude (ausgezeichnet), magna cum laude (sehr gut), cum laude (gut), rite (genügend)

Noten: summa cum laude (ausgezeichnet) = 0, magna cum laude (sehr gut) = 1, cum laude (gut) = 2, rite (genügend) = 3


Vortrag zum Examen Rigorosum: Doppelfolie 1

1/15; vom Brocke

Der Titel

Der Titel meiner Dissertation lautet:

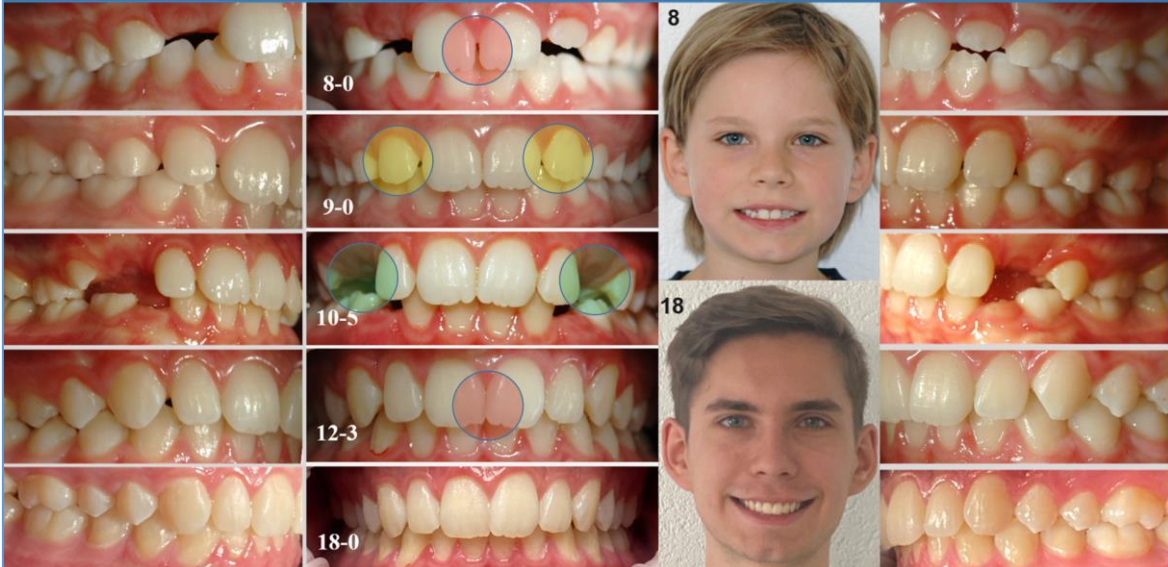
**Kritische Bewertung
der Normwerte von *W. Bolton*
bei weißen Patienten mit
Zahnfehlstellung
unter Berücksichtigung von
Seitenunterschied, Unterkiefergröße
und Geschlecht.**



Der Titel meiner Dissertation lautet: *Kritische Bewertung der Normwerte von W. Bolton bei weißen Patienten mit Zahnfehlstellung unter Berücksichtigung von Seitenunterschied, Unterkiefergröße und Geschlecht.* Wayne Bolton war ein Kieferorthopäde, welcher der Ansicht war, dass sich bei einer Disharmonie der Zahngrößen der Therapie-Aufwand erhöht.

1/15; vom Brocke


Der Titel



Wayne Bolton meinte mit der Disharmonie der Zahngrößen eine gegenseitig gestörte Passgenauigkeit der bleibenden Zähne, welche eben nicht gestört sein darf, weil sonst die durch den Milchzahnerhalt entstandenen Zahnspalten, Zahnfehlstellungen, Zahnfunktionsstörungen oder Zahnengstände nicht wieder von alleine verschwinden können.

Doppelfolie 2

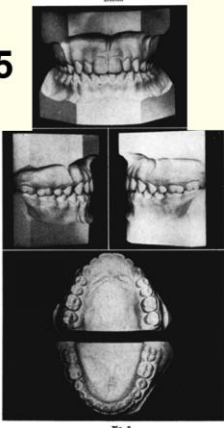
2/15; EINLEITUNG 1

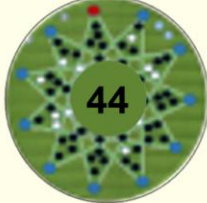
Wayne Bolton 

Wayne Bolton
publizierte im Juli 1958
zur Therapieplanung
erste Normwerte
für exzellente
Zahnbreiten
-Summen
-Verhältnisse.


Disharmony In Tooth Size And Its Relation To
The Analysis And Treatment Of Malocclusion*

55






44




55
11

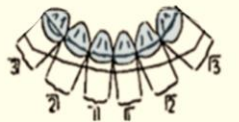
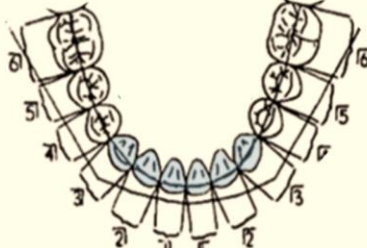
Wayne Bolton publizierte im Juli 1958 zur Therapieplanung erste Normwerte für exzellente Zahnbreiten-Summen-Verhältnisse. Diese hatte er aus 55 Gipsmodellen mit passenden Verzahnungen abgeleitet. 44 dieser Gipsmodelle entsprachen einem Status nach Kieferorthopädie und alle 55 Modelle stammten von elf Zahnarztzentren aus der Region Washington.

2/15; EINLEITUNG 1

Wayne Bolton 



ANGLE ORTHODONTIST

$AR = \frac{\text{---}}{\text{---}} \cdot 100\%$ $OR = \frac{\text{---}}{\text{---}} \cdot 100\%$

N = 55 μ

↓

77,2%

μ

↓

91,3%

Wayne Bolton summierte die Zahnbreiten der bleibenden Frontzähne zu Frontzahnbögen sowie der ersten zwölf bleibenden Zähne zu Gesamtzahnbögen, dann teilte er die unteren durch die oberen Zahnbögen, um Verhältnis-Werte in Prozent zu erhalten. Die beiden Mittelwerte der 55 errechneten Verhältnis-Werte entsprachen dann seinen Normwerten für den Frontzahn- und den Gesamtzahnbereich.

Doppelfolie 3

3/15; EINLEITUNG 2 Ich kritisiere 

Ich kritisiere an Boltons Normwerten, dass sie fünf praxisrelevante Unsicherheitsfaktoren enthalten.







The composite image on the right contains several elements:

- Top row: Three faces of different ethnicities.
- Second row: Diagrams of malocclusion and normocclusion with labels 'M1', 'M2', 'FT' and arrows indicating 'Straightening through therapy'.
- Third row: 'LATERALITY' charts showing '11,3 mm' (89,3%) and '9,3 mm' (93,3%) with an 'ML' arrow.
- Fourth row: A line graph showing dental arch development over time (0 to 240 months) with various measurements in cm (e.g., 1,42, 1,11, 0,56, 0,58, 0,69, 0,53, 0,29, 0,43, 0,41, 0,17) and a total value of 1,0823. It also includes 'PQ' values.
- Fifth row: Dental models and diagrams with measurements like 6,5 and 6,9.


Ich kritisiere an Boltons Normwerten, dass sie fünf praxisrelevante Unsicherheitsfaktoren enthalten. Dies sind die Patienten-Ethnie, die Spee-Kurve, die Seiten-Unterschiede, die Geschlechter-Verteilung und die Mess-Gültigkeit. Zusätzlich enthüllte letztes Jahr eine Metaanalyse, dass seine Normwerte im Vergleich mit dem Rest der Welt signifikant zu klein sind, ohne dass sie dafür zumindest eine Erklärung hatten.

3/15; EINLEITUNG 2 Ich kritisiere 

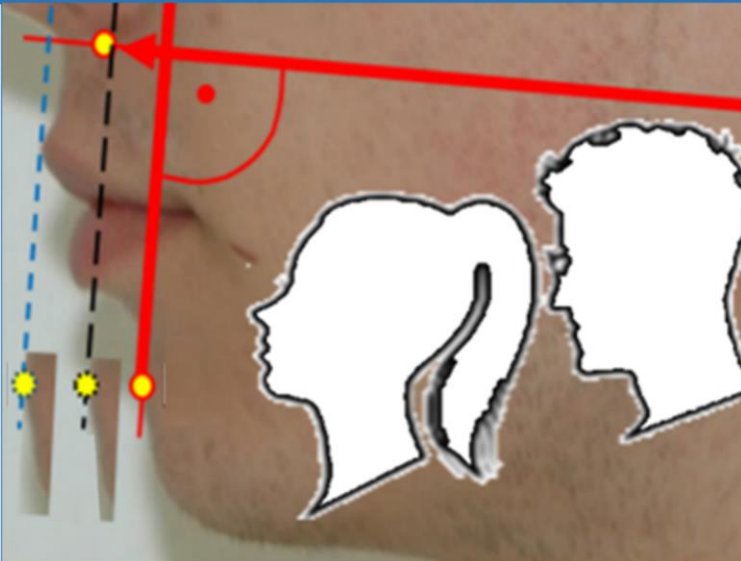


Obschon wir nun mit der erwähnten Metaanalyse globale Normwerte für eine Zahngrößen-Harmonien zur Verfügung haben, können wir immer noch nicht sagen, ob der Oberkiefer oder der Unterkiefer für eine Zahngrößen-Disharmonie verantwortlich ist. ABER GENAU DAS MUSS ICH WISSEN, DAMIT ICH EINE VERSTÄNDLICHE THERAPIE VORSCHLAGEN KANN.

Doppelfolie 4

4/15; ZIEL Mein Ziel 

Mein Ziel war es also, kieferbezogene Normwerte für Zahnbreiten-Summen-Verhältnisse zu eruieren.



Mein Ziel war es also, kieferbezogene Normwerte für Zahnbreiten-Summen-Verhältnisse zu eruieren. Für den Oberkiefer erschien mir diese Ziel unerreichbar, weil man dessen Umrisse gar nicht erkennt. Daher fokussierte ich meine Voruntersuchungen auf die Unterkiefergrößen von weiblichen und männlichen Patienten.

4/15; ZIEL Mein Ziel 

| Erste $H_{0(1)}$  | Zweite $H_{0(2)}$  | Dritte $H_{0(3)}$  |
|---|--|---|
| Zahnbreiten unterscheiden sich nur zufällig in unterschiedlichen Unterkiefergrößen. | Zahnbreiten-Summen unterscheiden sich nur zufällig in unterschiedlichen Unterkiefergrößen. | Zahnbreiten-Summen-Verhältnisse unterscheiden sich nur zufällig in unterschiedlichen Unterkiefergrößen. |

Die heutige Lehrmeinung geht davon aus, dass sich die Zahnbreiten-Summen-Verhältnisse bei weiblichen und männlichen Patienten nur zufällig in diversen Unterkiefergrößen unterscheiden.

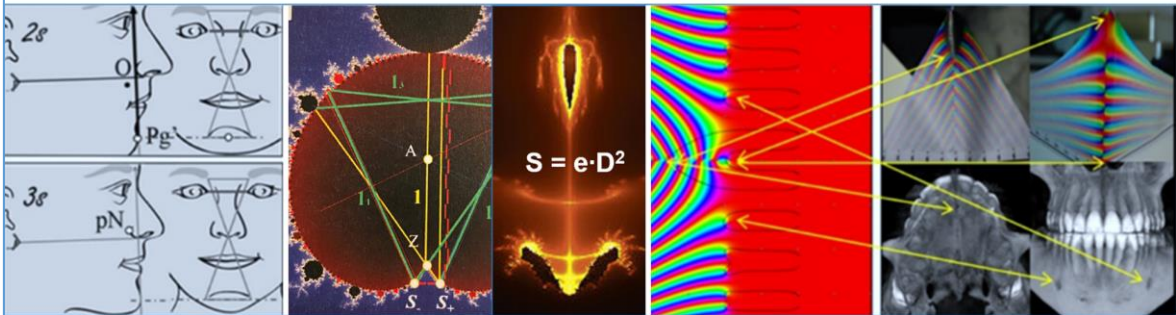
Doppelfolie 5

5/15; METHODE 0

Meine Voruntersuchungen



**Meine Voruntersuchungen kamen zum Schluss,
dass Unterkiefererteilungen unabhängig
vom Personenalter und der Kaufunktion sein sollten!**



Meine Voruntersuchungen kamen zum Schluss, dass Unterkiefererteilungen unabhängig vom Personenalter und der Kaufunktion sein sollten! Diese Schlussfolgerung keimte aus der Kombination von Raumgeometrie, Selbstähnlichkeitsdimensionen und komplexer Arithmetik, mit welcher sich mystische Gedankenmodelle erstellen lassen. Das beeindruckendste dieser Gedankenmodelle führte bei mir zu der tiefen Durchdringung, dass es eine vertrauenswürdige dreiteilige Unterkieferklassifikation gibt, mit welcher sich die Koinzidenz zwischen Zahnbreiten und Unterkiefergrößen enthüllen lässt.

5/15; METHODE 0

Meine Voruntersuchungen



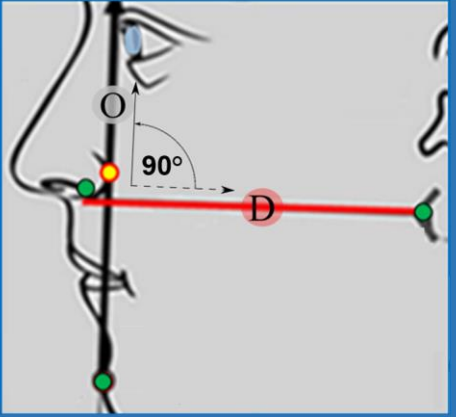
Ich habe mich aus Respekt vor dem Gründer der kieferorthopädischen Wissenschaft - Edward Angle, welcher 1899 die Dreiteiligkeit empfohlen hatte - für die Dreiteiligkeit entschieden.

Doppelfolie 6

6/15; METHODE 1

Die Einteilung

Die Unterkiefereinteilung habe ich Norma Klassifikation genannt, weil sie durch zwei senkrechte Geraden gebildet wird (norma = 90°)

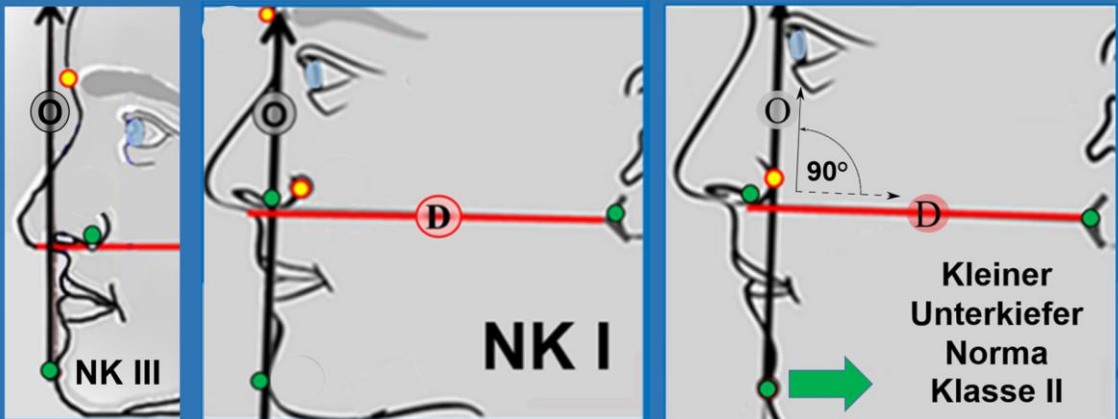


Die Einteilung des Unterkiefers habe ich Norma Klassifikation genannt, weil sie durch zwei senkrechte Geraden gebildet wird (norma = 90°). Wird vom vordersten Ansatzpunkt des Ohrfläppchens eine Gerade D tangential an den untersten Nasenflügelpunkt gezogen, dann entsteht eine projektive Diskriminations-Ebene D, welche die morphologische Basis des Oberkiefers repräsentiert. Wird anschließend vom vordersten Kinnpunkt aus eine Orthogonale O senkrecht auf D gestellt, dann können mit O in Bezug zum vorderen Nasenraum drei Unterkiefergrößen unterschieden werden.

6/15; METHODE 1

Die Einteilung

Die Unterkiefereinteilung habe ich Norma Klassifikation genannt, weil sie durch zwei senkrechte Geraden gebildet wird (norma = 90°)



NK III

NK I

Kleiner Unterkiefer
Norma
Klasse II

Verläuft O über den distalsten Nasenflügelpunkt oder hinter diesem durch, dann hat diese Person einen kleinen Unterkiefer. Läuft O im Bereich der vorderen Nasenhöhle durch, dann hat diese Person einen mittleren Unterkiefer. Läuft O hingegen vor dem vordersten Stirnpunkt durch, dann hat diese Person einen großen Unterkiefer.

Doppelfolie 7

7/15; METHODE 2

Das Studiendesign

Das Studiendesign meiner prospektiv organisierten Arbeit war randomisiert und verblindet.

6 months

The map shows the study locations: three dental practices in Germany (North Rhine-Westphalia, Bavaria, and Baden-Württemberg) and one in Liechtenstein. Photos show dental professionals using equipment. A 3D model of a tooth is also shown.

Schweizerische Eidgenossenschaft

Fürstentum Liechtenstein

Republik Österreich

Bundesrepublik Deutschland

Das Studiendesign meiner prospektiv organisierten Arbeit war randomisiert und verblindet. Während 6 Monaten sammelten drei Zahnarztpraxen aus Deutschland und eine Zahnarztpraxis aus Liechtenstein für mich Profilbilder von weißen Patienten und Gipsmodelle von deren Zahnfehlstellungen. Danach besuchte ich die vier Kollegen mit meinem i-Phone und Primescan, um die Profilbilder abzufotografieren und die Gipsmodelle einzuscannen.

7/15; METHODE 2

Das Studiendesign

The diagram illustrates the study design. It shows two patient photos with a red line indicating the profile view. Below them are dental models labeled 'Patient number' and 'Birthday'. To the right, a flowchart shows a key being used to connect the data to a lightbulb, symbolizing the analysis process. The flowchart includes gears labeled 'Li', 'D', 'D', 'D', and 'D', and a head with a question mark labeled 'CH' and a head with a lightbulb labeled 'AU'.

Prenome - Name

Patient number

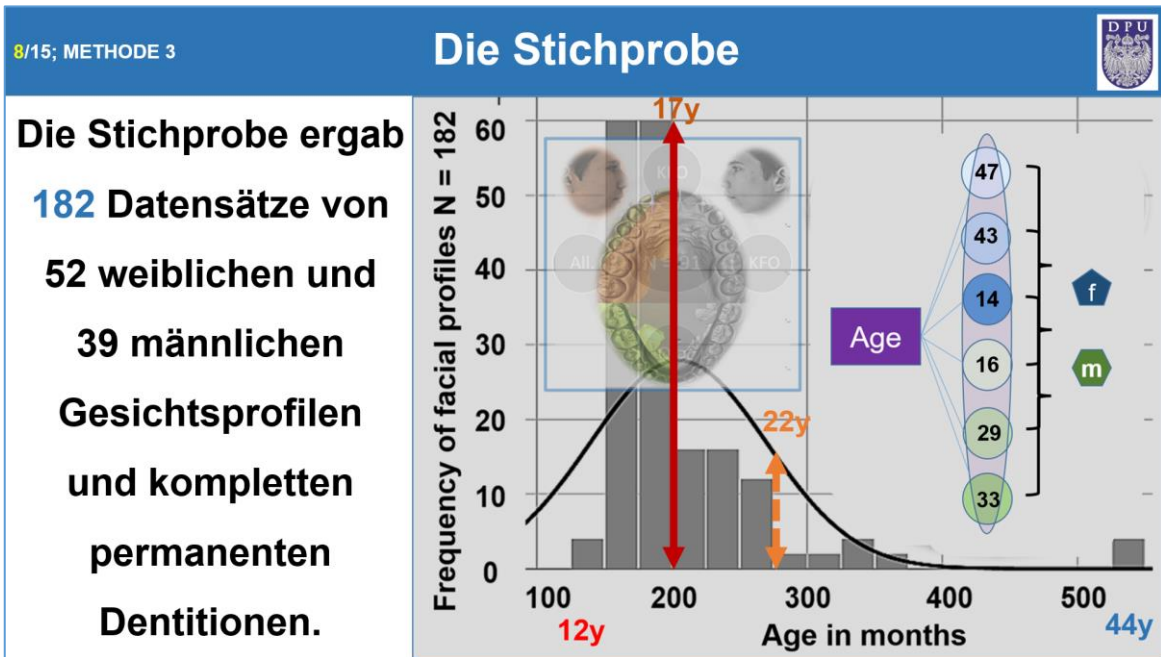
Birthday

CH

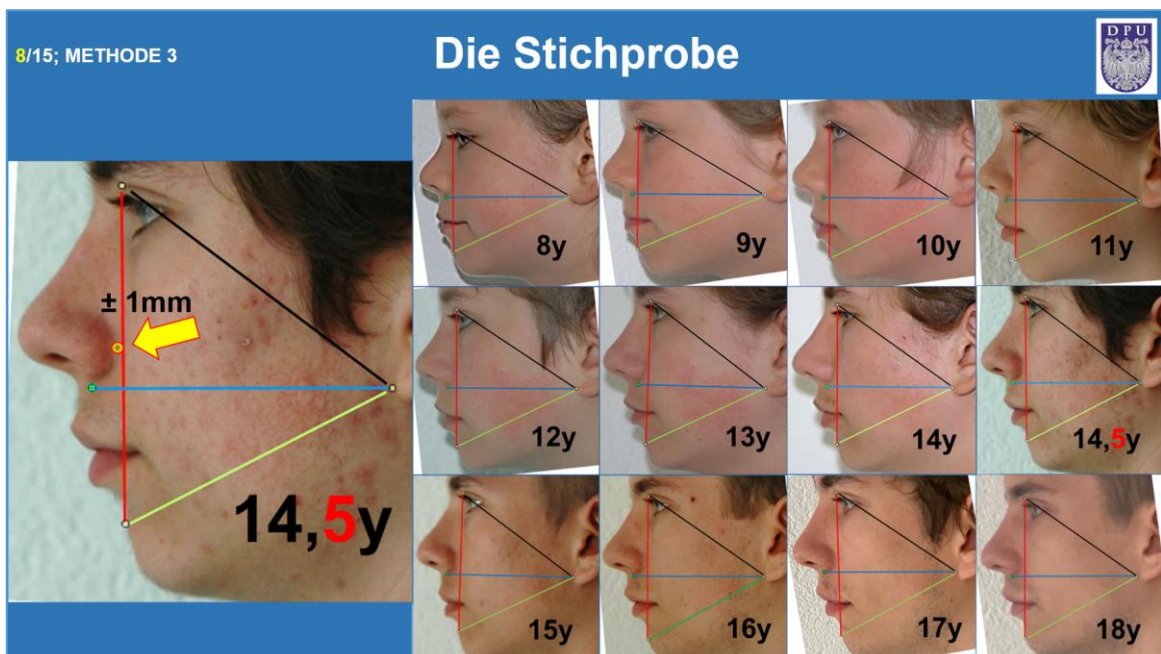
AU

Die Profilbilder waren nur mit dem Vornamen und dem Namen bzw. die Gipsmodelle waren nur mit der Patientenummer und dem Geburtstag angeschrieben, damit ich den Zuordnungsschlüssel nicht erkennen konnte, welchen die Kollegen nur dem Statistiker in Wien zur Analyse der erfassten Stichprobe weiterleiteten.

Doppelfolie 8



Die Stichprobe ergab 182 Datensätze von 52 weiblichen und 39 männlichen Gesichtprofilen und kompletten permanenten Dentitionen. Das Alter der Probanden lag zwischen 12 und 44 Jahren und war weitgehend gleichmäßig auf die sechs Subgruppen verteilt und auch *in puncto* Geschlecht gab es keine signifikante Kontingenz in einer der sechs Subgruppen. Der Medianwert der Altersverteilung lag bei 17 Jahre und der Mittelwert betrug 22 Jahre.



Es verwundert nicht besonders, dass das Alter nicht normalverteilt war, weil sich die meisten Patienten im Alter zwischen 8 und 18 Jahren für eine kieferorthopädische Behandlung interessieren. Ich habe diese Bilderreihe hinzugefügt, um zu zeigen, dass selbst der pubertäre Wachstumsschub praktisch keinen Einfluss auf die Zuteilung in die Norma Klassen hat.

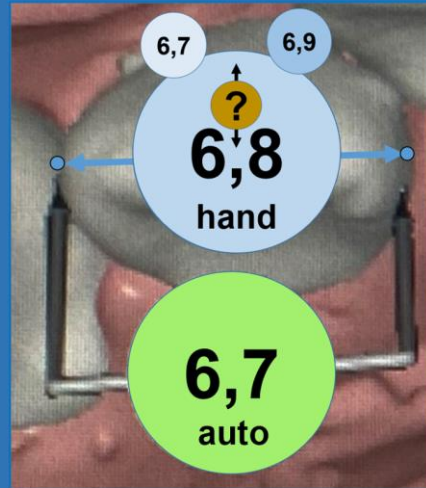
Doppelfolie 9

9/15; METHODE 4

Die Messung



**Die Messung
der Zahnbreiten
erfolgte stets
in der
maximalen mesio-
distale Ausbreitung
des Zahnes.**



Die Messung der Zahnbreite erfolgte stets in der maximalen mesio-distale Ausbreitung des Zahnes. Sie wurde einmal manuell durch mich und einmal automatisch durch die Software des Scanners durchgeführt. Dabei fiel mir auf, dass meine manuelle Messung einer gewissen Messwert-schwankung unterlag, welche ich bei der automatischen Messung nicht beobachten konnte.

9/15; METHODE 4

Die Messung



Da es ja tatsächlich sein kann, dass die automatische Messung keine Messwert-schwankung aufweist, habe ich erstmal die Gültigkeit der beiden Messmethoden überprüft.

Doppelfolie 10

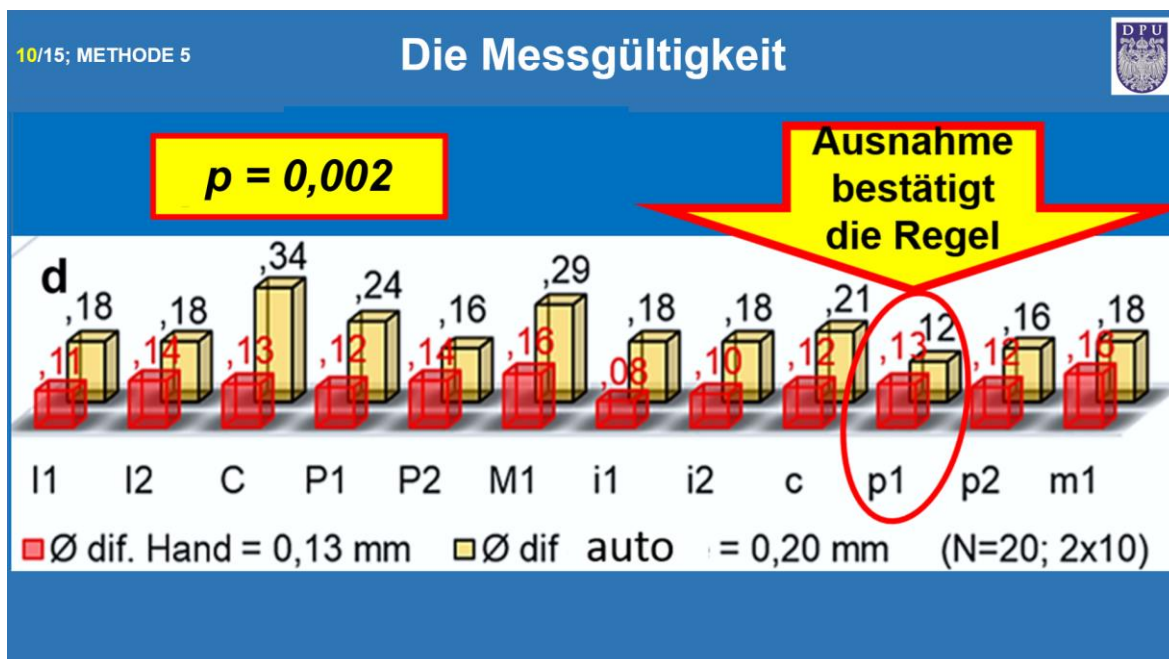
10/15; METHODE 5 DPU

Die Messgültigkeit

Die Messgültigkeit habe ich mit zehn quasi zufällig erfassten Ausgangsmodellen und ihren Schlussmodellen überprüft.

Messwertschwankung d
 $d = \text{Zweitmessung} - \text{Erstmessung}$
Messgültigkeit = $\sum d / N$

Die Messgültigkeit habe ich mit zehn quasi zufällig erfassten Ausgangsmodellen und ihren Schlussmodellen überprüft. So betrug zum Beispiel die mittlere Messwertschwankung ($N = 10$) bei den oberen lateralen Inzisiven 100 Mikrometer. Prinzipiell entspricht die Messgültigkeit einer Messmethode dem Mittelwert, welcher sich aus all ihren Messwertschwankungen errechnet.



Zu meiner Überraschung war die Messgültigkeit meiner Handmessung hoch signifikant besser als die Messgültigkeit der Software, weshalb fortan nur noch die von Hand gemessenen Zahnbreiten für die weitere Datenanalyse verwendet wurden.

Doppelfolie 11

11/15; METHODE 6

Die Datenanalyse



**Die Datenanalyse
erfolgte durch
induktive Statistik
mit Hilfe eines
anerkannten
Statistikers und dem
Programm SPSS®.**

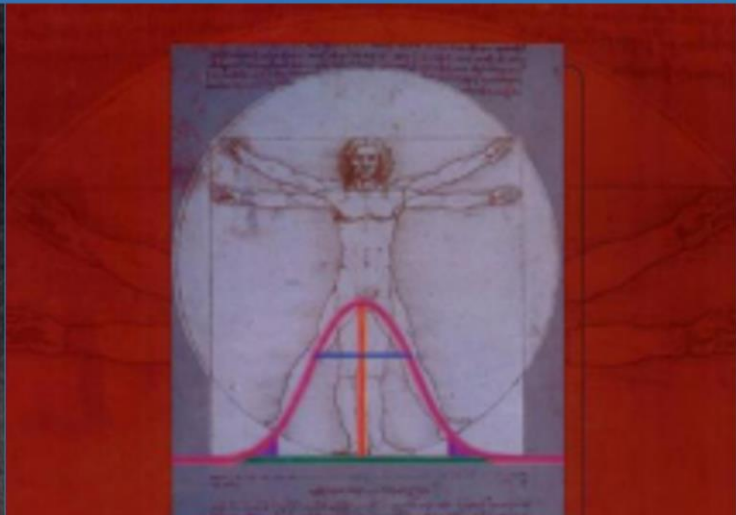


UNIV.-PROF. MAG. DR. PHDR. WILHELM FRANK MLS

Die Datenanalyse erfolgte durch induktive Statistik mit Hilfe eines anerkannten Statistikers und dem Programm SPSS®. *In meinem Fall war dieser Statistiker Herr Professor Wilhelm Frank aus Wien.* Er nutzte mehrere mathematische Tests, um zufällige Unterschiede von nicht-zufälligen Unterschieden in den Zahnbreiten-Summen-Verhältnissen unterscheiden zu können.

11/15; METHODE 6

Die Datenanalyse



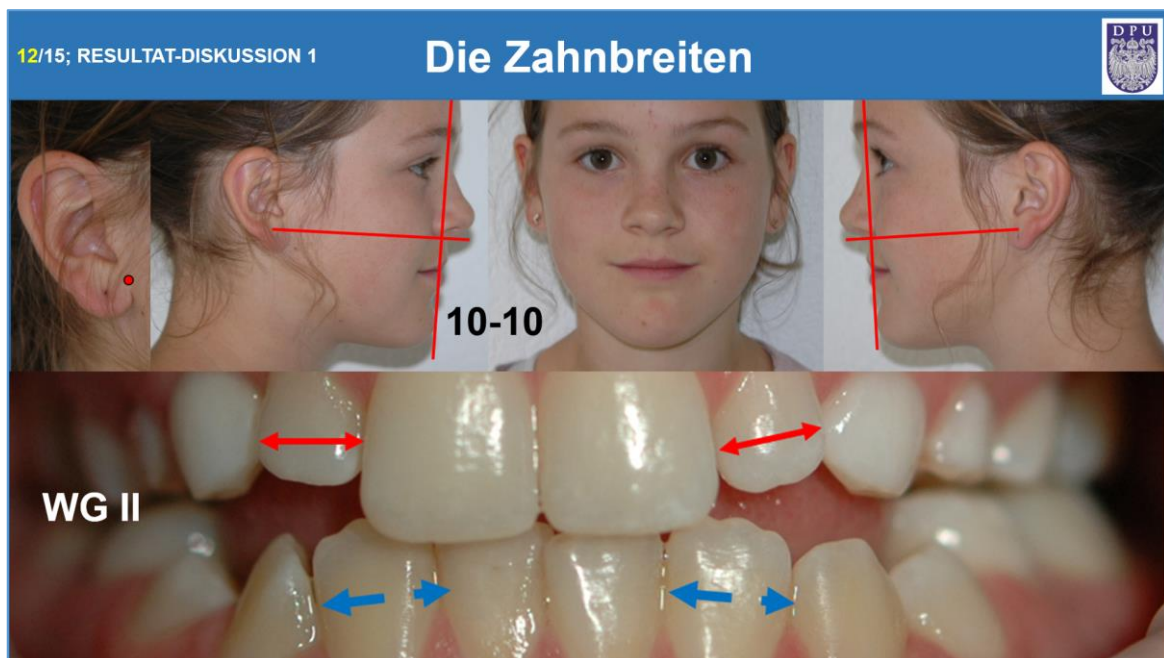
Sir Ronnie Fisher (granddaddy of statistics): $p \leq 0,05$

Professor Frank entschied sich für den seit 1920 genutzten Alpha-Wert von $p \leq 0,05$ als Entscheidungsgrenze für Signifikanz.

Doppelfolie 12

| 12/15; RESULTAT-DISKUSSION 1 | Die Zahnbreiten | | | |
|---|-----------------------|---|-------|--|
| <p>Die Zahnbreiten unterscheiden sich signifikant in den drei Unterkiefergrößen.</p> | N = 47 | $i_1 \ll i_2 \ll c \ll p_1 \ll p_2 \ll m_1$ | ----- | |
| | N = 43 | $P_1 < p_1$ | | |
| | N = 14 | $I_2 \approx i_2$ | | |
| | N = 16 | $P_1 \approx P_2$ ----- | | |
| | N = 29 | ----- $i_2 \approx c$ | | |
| | N = 33 | | | |

Die Zahnbreiten unterscheiden sich signifikant in den drei Unterkiefergrößen. Die Zahnbreiten unterscheiden sich derartig signifikant, dass sich mit ihnen im Subgruppen-Vergleich einzigartige Zahnbreitenmuster enthüllen liessen. Diese Zahnbreitenmuster nutzen mir in der Kieferorthopädie, weil ich nun in Kombination mit den Zahnbreiten-Normwerten der einzelnen Zahntypen die Ursache für disharmonische Zahngössen einem und/oder beiden Kiefern zuordnen kann.

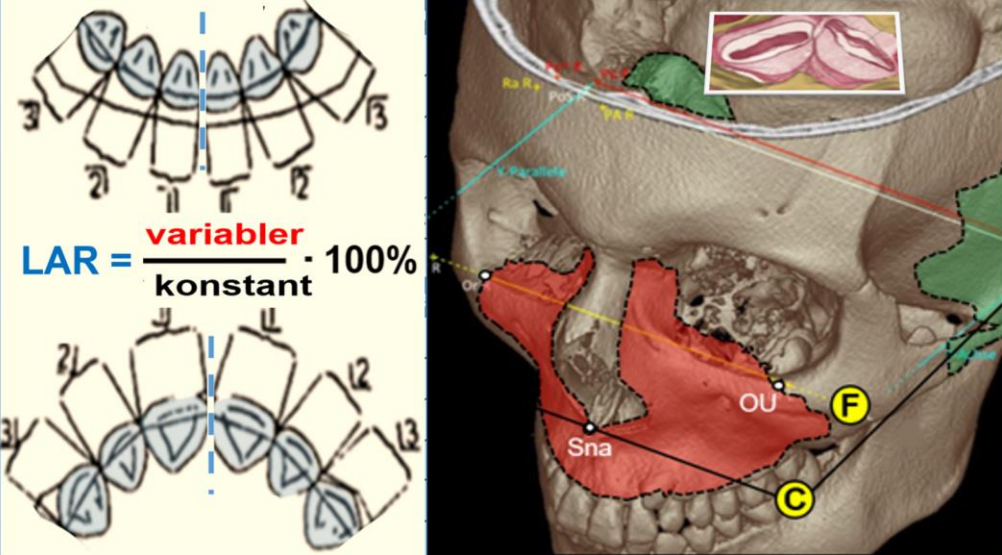


Die enthüllten Zahnbreitenmuster kann ich leider nicht erklären: Dies deshalb, weil es bei den Männern mit kleinen Unterkiefern kein eigenes Zahnbreitenmuster gibt und dadurch keine komplette Theorie aufgestellt werden kann. Vermutlich war hierzu die Dreiteilung der Unterkieferklassifikation einfach zu wenig differenziert.

Doppelfolie 13

| | Auch die Zahnbreiten-Summen |
|---|--|
| <p>Auch die Zahnbreiten-Summen unterscheiden sich signifikant in den drei Unterkiefergrößen.</p> | Untere laterale Frontzahnbreiten-Summen |
| | Frauen mit großem UK ↔ mittlerem UK: p = 0,059 |
| | Frauen mit mittlerem UK ↔ kleinem UK: ★p = 0,039 |
| | Frauen mit großem UK ↔ kleinem UK: ★p = 0,001 |
| | Männer mit großem UK ↔ mittlerem UK: ★p = 0,007 |
| | Männer mit mittlerem UK ↔ kleinem UK: ★p = 0,001 |
| | Männer mit großem UK ↔ kleinem UK: p = 0,152 |
| | Obere laterale Frontzahnbreiten-Summen |
| | Frauen mit großem UK ↔ mittlerem UK: p = 0,383 |
| | Frauen mit mittlerem UK ↔ kleinem UK: p = 0,580 |
| | Frauen mit großem UK ↔ kleinem UK: p = 0,655 |
| | Männer mit großem UK ↔ mittlerem UK: ★p = 0,020 |
| | Männer mit mittlerem UK ↔ kleinem UK: ★p = 0,021 |
| Männer mit großem UK ↔ kleinem UK: p = 0,594 | |

Auch die Zahnbreiten-Summen unterscheiden sich signifikant in den drei Unterkiefergrößen. Die Zahnbreiten-Summen unterscheiden sich derartig signifikant, dass mit ihnen im Kiefer-Vergleich eine 73 Jahre alte Prämisse enthüllt werden konnte. Diese enthüllte Prämisse nutzt mir in der Grundlagenforschung, weil ich nun mit ihr die benutzte Formelstruktur bestätigt habe und daher weiterverwenden darf.

| | Auch die Zahnbreiten-Summen |
|------------------------------|--|
| 13/15; RESULTAT-DISKUSSION 2 | DPU |
| FZBS Man |  |
| p = 0,059 | |
| ★p = 0,039 | |
| ★p = 0,001 | |
| ★p = 0,007 | |
| ★p = 0,001 | |
| p = 0,152 | |
| FZBS Max | |
| p = 0,383 | |
| p = 0,580 | |
| p = 0,655 | |
| ★p = 0,020 | |
| ★p = 0,021 | |
| p = 0,594 | |

Die enthüllte Prämisse kann ich zumindest theoretisch erklären: Vorausgesetzt, es gibt eine Kontakthinhibition von odontogenen Epithelzellen, dann müsste diese sehr wahrscheinlich häufiger im Oberkiefer vorkommen als im Unterkiefer, weil das Oberkieferwachstum im Gegensatz zum Unterkieferwachstum von weiteren skelettalen Strukturen umschlossen ist und dadurch epigenetisch weniger beeinflusst wird.

Doppelfolie 14

14/15; RESULTAT 3

Auch die Zahnbreiten-S.-Verhältnisse

**Auch
die Zahnbreiten
-Summen-
Verhältnisse
unterscheiden sich
signifikant in den drei
Unterkiefergrößen.**

| LARs im Vergleich zum Wert 77,2 % | | | | | |
|-----------------------------------|-----|-------|-------|---------|-----|
| | N | μ (%) | StA | p-Werte | |
| Weibliche Pat. mit Norma Kl. II | 47 | 76,4 | ± 2,7 | 0,031 | * |
| Männliche Pat. mit Norma Kl. II | 33 | 77,5 | ± 1,7 | 0,323 | NS |
| Weibliche Pat. mit Norma Kl. I | 43 | 78,4 | ± 1,9 | 0,001 | *** |
| Männliche Pat. mit Norma Kl. I | 29 | 78,6 | ± 2,5 | 0,006 | ** |
| Weibliche Pat. mit Norma Kl. III | 14 | 79,9 | ± 3,9 | 0,021 | * |
| Männliche Pat. mit Norma Kl. III | 16 | 78,7 | ± 2,1 | 0,014 | * |
| Alle weiblichen Patienten | 104 | 77,7 | ± 2,9 | 0,104 | NS |
| Alle männlichen Patienten | 78 | 78,1 | ± 2,2 | 0,001 | *** |

LORs im Vergleich zum Wert 91,3% | | | | | |

| N | μ (%) | StA | p-Werte | |

Weibliche Pat. mit Norma Klasse II | 47 | 90,3 | ± 1,9 | 0,001 | *** |

Männliche Pat. mit Norma Klasse II | 33 | 91,1 | ± 1,2 | 0,230 | NS |

Weibliche Pat. mit Norma Klasse I | 43 | 92,3 | ± 1,5 | 0,001 | *** |

Männliche Pat. mit Norma Klasse I | 29 | 92,2 | ± 1,2 | 0,001 | *** |

Weibliche Pat. mit Norma Klasse III | 14 | 92,8 | ± 1,7 | 0,007 | ** |

Männliche Pat. mit Norma Klasse III | 16 | 92,2 | ± 1,5 | 0,023 | * |

Alle weiblichen Patienten | 104 | 91,5 | ± 2,0 | 0,162 | NS |

Alle männlichen Patienten | 78 | 91,7 | ± 1,4 | 0,009 | ** |

Auch die Zahnbreiten-Summen-Verhältnisse unterscheiden sich signifikant in den drei Unterkiefergrößen. Die Zahnbreiten-Summen-Verhältnisse unterscheiden sich derartig signifikant, dass mit ihnen im Vergleich der Patienten ein Randomisierungsfehler in Boltons Männerpool enthüllt werden könnte. Dieser Randomisierungsfehler nutzt mir in der Weiterbildungen, weil ich nun für meine Normwerte mehr Verständnis erhalte.

14/15; RESULTAT 3

Auch die Zahnbreiten-S.-Verhältnisse

1941 **1947** **1958**

**B
o
l
t
o
n**

Chilids with 12 years and permanent dentition

Chilids with 12 years and permanent dentition

Chilids with 12 years and permanent dentition

Chilids with 12 years and permanent dentition

Chilids with 12 years and permanent dentition

Chilids with 12 years and permanent dentition

**B
o
l
t
o
n**

**Um ein starker Soldat sein zu können,
muss man in erster Linie
einmal aussehen wie ein starker Soldat.**

Den enthüllten Randomisierungsfehler kann ich tatsächlich erklären: Für den zweiten Weltkrieg wurden in erster Linie kräftig aussehende Amerikaner (große oder mittelgroße Unterkiefer) für die Rückeroberung Frankreich ins Militär eingezogen. Infolgedessen konnten deren Söhne dann nicht in Boltons Studie dabei sein, weil sie entweder noch zu jung waren oder sie im Alter von 16 Jahren ihre verstorbenen Väter ersetzen oder allenfalls pflegen mussten.

Doppelfolie 15

15/15; SCHLUSSFOLGERUNG

Boltons Normwerte



14-9

Boltons Normwerte können Kieferorthopäden nur verwirren und meine Normwerte sind reliable.

14-9

Boltons Normwerte können Kieferorthopäden nur verwirren und meine Normwerte sind reliable. Wie stark mein Vertrauen in meine Normwerte ist, kann ich anhand einer Behandlung meines Sohnes veranschaulichen. Vor drei Jahren hatte ich bei ihm einen Frontzahn-Engstand durch Verkleinerung der unteren Frontzähne aufgelöst, ohne zu wissen, wieviel ich wegschleifen sollte und stand damit wegen dem fehlenden Datenpool bzw. der entsprechenden Studie mit einem Bein im Gefängnis. (Kleiner Scherz am Rande).

15/15; SCHLUSSFOLGERUNG

Boltons Normwerte



14-9

Boltons Normwerte können Kieferorthopäden nur verwirren und meine Normwerte sind reliable.

14-9

Therapy & relapse

Bezüglich der Stabilität des erreichten Ziels bin ich recht zuversichtlich, weil sich erstaunlicherweise gezeigt hat, dass sich ein primär entstandenes Rezidiv zwischen den Zähnen 41 und 42 spontan zurückbildet und hätte ich damals bereits meine Normwerte gehabt, hätte es möglicherweise erst gar kein Rezidiv gegeben.

Doppelfolie 16

ANHANG

Haben Sie dazu Fragen?



Ist bis dahin alles klar? Dann vielen Dank für Ihre *Aufmerksamkeit und kommen Sie wieder gut nach Hause.*

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'H. v. B.'.

Dr. med. dent Martin vom Brocke MSc 24.9.2021

NACHWORTE

Ab wann ist eine Zahnspange „nicht nötig“, „empfehlenswert“ oder „nötig“?

Um den Behandlungsbedarf von Zahnfehlstellungen einschätzen zu können, sollte der Zahnarzt die drei Grundpfeiler der evidenzbasierten Zahnmedizin berücksichtigen: Erstens die Zahnarterfahrung, zweitens den Patientenwunsch und drittens Studien. Befürwortet keiner dieser Grundpfeiler eine Zahnspange, dann ist keine Zahnspange nötig; befürwortet nur einer dieser Grundpfeiler die Korrektur einer Zahnfehlstellung, dann ist eine Zahnspange empfehlenswert und in allen anderen Fällen ist die Korrektur einer Zahnfehlstellung durch eine Zahnspange nötig (**Abb. I**).



Abbildung I: Zum Behandlungsbedarf. Die häufigste Zahnfehlstellung ist nach meiner 24-jährigen Erfahrung als Zahnarzt zweifelsfrei der Engstand in der Unterkieferfrontzahnregion und die Mundhygiene wird dort wegen der zusätzlich erschwerten Zugänglichkeit eher seltener konsequent gemacht, was häufiger zu Zahnfleischentzündung und letztendlich auch zu Knochenverlust führt, wenn nicht zusätzlich regelmäßig eine professionelle Dentalhygiene durchgeführt wird. Weil es hierzu eine vertrauenswürdige Studie gibt (**BAGHDADI, 2019, Knochenverlust und Engstand im Unterkiefer**. Dissertation. Universität Bonn.), welche meine Erfahrung weitgehend bestätigt, kann ich dem Patienten sagen: Hier ist das Auflösen des Engstandes durch eine Zahnspange nötig. Wenn jedoch das Therapieresultat nur mit einem folgenden fixen orthodontischen Retainer stabilisiert werden kann, dann ist durch dieses künstliche Putzhindernis wieder eine erhöhte Gefahr einer Zahnbetterkrankung (Parodontitis) gegeben. Dann entfällt der erste Grundpfeiler für eine evidenzbasierte Zahnmedizin. Eine Studie, dass Retainer kein Reinigungshindernis ist gibt es nicht. Somit ist dann eine Zahnspange nur noch empfehlenswert, wenn der Patient trotz des Retainers die Mundhygiene erfolgreich durchführen kann.

Welches sind die Basis-Überlegungen zur strukturellen Gravitationstheorie?

Vor 66 Millionen Jahren schlug in Yucatan ein Asteroid von ca. 15 km Durchmesser auf die Erde auf, dessen Aufprallwucht und Staubentwicklung zum Aussterben einer morphologisch eigenständigen Speziesgruppe – den Dinosauriern – führte (WIKIPEDIA, 2021). Diese Theorie erklärt jedoch nicht das Überleben der anderen Tiere in der gleichen Epoche. Sicher ist, dass je größer und zahlreicher aufschlagende Asteroiden sind, um so rascher erhöht sich die Masse der Erde bzw. ihre Gravitation. L. PERIVOLAROPOULOS (Department of Physics, University of Ioannina, MNRAS 000, 1–9 (2022)) bestätigt 2022, dass das Dinosaurier-Aussterben durchaus die Folge einer Gravitationserhöhung sein könnte. Möglicherweise bestanden z.B. die vor ca. 80 Millionen Jahren von Ast zu Ast springenden knapp 50g schweren Mausmakis – Vorfahren der Primaten und somit auch der Menschen – aus mehr Fraktalen, welche zu einer grösseren Gravitation passten und wodurch sie die 66 Millionen Jahresgrenze überlebten. Mausmakis hatten bereits Hände mit vier Fingern plus Daumen, menschenähnliche Ohren sowie Balance-Fähigkeit und es ist denkbar, dass eine vererbte Gravitationsanpassungsfähigkeit den Menschen so formt, dass wir eine Art Gravitationsschatten an uns erkennen können (Abb. II).



Abbildung II: Strukturelle Gravitationstheorie. Da Asteroiden nur auf die Erde fallen und nicht von dieser weggeschleudert werden, muss von einer Massenzunahme der Erde bzw. ihrer Gravitation ausgegangen werden. Spezies, deren Stützstrukturen sich an die sie permanent umgebende Gravitation anpassen können, haben einen evolutionären Vorteil. Es ist denkbar, dass die DNA eine Art "Gravitationsschatten" im Knorpelgewebe speichert, welchen wir in uns erkennen können.

Weshalb ist das gefundene Resultat für die Anthropologen von Bedeutung?

Dass es eine Koinzidenz zwischen der Gesichtsgeometrie und den Zahnbreiten geben könnte, wurde schon lange vermutet, jedoch noch nie mit einer verblindeten Methodik an lebenden Menschen bestätigt. Nun lassen sich anhand von Zahnbreitenmusteränderungen Rückschlüsse auf Ernährungsgewohnheiten und Gesichtsveränderungen in Bezug auf Bevölkerungsgruppen machen (**Abb. IV**).

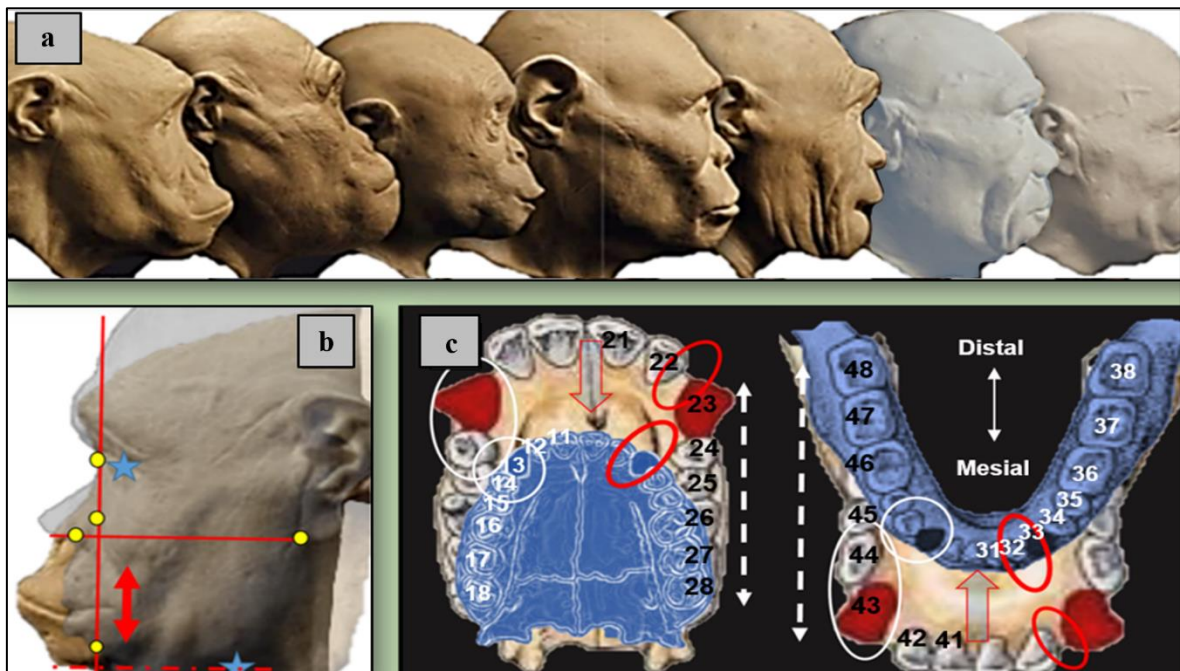


Abbildung IV: Anthropologische Bedeutung. Die schematische Zeichnung illustriert eine plausible Erklärung, weshalb die Zahnbreiten im Unterkiefer stärker variieren als im Oberkiefer. Der Oberkiefer ist stärker in seine Umgebung eingebettet als der Unterkiefer und wird daher weniger von epigenetischen Ernährungsgewohnheiten beeinflusst als der Unterkiefer, welcher durch die Kaumuskelatur gehalten wird.

Welchen Nutzen hat repräsentative Mathematik z.B. für die Humanmedizin?

Sämtliche funktionell gesund in einem Organismus integrierten lebenden Organe haben primär exponentielles Wachstum und konvergieren genetisch gesteuert mit einer mathematisch durch z.B. die Zeta-Funktion repräsentierbaren Geschwindigkeit gegen einen strukturellen Grenzwert. Genau dies tun bösartige Tumore eben nicht, obschon sie prinzipiell auch eine Fraktale der originalen Körperzelle sind. Wenn wir die Wachstumsgeschwindigkeit eines Tumors kennen, wissen wir mehr über seinen Charakter und finden dadurch möglicherweise die richtigen Medikamente, welche ganz spezifisch nur gerade diese eine Wachstumsgeschwindigkeit ausbremsen können. Repräsentative Mathematik könnte auch dazu benutzt werden, um das biologische Alter eines Patienten oder auch einer unbekanntenen Leiche einschätzen zu können, wenn entsprechende Normwerte vorhanden sind (**Abb. III**).

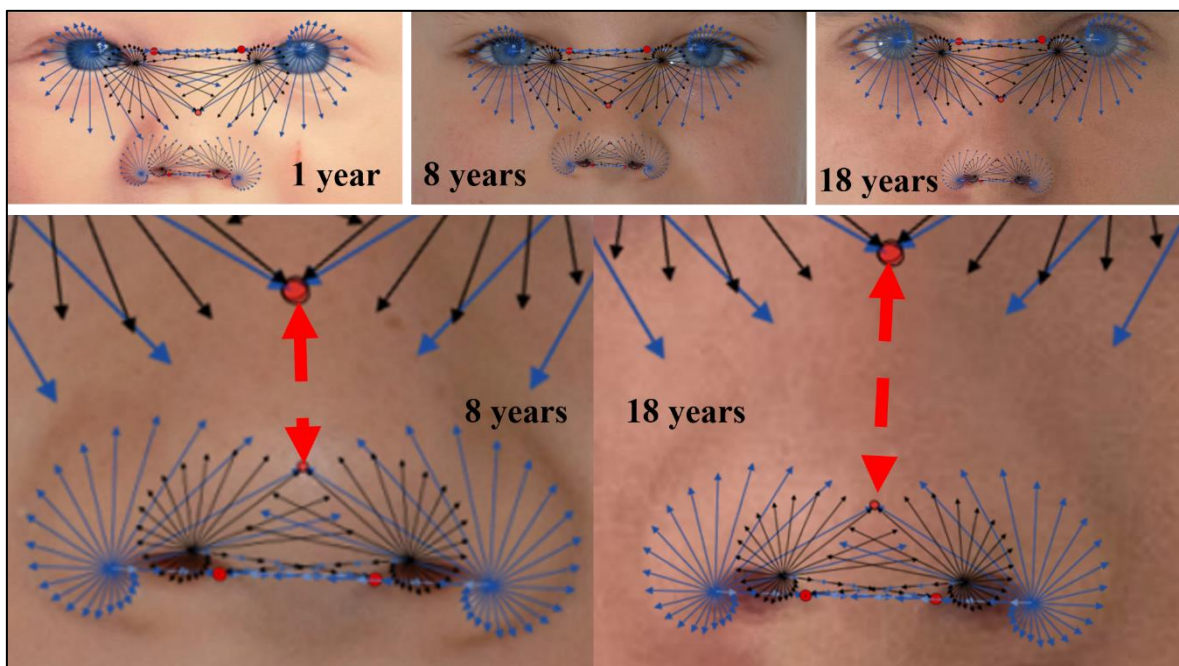


Abbildung III: Medizinischer Nutzen. Kennt man die Gesetzmäßigkeit der Wachstumsgeschwindigkeiten aller einzelnen Organe, lassen sich Medikamente erstellen, welche den Patienten zum optimalen Zeitpunkt – unterschiedliche Wachstumssituationen – abgegeben werden können. Die Struktionsspirale im Gesichtsbereich kann z.B. zum Einschätzen des Patientenalters genutzt werden, indem das vertikale Nasenwachstum beurteilt wird, welches sich lebenslang verändert.

Warum wird mein PhD nicht in einem Kieferorthopädie-Journal publiziert?

Im Verlaufe meines Wissenschaftsstudiums hatten wir rezidivierend Study-Clubs in Gegenwart von uns sechs PhD-Studenten, deren Betreuern und des Studienleiters. An einem dieser Anlässe (Januar 2020) wies ich darauf hin, dass ANGLE 1899 in der Klasse II und III die Lateralität vernachlässigt und damit einen Fehler gemacht hatte. Dies jedoch öffentlich auszusprechen ist heikel, weil sich 1907 in den USA die Kieferorthopäden darauf geeinigt hatten, dass die Angle-Klassen als Basis für die kieferorthopädische Forschung zu nutzen sei. Falls bekannt wird, dass diese einen therapielevanten Fehler enthält, dann befürchteten anerkannte Professoren, dass sie verklagt werden. Dies ist natürlich Unsinn, denn ich hatte konkret lediglich untersucht, ob sich die ZBSn bei Patienten mit einer Angle Kl. II/1 von denjenigen mit einer Angle Kl. II/2 unterscheiden und das Resultat enthüllte bei den Frauen zwei signifikante Unterschiede bei allen und den Frontzähnen ($p \leq 0,05$) (Abb. V).

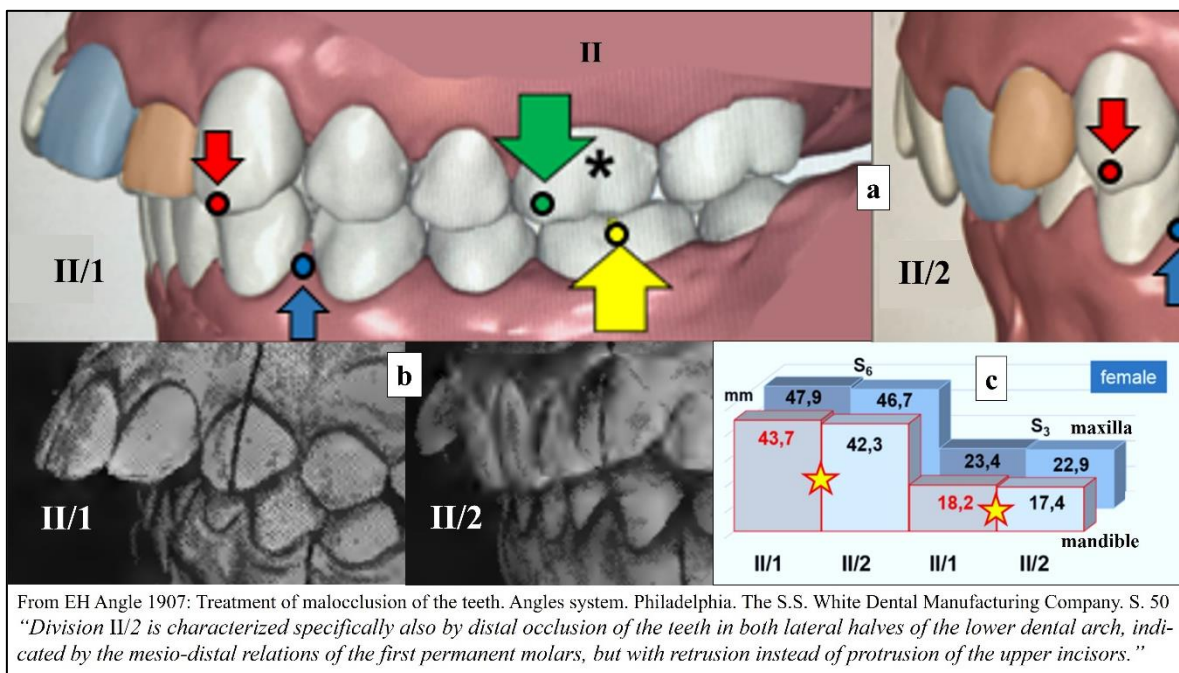


Abbildung V: Angle Klasse II/1 und II/2. (a) zeigt schematisch die drei Angle-Klassen, welche bezüglich Lateralität inkonsequent sind: Nur im Falle der Klasse II wird auf die Lateralitätsproblematik eingegangen. (b) aus EH Angle (1907) zeigt auch die schlechte Trennschärfe seiner Klassifikation.

Die einzelnen Patientenseiten wurde separat nach ihrer Einteilung untersucht die Datensätzen verblindet und an den Statistiker zur Analyse weitergeleitet. Dieser enthüllte, dass bei den weiblichen Patienten im Unterkiefer sowohl die lateralen Frontzahnbreitensummen sowie auch die Gesamtzahnbreitensummen bei der Angle Kl. II/1 im Durchschnitt um rund 1,5 mm größer sind als in der Kl. II/2.

Obschon ich bei meiner Dissertation darauf geachtet habe, keine Provokationen bezüglich kieferorthopädischer Diagnostik hervorzurufen, ist es unmöglich, meine Arbeit regulär in einem kieferorthopädischen Journal zu publizieren, wie z.B. eine E-Mail mit Professor Eliades – Professor für Kieferorthopädie der Universität Zürich – belegt (**Abb. VI**), weil es keinen gleichrangigen Begutachter – Peer Reviewer – gibt, welcher die Arbeit von E.H. Angle (1899) diskreditieren möchte. An den Universitäten wird klinische kieferorthopädische Diagnostik völlig vernachlässigt, weil es als Professor einfacher ist die Wahrheit zu verschweigen, als sie zu vertreten.

Von: Eliades Theodore
Gesendet: Montag, 1. November 2021 07:25
An: Martin vom Brocke
Betreff: RE: Prof. Bockstein can't help me

Dear Dr. vom Brocke

I am sorry that this did not work-perhaps you should take the advise of F. Bookstein.

Hiring you at UZH has the following drawbacks: first it does not solve the problem of finding a source to validate the work through publication in a peer review journal. Second it is outside of the scope of our research activity and interest and won't contribute anything to our undergraduate or postgraduate program-at this stage sat least where your work remains as unpublished data. Also SNF-funded positions is not as easy as you think and in the past there has never been a case at ZZM that we hosted an SNF-paid staff member. And at any rate we cannot employ somebody without a salary.

I still believe that you should seek: a. publication in a relevant (anatomy, orthodontic) journal through the collaboration with your advisors of your doctoral degree thesis; b. write to the suggested source by Prof. Bookstein.

Best wishes and good luck in your efforts

TE

Abbildung VI: *Korrespondenz mit Professor Eliades.*

Ich bot Professor Eliades an, ohne Lohn zu arbeiten, weil angeblich die Universität vor hat, Gelder zu kürzen und er mir u.a. auch deshalb keine Stelle anbieten könne. Er riet mir wegen der "nötigen" Finanzierung den Schweizerischen Nationalfonds [SNF] zu aktivieren. Daraufhin telefonierte ich mit Dr. C. Meier vom SNF. Er meinte, erst müsste ich eine 50% Stelle an der Universität Zürich bekommen, bevor sie eine Unterstützung in Erwägung ziehen. Dies bedeutet, dass obschon meine Forschung, eine röntgenfreie Erst-Diagnostik ermöglicht und ein ethisches Dilemma zum orthodontischen Retainer löst, wird sie aus veralteten administrativen Gründen nicht gefördert. So muss ich nun selber ein Zentrum für dento-faziale Diagnostik "finden", bei welchem die Patienten günstig eine Zweitmeinung einholen können und gleichzeitig ihre Daten für entsprechende Publikationen zur Verfügung stellen. Doch wer finanziert die hierfür nötigen Apparaturen und Räumlichkeiten? Der SNF?

Welches ethische Dilemma bringt der fixe orthodontische Retainer mit sich?

Es benötigt keine Studie, sondern nur plausibles Denken, um zu verstehen, dass es heute – im Zeitalter von Corona – kaum noch ethisch vertretbar ist, nach dem Auflösen eines Unterkiefer-Frontzahn-Engstandes einen fixen orthodontischen Retainer einzugliedern. Dieser Retainer ist wie bereits erwähnt ein Fremdkörper im Mund, welcher sich nur mit professioneller Hilfe von Zahnstein befreien lässt. Neu kommt seit 2018 hinzu, dass sich in diesem Zahnstein – Zahnstein kann sich innert zwei Wochen neu bilden – nicht nur lebende Bakterien verstecken können, welche für Antikörper unerreichbar sind, sondern sich mit Sicherheit auch die 1000 Mal kleineren und potentiell tödlichen Coronaviren einnisten können. Haben sich diese dort einmal eingeknistert, schaden sie einem immunstarken Jugendlichen nicht weiter auffällig, können jedoch jederzeit über die Tröpfchen in der Aussprache ältere Verwandte erreichen und diesen einen erheblichen Schaden zufügen (Abb. VII).

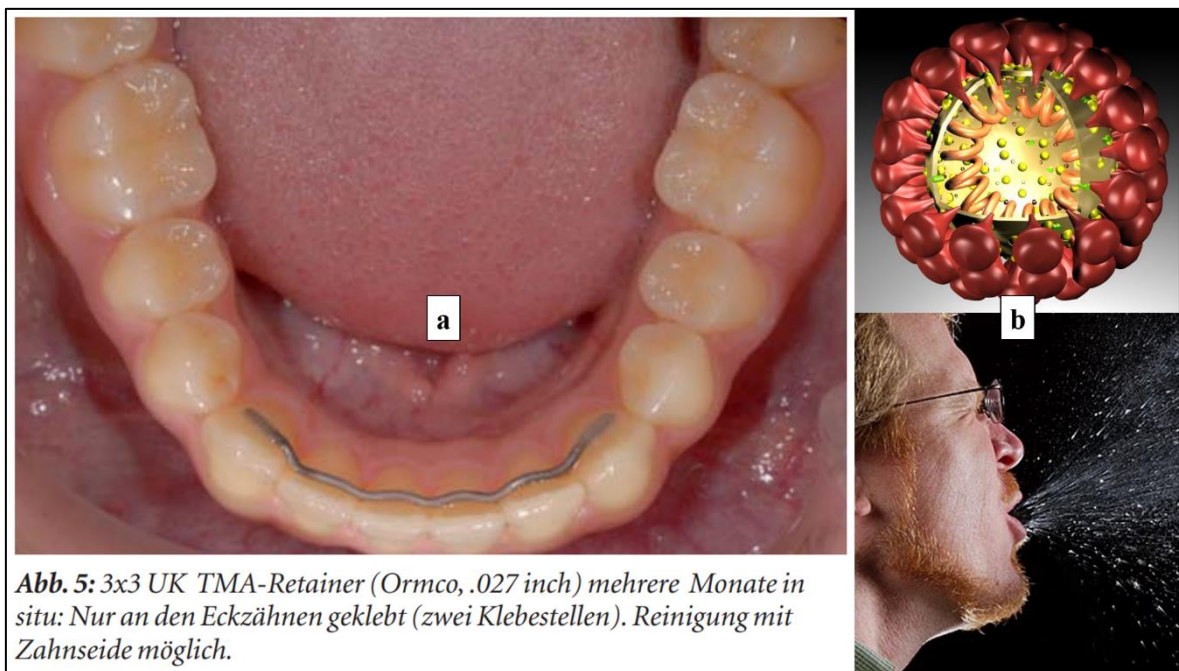


Abb. 5: 3x3 UK TMA-Retainer (Ormco, .027 inch) mehrere Monate in situ: Nur an den Eckzähnen geklebt (zwei Klebestellen). Reinigung mit Zahnseide möglich.

Abbildung VII: Fixe orthodontische Retainer: Die aus der Publikation von R. Meyer (*Fixe orthodontische Retainer – eine tickende Zeitbombe?* DENTAL TRIBUNE Swiss edition. 11:2021) stammende Abbildung (a) zeigt einen fixen orthodontischen Retainer. Die Abbildung (b) aus Wikipedia zeigt den Zusammenhang zwischen Tröpfcheninfektion durch aus der Mundhöhle stammende Covid-Viren.

R. Meyer publizierte 2012 (Abb. VI), dass sich bei nur auf den Eckzähnen befestigten Retainern die Zähne mittels Zahnseide reinigen lassen. Typisch ist auch hier, dass der Kieferorthopäde verschweigt, dass der Retainer selber eben nicht mit Zahnseide gereinigt werden kann. Lieber SNF: Dieses Verschweigen signalisiert **Hilflosigkeit**.

Warum sollte die Kieferorthopädie schon seit Langem unterstützt werden?

Diese Frage beantwortet ich zwei Mal 2016 (Struktur, ISBN 978-3-945127-08-7; Zahnorthopädie ISBN 978-3-945127-11-7) oder 2021 SCHUEZ I. und ALT K.W. (Leonardo da Vinci and dental anatomy; J. for Anatomie) mit den Worten: „Auch Leonardo da Vinci erkannte den Zusammenhang zwischen Form, Funktion und Festigkeit der Zähne. Wäre Leonardo da Vincis Anatomie-Lehrbuch wie geplant veröffentlicht worden, wäre seine Bedeutung für die Zahnmedizin wahrscheinlich nicht übersehen worden“. So schrieb Leonardo da Vinci 1489 unter anderem zu einer Skizze eines zerlegten Schädels (RCIN 919058v): „Der Hohlraum der Augen, der Wangen-knochen, der Nase sowie des Mundes sind gleich tief und enden in einer senkrechten Linie unterhalb des gesunden Menschenverstandes“ (Abb. VIII).

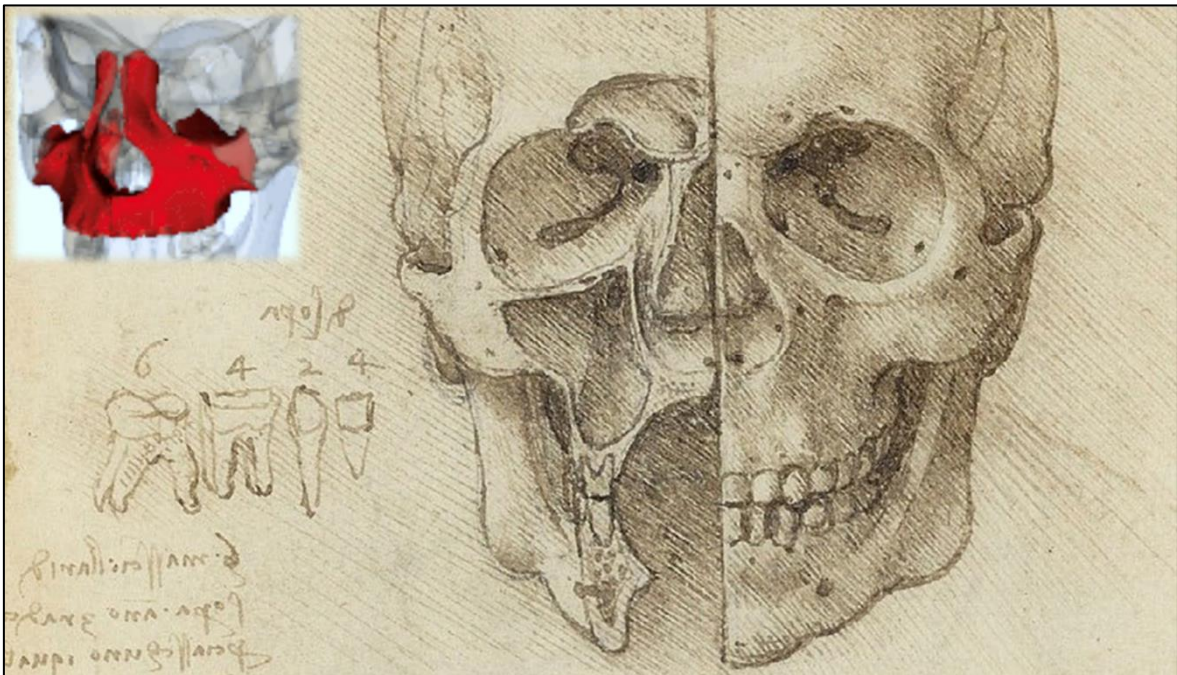


Abbildung VIII: *Der zerlegte Schädel:* Leonardo da Vincis Abbildung – hier farblich ergänzt – zeigt, wie er den Oberkiefer durch die ihn umgebenden Hohlräume beschrieb und eine morphologische Orthogonalität zum ersten Prämolaren sowie numerische Zahnbreitenverhältnisse erkannte hatte.

Die Abbildung VIII erlaubt die Interpretation, dass L. da Vinci dem Oberkiefer eine zentrale Bedeutung zukommen liess und in ihm eine diagnostische Basis für orthogonal stehende Zähne sah. Dies widerspricht dem, was E.H. Angle 1906 publizierte. Er proklamierte, dass der erste obere Molar die diagnostische Basis für orthogonal stehende Kiefer sei. Seither beruht die Zweckverfolgung der Kieferorthopädie auf dessen Trival-Behauptung, weil es keine Konkurrenz-Einteilung gibt, welche auf einer echten weitergehenden naturwissenschaftlichen Theorie beruht.

Wer hilft mit, eine Schwester-Gesellschaft zur Kieferorthopädie zu bilden?

Wir, Dr. sc. nat. ETH Peter Wildhaber und ich gründen mit diesem Buch eine einfache personenbezogene Schwester-Gesellschaft zu derjenigen der Kieferorthopäden, deren eingebrachtes Kapital persönliche Fähigkeiten, Beiträge in Form von Vorträgen oder einfach Geselligkeit zum Gemeinschaftserhalt sind. Unser Firmesitz ist in der "neutralen" Schweiz zu Hause, ihr Name lautet *Dental Orthopedic Community* [DOC], ihr Logo ist der Schmetterling im Zahn und ihre wissenschaftliche Basis beruht auf der Erkenntnis, dass die Gravitation dank 4D-Clusterung und lateralisiertem Funktionsausgleich harmonisches Wachstum (ζ_4) ermöglicht (Abb. IX).

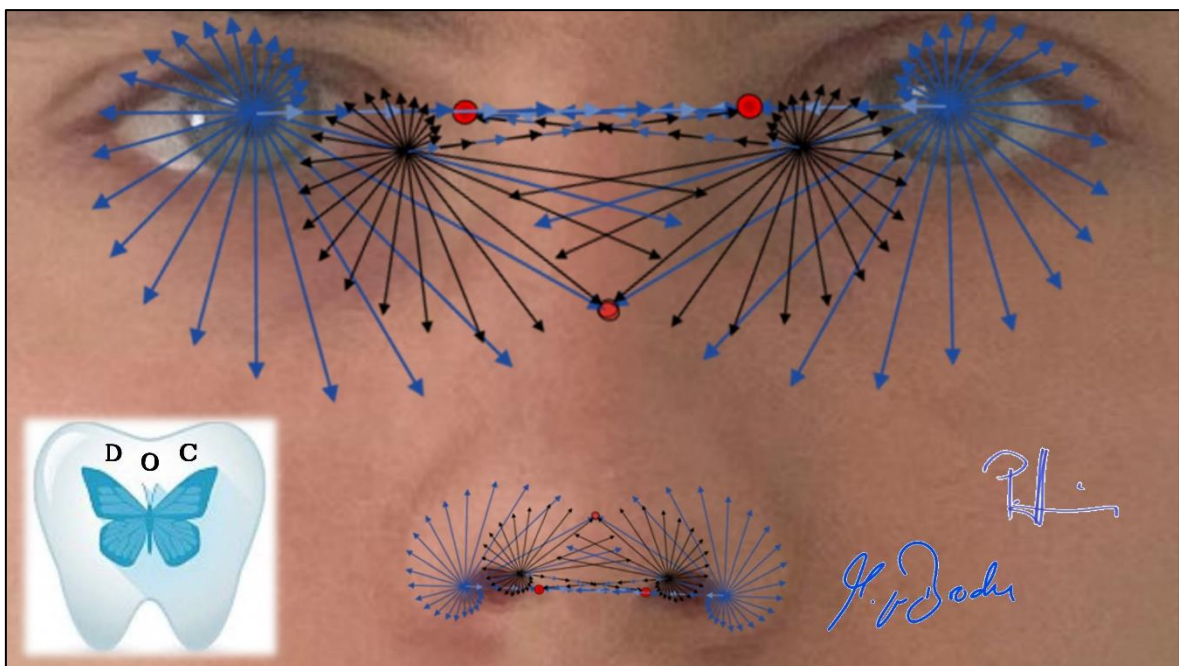


Abbildung IX: $\zeta_{4(n=24)}^{24}$ als wissenschaftliche Basis der Gesellschaft für Zahnorthopädie. Hier wird zum Bsp. die Struktionsspirale zum Einschätzen der vertikalen Oberkieferentwicklung genutzt.

Wir verfolgen das Ziel (Zweck) ein internationales Journal für Zahnorthopädie mit wissenschaftlichen Originalartikeln zu dento-fazialer Diagnostik in Bezug zur wissenschaftlichen Basis der strukturellen Gravitationstheorie (ISBN: 978-3-945127-37-7) und der Gesichts-Diskriminationsebene D als Referenz herauszubringen. In diesem sollten randomisierte kephalometrische Vergleichsstudien [RCT] aber auch zahnorthopädische Fallvorstellungen publiziert bzw. diskutiert werden können, wobei es keine Rolle spielt, wo diese gemacht wurden, sondern wie diese gemacht wurden: Reproduzierbare Methodik. Die Artikel durchlaufen ein Peer-Review-Verfahren, welches u.a. auch die Daten-Anonymisierung garantiert. Wenn Sie Interesse an einer Mitgliedschaft haben, dann schreiben Sie an: martin@vombrocke.ch.

Welchen Neutralbiss empfiehlt die Zahnorthopädie als Therapieziel?

Statistische Analysen zu Okklusions-Koinzidenzen in Bezug zum morphologischen Oberkiefer enthüllten, dass sich die ersten Prämolaren sehr gut eignen, um einen für alle Kiefergrößen gültigen diagnostischen Neutralbiss zu definieren (Abb. X).

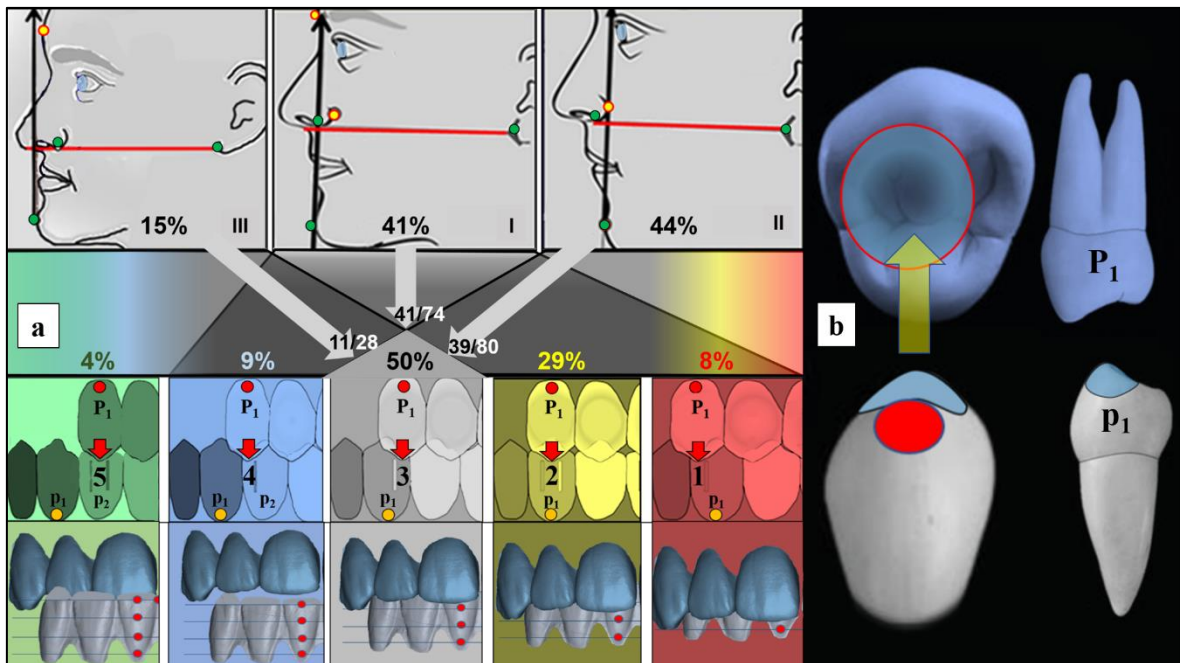


Abbildung X: Der zahnorthopädische Neutralbiss. Die Abbildung (a) zeigt, dass bei allen Kiefergrößen die unteren ersten Prämolaren [p_1] mit einer Wahrscheinlichkeit von ca. 50 % so auf die oberen ersten Prämolaren [P_1] beißen, dass eine Prämolaren Klasse 3 [= primärer wissenschaftlicher Neutralbiss in der Zahnorthopädie: Die tragende Höckerspitze von p_1 beißt auf die mesiale Okklusionsfläche von P_1] vorliegt und gleichzeitig eine Frontzahnüberdeckung im inzisalen Drittel der Frontzähne vorhanden ist. Die Abbildung (b) zeigt schematisch, dass ein wissenschaftlicher Neutralbiss und ein therapeutisch stabilisierter Neutralbiss nicht das Selbe sein müssen. Wird im Falle einer Prämolarenklasse 2 die zentrale Schmelzleiste von P_1 weggeschliffen, dann ergibt sich auch hier ein stabiler Neutralbiss im Prämolarenbereich, wenn gleichzeitig darauf geachtet wird, dass keine seitlichen Balancevorkontakte zurückbleiben. In der Prämolarenklasse 2 ist zwar dann eine etwas tiefere Frontzahnüberdeckung zu erwarten, doch stört dies nicht weiter.

Der erste Prämolare als Orientierungszahn für einen diagnostischen "Neutralbiss" hat gegenüber dem ersten Molaren den Vorteil, dass er eher als der erste Molar in seiner definitiven Position steht. E.H. Angle und die Gesellschaft der Kieferorthopäden wussten anfangs des 20sten Jahrhunderts noch nicht, dass die ersten Molaren erst nach dem Durchbruch der zweiten Prämolaren, welche nach den ersten Prämolaren durchbrechen, in ihrer definitiven Position stehen bleiben. Diese im Unterkiefer um 1 mm stärker ausgeprägte *Leeway-Reaktion* muss von den Kieferorthopäden als unbedeutend abgetan werden, weil sie sich ja nicht selbst schlecht machen können.

Unterscheiden sich die Klassenfrequenzen von Zahn- und Kieferorthopädie?

Ja, eindeutig: Dies enthüllt sich, wenn die PhDs-Modelle bzw. deren Angle Klassen und drei Prämolarklassen – beide lassen sich prinzipiell der Kieferorthopädie zuordnen – mit den Norma Klassen der Zahnorthopädie verglichen werden (**Abb. XI**).

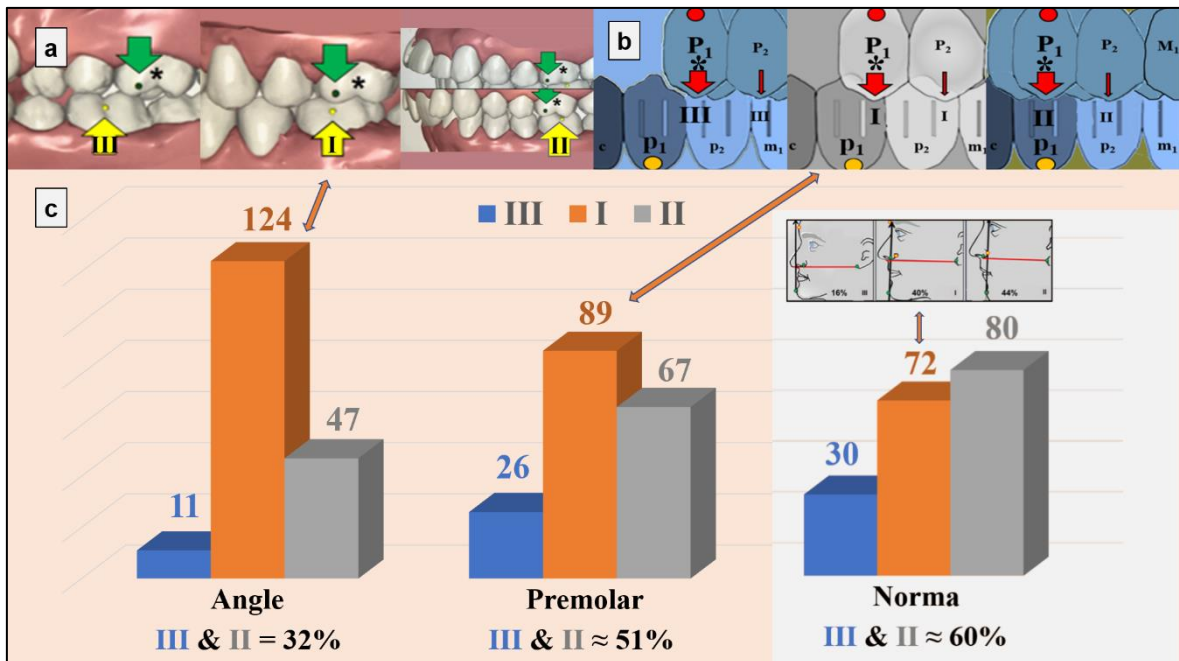


Abbildung XI: Verteilungsfrequenzen. (a) zeigt die Verteilungsfrequenzen in den drei Angle Klassen nach orthogonal fokussierter Betrachtung der bukkalen Fläche der Zähne 16 und 26. (b) zeigt die Verteilungsfrequenzen in drei Prämolarklassen nach orthogonal fokussierter Betrachtung der bukkalen Fläche der Zähne 14 und 24. Die Abbildung (c) zeigt die Verteilungsfrequenzen in den drei Norma Klassen.

Das Resultat einer klinischen Studie bildet in der Regel die Basis einer Therapie in Bezug zur gewählten Stichprobe – hier hatten alle Probanden eine Zahnfehlstellung, welche dann auch korrigiert wurde –. Die Verteilungsfrequenz der Angle-Klassen führt zu der legitimen Interpretation, dass ca. 32% aller Zahnfehlstellungen mit einer anormalen Unterkieferstellung (Kl. II oder III) koinzidieren, bzw. deswegen der Unterkiefer verschoben werden sollte. Das Resultat zu den Prämolaren führt zu der Interpretation, dass sogar bei 51% der gleichen Patienten der Unterkiefer verschoben werden sollte. Letztendlich wurde jedoch nur bei einem einzigen Patienten der Unterkiefer chirurgisch und bei allen anderen Patienten nur die Zähne verschoben. Das Resultat zur Norma Klassifikation zeigt, dass 60% aller Zahnfehlstellungen auch mit einem ungewöhnlich großen oder kleinen Unterkiefer koinzidieren, dessen Zahnbreiten signifikant stärker variieren als im Oberkiefer. Dies gestattet eine therapeutische Zahngrößenveränderung und/oder -Verschiebung: **Zahnorthopädie**.

Welche Bedeutung hat harmonisch geclustertes Wachstum – Struktion?

Im Allgemeinen wäre unser Leben ohne ein harmonisch geclustertes Wachstum syndromartig und eine strukturierte Gesellschaft wäre undenkbar (**Abb. XII**).

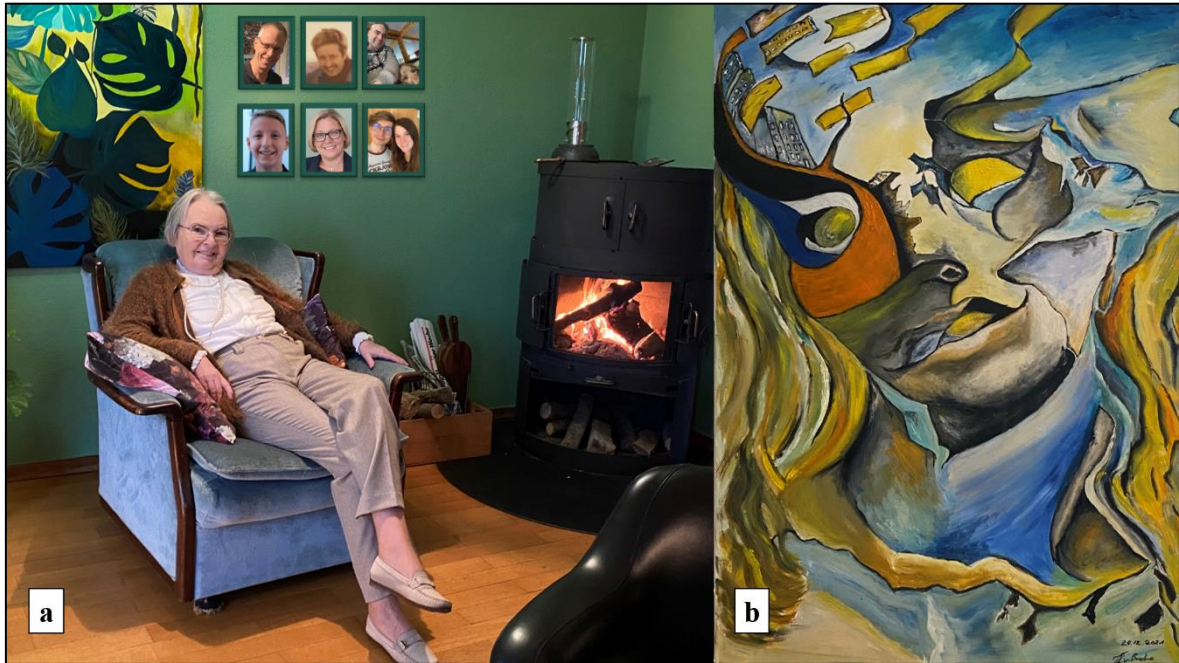


Abbildung XII: *Struktion (a) vs. Syndrom (b).* (a) zeigt meine Mutter welche den 24. Dez. 2021 genießt und (b) zeigt ein Gemälde – Syndrom –, welches mein Bruder für dieses Buch gemalt hat.

Im Speziellen zeigt sich die Bedeutung von harmonisch geclustertem Wachstum in diesem Buch, welches in den Jahren der Covid-Pandemie geschrieben wurde: Die Norma Klassifikation ist die diagnostische Basis in der Zahnorthopädie, genauso wie es die Angle-Klassifikation für die Kieferorthopädie ist. Im Gegensatz zur Kieferorthopädie kann sie jedoch Zahnbreiten-Normwerte anbieten, welche ein therapeutisches Verkleinern des unteren Frontzahn Bogens rechtlich erlaubt, was wiederum das Weglassen des fixen orthodontischen Retainers ermöglicht und dadurch den Bedarf von Zahnspangen bei Patienten mit einem Frontzahnengstand legitimiert. Sie schützt dadurch unsere Gesellschaft, weil sie mithilft, die Covid-Pandemie zu bekämpfen. Es ist ungewiss, ob der Schweizerische Nationalfonds die Zahnorthopädie fördern wird, denn in seinen Statuten steht, dass dieser nur fördert, was unsere Universitäten schon untersuchen – unser NF fördert offenbar Wahnsinn –.

Wenn auch nur ein einziger Zahnarzt wegen dieses Buches einen Retainer weglässt und deswegen eine Person, die diesem Kieferorthopädie-Patienten nahe steht, weiterlebt, hat sich mein Aufwand gelohnt, denn wie ein Zitat aus dem Talmud besagt: „*Wer ein einziges Menschenleben rettet, rettet die Welt.*“

Was sagt Prof. Dr. Theodore Eliades der UZH zu diesem Buch?

Nachdem ich am 25. 12. 2021 die Erstauflage dieses Buches Prof. Eliades (Kieferorthopäde; Uni Zürich) zugesandt hatte, erhielt ich am folgenden Tag eine Antwort, welche mir Mut macht, dass all meine Arbeit – nicht wie bei Leonardo da Vinci – in der Zahnmedizin und Medizin Beachtung erhält bzw. nicht umsonst war (Abb. XIII).

Von: Eliades Theodore
Gesendet: Sonntag, 26. Dezember 2021 07:23
An: Martin vom Brocke
Betreff: Re: E-book vom Brocke as a Christmas present to all who are interested.

Dear Dr. vom Brocke

Many thanks for the wishes and the kind gift. I hope that it receives the attention it deserves.

best wishes for a prosperous new year

T.E.

Theodore Eliades, DiplIDS, MS, Dr Med Sci, PhD, DSc, FIMMM, FRSC, FInstP, FDS RCSEd
Professor and Director,
Clinic of Orthodontics and Pediatric Dentistry
Center of Dental Medicine, University of Zurich
Plattenstrasse 11, CH-8032, Zurich
tel +41 44 634 32 10/11
theodore.eliades@zsm.uzh.ch
www.orthodontic-biomaterials.ch

From: Martin vom Brocke <martin@vombrocke.ch>
Sent: 25 December 2021 15:59:32
To: Eliades Theodore
Subject: E-book vom Brocke as a Christmas present to all who are interested.

Dear Professor Eliades,

First of all, Merry Christmas and all the best for the New Year.
I have published my work as an e-book (in German) and attached it to you as a Christmas present. I am still working on the translation into English at the moment. Please feel free to forward this to interested readers as we may be able to contribute to the containment of the covid pandemic.

The book is primarily addressed to the Swiss National Science Foundation, in the hope that I can make a difference to dentistry as a whole. We shall see.

So, all the best,

Yours sincerely

Martin vom Brocke

Abbildung XIII: Beachtung empfohlen. Prof. Eliades empfiehlt die Beachtung meiner Erstauflage.

Was kann ich gegen Covid-19 in unserer Gesellschaft tun?

Zahnspangen sind Mundhygienehindernisse und weil es sein könnte, dass sich Covid-19 Viren auch in Bakterien der Mundhöhle vermehren, sollten Kieferorthopäden angehalten werden, auf fixierte orthodontische Retainer zu verzichten. Da jedoch Kieferorthopäden dies wegen ihrer diagnostischen Referenz bislang nicht können und es bisher keine Konkurrenz-Gesellschaften gab, welche dies kann, biete ich mich seit 2021 als Ausbilder für Zahnorthopädie an, damit sich Patienten und Kollegen bei offenen Fragen an jemanden wenden können (Abb. XIV).

Bei Martin vom Brocke

Dr. Dr. med. dent. MSc.
Eidg. dipl. Zahnarzt
Seit 1. 5. 2003 mit Praxis in 7402 Bonaduz
Seit 1. 1. 2021 mit Aus- und Weiterbildungszentrum für Zahnorthopädie in Bonaduz
Auch in der Via Crusch 15.

Akademische Laufbahn:

- Geb. 25 Juli 1969 aus Gerlafingen, Schweiz
- Eidg. dipl Zahnarzt (1992-97 Universität Bern)
- Dr. med. dent (2000 Universität Bern)
- MSc. Kieferorthopädie (2009 -13 Universität Krems)
- WBA-Praxis SSO allgemeine Zahnmedizin (2010-18)
- Dr. Kieferorthopädie (PhD. 2018-21 Universität Krems)

Praxistelefon: 081 641 10 61
Notfalltelefon: 076 423 44 44
martin@vombrocke.ch

Tarif nach SSO-Taxpunkt: 1.00 - 1.08 per 1. 1. 2022

Zahnorthopädie

$S = e \cdot D^2$

Eine neue Referenz in der Orthodontie und dento-fazialen Orthopädie.

Abbildung XIV: Ein Aus- und Weiterbildungszentrum für Zahnorthopädie. Die Abbildung zeigt einen Ausschnitt aus meiner Homepage und die fünf weiteren Buchpublikationen, auf deren Datenbasis sich das Aus- und Weiterbildungszentrum für Zahnorthopädie bezieht.

Das Betreiben eines Aus- und Weiterbildungszentrums für Zahnorthopädie ist dank Online-Vorlesung (zoom®) äußerst kostengünstig und benötigt keine Unterstützung. Hingegen benötigt eine fundamentierte Zahnorthopädie ein passendes Wissenschaftszentrum. Ich besitze in Gerlafingen eine alte lehrstehende Arztpraxis, welche ich entsprechend umbauen könnte, wenn mich jemand mit 1'000'000.- sFr. unterstützt. Derjenige bekäme eine Gesellschaft zurück, welche eine echte Alternative zu derjenigen der Kieferorthopädie wäre und Therapien sowie unterschiedlichste Forschungsarbeiten durchführen könnte. Da ich jedoch keine vermögenden Investoren kenne, bleibt dies ein Wunschtraum und es bleibt nur die Hoffnung, dass das geplante *Journal für Zahnorthopädie* wenigstens im Ausland beachtet wird.

Warum wende ich mich mit meiner Zahnorthopädie an den SNF?

Auf der Frontseite der Homepage des Schweizerischen Nationalfonds stehen die vier Sätze geschrieben: „**Wir investieren in Forschende und ihre Ideen.** Der Schweizerische Nationalfonds (SNF) fördert herausragende Forschung an den Hochschulen – von der Physik über die Medizin bis zur Soziologie. **Tausende von Teams schaffen Wissen für eine bessere Zukunft aller Menschen.** Gemeinsam mit Partnern gestalten wir den Forschungsplatz Schweiz“ (Abb. XV).

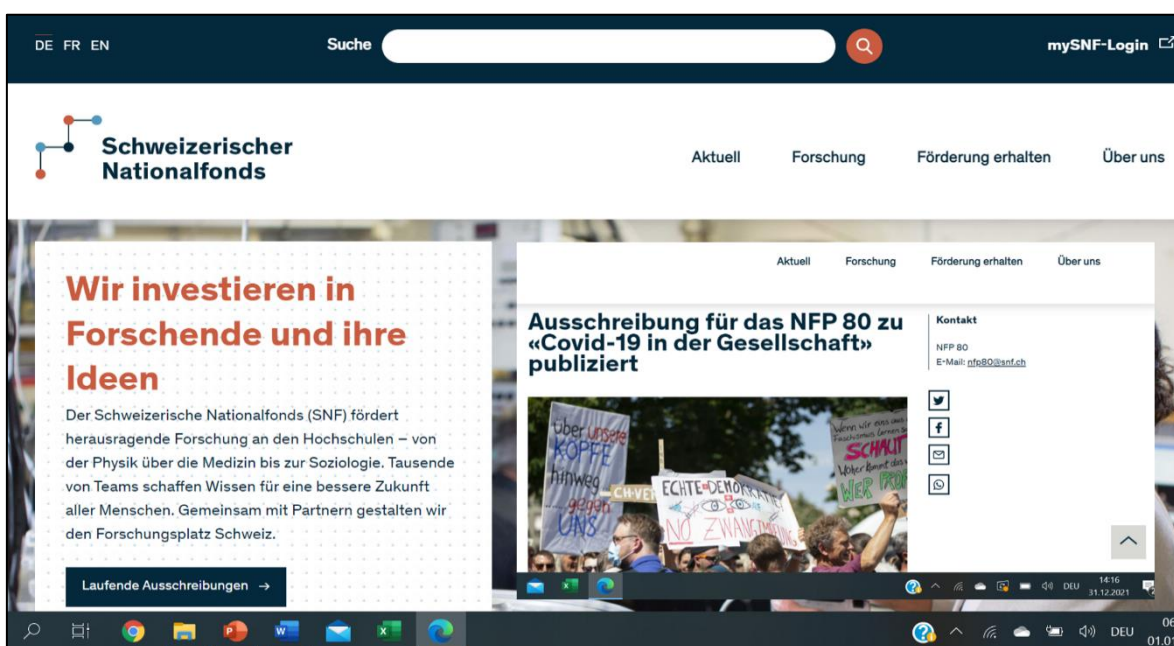


Abbildung XV: Schweizerischer Nationalfonds. HP-Frontseite & Ausschreibungsseite zu Covid-19.

Zum ersten Satz: Dass ich ein Forschender mit eigenen Ideen bin, belegen meine fünf Bücher aus den Jahren 2015 bis 2018 (s. Abbildung XIV) sowie dieses Buch.

Zum zweiten Satz: Meine philosophische Dissertation erhielt mit summa cum laude das Prädikat „herausragend“ und umfasst Physik, Medizin und Soziologie in gleichem Maße. Leider gibt es in der Schweiz keine Anlaufstelle für Einzelgänger.

Zum dritten Satz: Es gibt über zwanzig Zeitschriften für Kieferorthopädie aber keine Zeitschrift für Zahnorthopädie, und obschon ich fest davon durchdrungen bin, dass das Fördern von gleichen Untersuchungsmethoden und Hoffen auf neue Resultate genau der Definition von Wahnsinn entspricht, muss ich eine Universität finden, die mich als innovativen Mitarbeiter an einer Klinik für Kieferorthopädie anstellt.

Zum vierten Satz: Falls mich keine der Universitäten anstellt, bin ich vermutlich Schachmatt. Zumindest habe ich auf einen Fehler im System aufmerksam gemacht.

Was wäre mein Ziel zum Thema Covid-19 in der Gesellschaft?

Im Dezember 2021 wurde bekannt, dass neu auftretende, bedenkliche Covid Varianten [VOC] die SARS-CoV-2-Pandemie treiben, weil sie unter anderem eine höhere Affinität zum Angiotensin-Converting-Enzyme-2-Rezeptor [hACE2] haben und dass es wichtig sei, mehrere Modelle für eine vollständige Fitness-Charakterisierung von VOC zu verwenden (ULRICH, L., HALWE, N.J., TADDEO, A. *et al.* Enhanced fitness of SARS-CoV-2 variant of concern Alpha but not Beta. *Nature* 2021). Das Angiotensin-Converting-Enzyme-2 [ACE2] ist quasi die Körperzellen-Eintrittspforte für das Covid-Virus, wo es sich dann vermehrt und Schaden anrichtet. Da das ACE2 jedoch auch in einigen Bakterien vorkommt (WIKIPEDIA, 2022), ist es denkbar, dass sich die Covid-19 Viren auch in Bakterien der Mundhöhle vermehren, die sich wiederum geschützt vor Antikörpern im menschlichen Zahnstein befinden und vermehren können.

In Bezug zu *Covid-19 in der Gesellschaft* würde ich gerne klären, ob sich das Virus im Zahnstein von Patienten ohne einen fixen orthodontischen Retainer und/oder mit einem fixen orthodontischen Retainer versteckt (Abb. XVI).



Abbildung XVI: Meine Zielfrage. Ist Zahnstein mitverantwortlich für das Long Covid Phänomen?

Erste Nullhypothese H_0 : Covid-19 lässt sich *nicht* im Zahnstein von Patienten ohne einem fixen orthodontischen Retainer finden.

Zweite Nullhypothese H_0 : Covid-19 lässt sich *nicht* im Zahnstein von Patienten mit einem fixen orthodontischen Retainer finden.

Hilft mir die Universität Zürich, meine Zielfrage zu beantworten?

Am 3. Januar 2022 – mailte ich die 2. Auflage dieses E-Buches, an die Präsidentin des Universitätsrates Zürich Frau Dr. Steiner sowie an Prof. Dr. A. Trkola – Virologie –, Prof. Dr. T. Attin – Parodontologie – und Prof. Dr. T. Eliades – Kieferorthopädie – mit der Bitte um eine Zusammenarbeit in Bezug zur geplanten Studie (**Abb. XVII**).



Abbildung XVII: Studiendesign. Alle Probanden müssen vor der Zahnsteinentnahme bestätigen, dass sie das Gefühl haben, an keinem Corona-Symptom zu leiden. **(a)** zeigt die Situation vor und nach Entfernung von supra-gingivalem Zahnstein in der Unterkieferfrontzahnregion bei einem Patienten, der keinen fixen orthodontischen Retainer trägt. **(b)** zeigt das Prinzip des „Zahnsteinsammelns“ mittels Gürette ohne Blutkontakt. **(c)** zeigt die Situation vor und nach Entfernung von supra-gingivalem Zahnstein in der Unterkieferfrontzahnregion bei einem Patienten mit einem fixen orthodontischen Retainer. **(d)** zeigt einen Ausschnitt von der Homepage des Instituts für Medizinische Virologie und Immunologie der Universität Zürich als Beleg ihres Aufgabengebietes.

Das Einzige, was gegen die Unterstützung durch den Schweizerischen Nationalfonds spricht, ist die Tatsache, dass ich nicht an der Universität Zürich angestellt bin. Vielleicht geschieht ein Wunder und ein externer Wissenschafts-Assistent für Kieferorthopädie tritt zu meinen Gunsten für ein Jahr 50% seiner Anstellungspunkte an mich ab. Oder die Universität kreiert ein Büro für Zahnorthopädie. Oder die Universität Zürich bringt mich in irgendeiner interdisziplinären Fakultät unter, so dass ich als Koordinator dem Gesundheitssystem unterstellt bin. Bitte liebe Universität Zürich und SNF helft mir, damit ich meinem Sohn sagen kann, es wird alles gut.

Welche E-Mail habe ich hierzu an die Universität Zürich gesandt?

Die Abbildung XVIII belegt meine Bemühungen vom 3. Januar 2022, als ich per E-Mail den Universitätsrat kontaktiert habe, und dessen Antwort vom 10.1.2022. Darin schreibt dessen Präsidentin Dr. Steiner, dass sie meine Fragen zur Kieferorthopädie an die Universitätsleitung weitergeleitet habe, weil es sich um eine eher fachwissenschaftliche Angelegenheit handle (Abb. XVII).

Vom: Martin vom Brocke
Gesendet: Montag, 3. Januar 2022 05:07
An: theodore.eliaides@zm.uzh.ch, thomas.attin@ivirology.uzh.ch
Betreff: Bitte um eine Zusammenarbeit in Bezug zum SNF - Covid-19 in der Gesellschaft

Sehr geehrte Frau Professorin Trkola, geschätzte Professoren Attin und Eliaides

Ich bitte Sie um eine Zusammenarbeit mit dem Schweizerischen Nationalfonds zum Thema – Covid-19 in der Gesellschaft. Im angehängten E-Buch (mein erweiterter PhD (Zweiaufgabe)) auf den letzten vier Seiten finden alle nötigen Informationen einfach und übersichtlich skizziert und dargestellt.

Bitte helfen Sie mit dieser Pandemie in den Griff zu bekommen, indem wir gemeinsam untersuchen, ob Covid-19 im Zahntein vorhanden ist und falls ja, wie wir es kommunizieren, dass unbedingt auf den fixen orthodontischen Retainer verzichtet werden sollte. Die rechtlichen Voraussetzungen, dass der Retainer weggelassen werden kann, habe ich mit meinem PhD geschaffen (s. Anhang).

Parallel zu dieser E-Mail habe ich auch den Universitätsrat bezüglich meines Vorstoßes mit den folgenden Sätzen informiert:

Sehr geehrte Frau Steiner, Präsidentin des Universitätsrates der Universität Zürich

Ich wende mich an Sie, weil Sie das oberste Organ der Universität Zürich sind und für strategische Festlegungen zuständig sind bzw. unmittelbare Aufsicht über die Universität ausüben können, was Sie auch tun sollten, **denn Sie haben einen Systemfehler in Ihrem Gesundheitssystem**, auf welchen ich Sie hiermit untenstehend aufmerksam mache und **weil ich Ihre Hilfe benötige**.

Mein Name ist Martin vom Brocke (PhD, Dr. med. dent. MSc.) und ich wurde am 25.7.1969 geboren, bin in Gerlafingen (SO) aufgewachsen, in Solothurn ins Gymnasium gegangen, im Kanton Fribourg das Militär abverdient, in Bern fünf Jahre an der Universität gewesen und in Bonaduz (GR) mit einer eigenen Zahnarztpraxis seit 18 Jahren tätig (www.vombrocke.ch). Damit will ich sagen, ich bin ein sehr erfahrener Praktiker und würde niemals die Universität kritisieren, wenn ich nicht auch einen Lösungsvorschlag hätte.

Kritik: Seit 2008 mache ich immer wieder die Gesellschaft für Kieferorthopädie darauf aufmerksam, dass sie von ihrer vor 120 Jahre aufgestellten diagnostischen Referenz wegkommen sollten, weil sie zu viel Unglück bei Patienten und auch Kollegen führt. Seit E.H. Angle 1899 in einer Trivialbehauptung (sie enthält keine fundamentale naturwissenschaftliche Theorie) festgelegt hat, dass der erste obere Backenzahn als Referenz zu nutzen sei, um den Unterkiefer nach diesem auszurichten, hat sich eine Zahnmedizinische Disziplin entwickelt, welche sämtliche Innovation unterdrückt, damit die Gesellschaft für Kieferorthopädie nicht als wahrscheinlich entlarvt wird. Obschon sie nie ihre Referenz als Methodik ändert, hofft sie dennoch bei Forschungsarbeiten andere Resultate zu enthüllen. Prof. Dr. Eliades der UZH und seine Kollegen tun dies nicht mit Absicht, sondern können nicht anders, weil alle Lehrbücher etc. so ausgerichtet sind. Sie wollen nicht von ihrer Gemeinschaft ausgestoßen werden.

Lösungsvorschlag: Im Anhang finden Sie die zweite Auflage meines sechsten Buches (eine Erweiterung meiner philosophischen Dissertation im Fach „Kieferorthopädie“; sie erhielt Summa cum laude), deren Hauptbeschreibung der Verlag wie folgt festhält (www.buchhandel.de/buch/Die-Norma-Klassifikation-zur-Unterferrezeeise-073441272333): Die Norma-Klassifikation ist die diagnostische Basis in der Zahnorthopädie, genauso wie es die Angle-Klassifikation für die Kieferorthopädie ist. Im Gegensatz zur Kieferorthopädie kann sie jedoch Zahnweiten-Normwerte anbieten, welche ein therapeutisches Verkleinern des unteren Frontzahnbogens rechtlich erlaubt, was wiederum das Weglassen des fixen orthodontischen Retainers ermöglicht und dadurch den Bedarf von Zahnsparren bei Patienten mit Unterkieferfrontzahngingstand legitimiert. Sie berichtet dadurch die Kieferorthopädie, Zahnmedizin und Medizin, weil sie mithilft, die Covid-Pandemie zu bekämpfen.

Der Verlag hat auch deshalb diese Aussage gewählt, weil ich mich beim Schweizerischen Nationalfonds (SNF) für ein Forschungsprojekt in Zusammenhang mit Covid-19 in unserer Gesellschaft bewerben möchte (Abgabeschluss 24.1.2022) und hierfür die Zusammenarbeit mit der Universität Zürich benötigt: Lesen Sie hierzu zumindest die letzten 4 Seiten des angehängten E-Buches.

Dieses E-Buch ist so geschrieben, dass ein Leser mit Maturitätsabschluss den Inhalt weitgehend versteht. Bitte melden Sie sich so rasch als möglich bei mir (076 423 44 44) für ein Gespräch. Ich bin sicher, dass die Universität Zürich davon profitieren kann.

Sollte ich in den nächsten 10 Tagen nichts von Ihnen hören, muss ich mir wegen dem Abgabetermin beim SNF überlegen, diese E-Mail auch an nicht universitäre Einrichtungen zu versenden, weil die Zukunft meines Sohnes durch die Covid-19 Pandemie bedroht ist und ich alles in meiner Macht tun muss, um diese zu beenden.

Ich bin morgen den ganzen Tag erreichbar und ruckzuck in Zürich für ein Gespräch oder einen Vortrag bereit. Habe hierfür bis zum 9. Januar noch freie Tage für Sie reserviert.

Mit freundlichen Grüßen Martin vom Brocke

Universität Zürich (UZH) | Kieferorthopädie
Sehr geehrter Herr vom Brocke
Ihre E-Mail vom 3. Januar 2022 an das Alumniat der Universität, mit der Sie einige Fragen zur Kieferorthopädie als zahnmedizinische Disziplin aufwerfen, habe ich zur Kenntnis genommen. Da es theoretisch weniger um eine ausserfachliche denn eine fachwissenschaftliche Angelegenheit geht, habe ich Ihre E-Mail an die Universitätsleitung zur Bearbeitung weitergeleitet.
Aus meiner Sicht ist die Angelegenheit damit erledigt.
Freundliche Grüsse
Universitätsrätin
Dr. Silvia Steiner, Regierungsrätin

Abbildung XVII: Meine E-Mail Korrespondenz mit dem Universitätsrat Zürich.

Weil ich bis zum 19.01.2022 keine Antwort von der Universitätsleitung bekommen habe, obschon es einfach ist, eine Antwort – z.B. wir bitten um etwas Geduld – zu schreiben, gehe ich davon aus, dass auch dieses Mal mein “Alleingang” als unwichtig angesehen wird. Die letzten zwölf Jahre haben mir gezeigt, dass es sehr einfach ist, jemanden durch Tot-Schweigen auszugrenzen. Denn man erhält ja als Universitätsangestellter auch seinen Lohn, wenn man nur alte Methoden überprüfen kann. Daher entschloss ich mich, meine Strategie zu ändern und den SNF hiermit zu bitten, mich beim Aufbau einer Online-Campus-Lernplattform “ZAHNORTHOPÄDIE” zu unterstützen. Denn wenn die Disziplin Zahnorthopädie bekannt wird, ist ja auch das Retainer-Problem weg. Geschichtlich betrachtet gibt es die Zahnorthopädie bereits seit *Aulus Cornelius Celsus* (* ca. 25 v. Chr.; † ca. 50 n. Chr.), welcher die Milchzahnextraktion zur Steuerung des Durchbruchs der bleibenden Zähne empfahl. 1906 hat *E.H. Angle* die Zahnorthopädie den Zahnärzten entrissen und ich hole sie zurück, damit junge Kollegen wieder in dieser Disziplin ausgebildet werden.

Wie könnte eine Online-Campus-Lernplattform aussehen?

Um als "Neueinsteiger" in die Zahnorthopädie fundiertes Verständnis entwickeln zu können, ist es für den Plattformbenutzer von entscheidender Bedeutung, zu wissen, dass die für die Zahnorthopädie verbindlichen Referenzen und das Therapieziel nicht aus einer willkürlichen Erfindung oder trivialen Behauptung hervorgegangen sind, wie dies im Falle der Kieferorthopädie durch ANGLE 1899 der Fall war, sondern das Resultat von 12 Jahren Grundlagenforschung sind, welche zur strukturellen Gravitationstheorie führten. Diese besagt prinzipiell, dass der Mensch die Spitze der Nahrungskette ist, weil sich seine anatomischen Strukturen nach Funktionen positioniert haben, welche besonders gut zur Gravitation passen (Abb. XVIII).

Campus für Zahn-Orthopädie

Referenz
& RahmenTheorie
& PraxisPublikationen
& JournalMitglieder
& ForumHome



Home





**Die Online Plattform, welche Sie hier betreten haben,
ist ein virtueller Studiums-Campus,
welcher dem Nutzer den Zugang zu einer neu definierten zahnmedizinischen Disziplin
– der Zahnorthopädie; basierend auf der strukturellen Gravitationstheorie –
ermöglicht, in dem sie die von Dr. Martin vom Brocke (PhD. Dr. med. dent. MSc.)
durch über 10 Jahre Grundlagenforschung entstandenen Referenzen & Rahmenbedingung erklärt,
theoretische Videos und praktische Kurse anbietet, eine Publikationsmöglichkeit in einem Journal zu
Verfügung stellt und für Autoren eine Mitgliedschaft in einem Diskussion-Forum ermöglicht.**

Abbildung XVIII: Online-Campus-Lernplattform. Mit der ζ_4 -Funktion als Basis zweier 24-teiliger logarithmischer Spiralen, welche in der Hausdorff-Dimension $D = \ln 2 / \ln 3$ als Struktionsspirale verknüpft werden, lässt sich veranschaulichen, wie jeweils zwei zusammenhängende Funktionen eine strukturelle Gesichtseinheit (z.B. ein Kreis mit Mittelpunkt im Bauchnabel und dem zweiten Zentrum im Mund; oder die Augen in Bezug zum Tränenkanal; oder die Ohrmuschel in Bezug zum Gehörgang; oder der Nasenflügel in Bezug zum Naseneingang) aufbauen. So lässt sich z.B. mit der Struktionsspirale der morphologische Oberkiefer – siehe Seite 33 – zum Einteilen von Unterkiefergrößen einzeichnen und die Okklusion der ersten Prämolaren als passendstes – neutralstes – Therapieziel definieren.

Könnte mir der Schweizerische Nationalfonds ev. doch helfen?

Die Online-Campus-Lernplattform benötigt vielerlei Dinge, wie z.B. Kurzvideofilme, welche sich der Nutzer gegen etwas Bezahlung ansehen kann, um die Grundlagen zur repräsentativen Mathematik, Diagnostik und Therapie erlernen zu können. Meine erste Dissertation (ISBN 978-3-945127-06-3) hat gezeigt, dass das Lernen in Form von Frage und Videoantwort – problem-based-learning – den effizientesten Erinnerungseffekt hervorruft. Grob geschätzt müssten ca. 1000 professionelle Videos produziert werden mit einem Aufwand von ca. 1 Million Franken. Weil die online Plattform weltweit erreichbar ist, wird sich eine dauerhafte Einnahmequelle ergeben und sich die Investition lohnen. Zusätzlich benötigt es ca. 0,5 Million Franken, um eine Gesichtserkennungs-App mit der Struktionsspirale (Patentkosten, Produktionskosten, Datenpoolerfassung etc..) zu entwickeln, damit ein ethisch besser vertretbares Hilfsmittel als das Fernröntgengerät zur Verfügung steht, mit welchem Syndrome von natürlichen Kiefergrößen unterschieden werden kann, weil unterschiedliche Diagnosen oft auch unterschiedliche Therapien fordern (Abb. XIX).

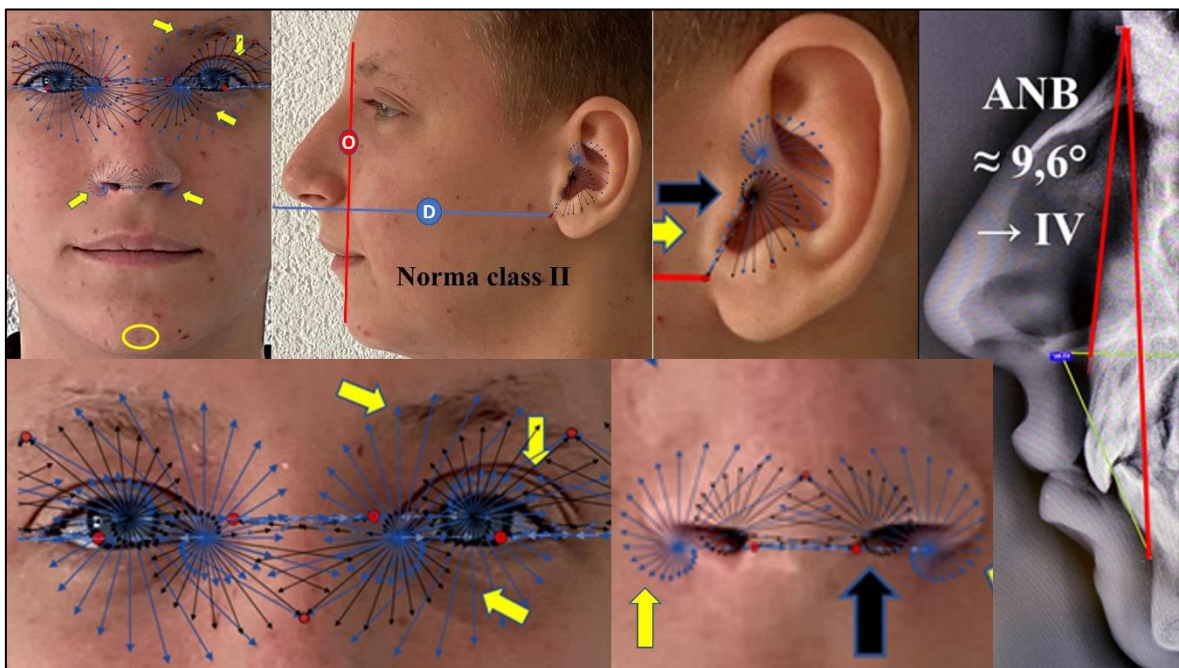


Abbildung XIX: Eine GesichtsApp zur Syndromerkennung. Die Abbildung zeigt einen 14-jährigen Patienten, welcher an einer Schmelzdentinbildungsstörung und einer Schallleitungsschwerhörigkeit leidet. Die Überlagerung mit der Struktionsspirale enthüllt zusätzlich: Zu kleine Nasenflügel, untere Ohrmuscheln und Unterkieferseiten sowie links eine Unterentwicklung der Augenbraue und des Augenlids. Das gemacht Fernröntgenbild belegt mit einem ANB-Winkel eine IV-Berechtigung, wobei es keinen Ursachenhinweis anbietet, was doch entscheidend für den Therapieplan wäre.

Alles in allem schätze ich, dass mir der SNF mit etwa 3 Millionen Fr. helfen müsste.

Wer hat beim Schweizerische Nationalfonds das Sagen?

Beim gründlichen Durchlesen aller Voraussetzungen, die erfüllt sein müssen, damit ich als Wissenschaftler eine Chance für eine finanzielle Unterstützung durch den SNF bekomme, bin ich irgendwann beim Beitragsreglement des SNF gelandet, welches in der Fassung vom 1.1.2016 im Kapitel 2, Artikel 10, Absatz 3 besagt „... *Lehrtätigkeit mindestens im Umfang von 50-Prozent-Pensum ...*“, „... *Lehrtätigkeit üblicherweise im Rahmen einer anderen Tätigkeit ... Der Forschungsrat regelt die Einzelheiten in den Ausführbestimmungen.*“ (Abb. XX).

| | |
|-------------------|---|
| 2. Kapitel | Voraussetzungen für die Gesuchstellenden und die Gesuchstellung |
| Artikel 10 | Voraussetzungen für die Gesuchstellenden |
| ¹ | Zur Gesuchstellung berechtigt sind natürliche Personen, die eine wissenschaftliche Forschungstätigkeit in der Schweiz oder mit einem engen Bezug zur Schweiz ausüben. |
| ² | Eine wissenschaftliche Forschungstätigkeit in der Schweiz oder mit einem engen Bezug zur Schweiz liegt vor, wenn die gesuchstellende Person für die Dauer des beantragten Forschungsvorhabens an einer Hochschulforschungsstätte oder an einer nichtkommerziellen Forschungsstätte ausserhalb des Hochschulbereichs mit Sitz in der Schweiz und mit mehrheitlich schweizerischer Grundfinanzierung nach schweizerischem Recht angestellt ist oder eine solche Anstellung schriftlich zugesichert ist. Der Forschungsort kann im Ausland liegen. |
| ³ | Die wissenschaftliche Forschungstätigkeit muss zusammen mit einer allfälligen wissenschaftlichen Lehrtätigkeit mindestens im Umfang eines 50-Prozent-Pensums ausgeübt werden. |
| | Forschende mit einem geringeren Pensum der wissenschaftlichen Tätigkeit sind zur Gesuchstellung zugelassen, wenn ihre wissenschaftliche Forschungs- und Lehrtätigkeit üblicherweise im Rahmen einer anderen beruflichen Tätigkeit ausgeübt wird. Der Forschungsrat regelt die Einzelheiten in den Ausführbestimmungen. |

Abbildung XX: Ein Ausschnitt aus dem Beitragsreglement des SNF.

Als Besitzer einer Weiterbildungspraxis SSO für allgemeine Zahnmedizin habe ich von 2013 bis 2018 die SSO – Schweizerische Zahnärztegesellschaft – immer wieder darauf aufmerksam gemacht, dass die Kieferorthopäden durch „Totschweigen“ innovative Forschung blockieren, um so ihr „Kartell“ zu schützen. „Kartell“ auch deswegen, weil sie praktisch die einzigen Zahnärzte sind, welche Oneshot Fernröntengeräte besitzen und somit eine IV-Abklärung durchführen können. Es hat mir nie einer vom SSO-Vorstand geantwortet. 2018 habe ich dann mein dreijähriges Wissenschafts-Studium in Österreich (Krems) begonnen, weil ich dort einen Professor für Biostatistik (Prof. W. Frank) als Betreuer für einen PhD finden konnte. Der letzte Satz zu den Richtlinien und dem Reglement des SNF lautet: „*Bei Unklarheiten empfehlen wir Ihnen, Kontakt mit der SNF Geschäftsstelle aufzunehmen.*“ Dies habe ich wegen der unklaren Gleichstellung zur Forschungsförderung getan.

Wie beantwortet der SNF die Unklarheit zur Gleichstellung von Förderung?

Am 21. Januar 2022 sandte ich die 2. verlängerte Auflage dieses Buches (ISBN: 978-3-945127-35-3) an den SNF. Ich bat dabei den SNF zu prüfen, ob ich berechtigt sei, einen Antrag zu stellen, weil mir die Ziffer 1.2 des Antragsreglements (**Abb. XX**) nicht ganz klar sei. Am 8. Februar 2022 antwortete mir die Direktorin des SNF (Frau Kalt) mit der zentralen Aussage für das Verständnis von Ziff. 1.2 AR: „.... *beim SNF antragsberechtigten Forschungsstätte angestellt* „ (**Abb. XXI**).

Erlauben Sie uns, dazu folgende Differenzierung zu erläutern, die für das Verständnis von Ziff. 1.2 AR zentral ist: Für die Gesuchstellung beim SNF ist vorausgesetzt, dass Forschende zu einem Pensum von mindestens 50% an einer **beim SNF antragsberechtigten Forschungsstätte angestellt** sind. Vom Beschäftigungsgrad zu unterscheiden ist der Anteil an wissenschaftlicher Tätigkeit (in Art. 10 Abs. 3 des Beitragsreglements definiert als wissenschaftliche Forschungstätigkeit zusammen mit einer allfälligen wissenschaftlichen Lehrtätigkeit). Bei klinisch tätigen Forschenden, Angestellten von Archiven und Museen mit Forschungszweck sowie Angestellten in Gesundheitsberufen darf der Anteil der wissenschaftlichen Tätigkeit unter 50% (bezogen auf 100% Beschäftigungsgrad) liegen. Als Beispiel ist etwa ein klinisch tätiger Forscher anzuführen, der zu 100% an einer beim SNF antragsberechtigten Gesundheitsinstitution angestellt ist. Wäre er nur im Umfang von 30% wissenschaftlich tätig, würde er gestützt auf Ziff. 1.2 AR dennoch zur Gesuchstellung zugelassen. Wäre er hingegen nur zu 40% an der antragsberechtigten Gesundheitsinstitution angestellt, würde wegen der 50%-Hürde gemäss Ziff. 1.2 (1. Satz) AR eine Gesuchstellung beim SNF zum Vornherein ausser Betracht fallen.

Vor diesem Hintergrund ist Ihre Antragsberechtigung beim SNF zu verneinen.

Wir bedauern, Ihnen keinen besseren Bescheid geben zu können, und hoffen auf Ihr Verständnis.

Freundliche Grüsse
Angelika Kalt
Schweizerischer Nationalfonds

Angelika Kalt
Direktorin
Schweizerischer Nationalfonds

Abbildung XXI: Erläuterung der Ziff. 1.2. AR durch die Direktorin Frau Angelika Kalt.

Die Antwort von Frau Kalt belegt, dass ein praktizierender Zahnarzt – selbst mit einem Weiterbildungsausweis SSO und einer Weiterbildungspraxis SSO – keine Möglichkeit hat, eine gleichberechtigte Unterstützung für wissenschaftliche Tätigkeit zu erhalten. Der Schweizerische Nationalfonds sollte sich daher korrekterweise Schweizerischer „Fonds für Antragsberechtigte“ nennen, denn das Wort „national“ bezieht sich auf alle Schweizer Institutionen und nicht auf wenige – nicht deklarierte – Institutionen. Der SNF unterstützt nur Wissenschaftler von Forschungsstätten, welche den Interessen des SNF entsprechen und nicht wie sie auf der Eingangsseite ihrer Homepage deklarieren: „*Wir investieren in Forschende und ihre Ideen*“ (s. **Abb. XV**). Ist das Weglassen von solchen Informationen zur Nutzung von nationalen Institutionen wirklich rechtskonform? Ich persönlich fühle mich verraten und alleine gelassen, denn auch die Schweizerische Zahnärztesgesellschaft SSO kann mir nach Aussage ihres Vizepräsidenten (Dr. Senn) nicht direkt weiterhelfen.

Warum kann mir die Zahnärztesgesellschaft SSO nicht direkt weiterhelfen?

Mit einer E-Mail Beglückwünschung zu meiner PhD-Arbeit macht mich Dr. Senn auch auf vier Tatsachen aufmerksam, welche mich kaum überraschen (**Abb. XXII**).

| | |
|--|--|
| Sehr geehrter Herr Kollege vom Brocke | Cc: Simon Gassmann; Haesler Jean-Philippe Gesendet: Sonntag, 6. Februar 2022 17:07 |
| Vielen Dank für die Zusendung Ihrer erfolgreichen PhD-Arbeit, zu der ich Sie ganz herzlich beglückwünsche. Ich habe Ihre Arbeit durchgesehen, wenn auch als Nichtkieferorthopäde nicht bis in alle Details, und ich zolle Ihnen meinen vollen Respekt für Ihre langjährige und aufwändige Auseinandersetzung mit einer interessanten und offenbar kontrovers diskutierten Thematik. | |
| Bei den von Ihnen aufgeworfenen Fragen und deren möglicher Antworten handelt es sich um sehr spezifische fachliche Aspekte, deren Wertung und Berücksichtigung im klinischen Alltag die Kenntnisse und Kompetenzen der SSO weit übersteigen; dafür sind die akademischen Institutionen sowie die Fachgesellschaften zuständig. Ich empfehle Ihnen, mit diesen Instanzen einen gegenseitig kollegialen und wohlwollenden fachlichen Austausch anzustreben, wie das im Wissenschaftsbetrieb üblich ist. Im Übrigen gehe ich davon aus, dass die Ihnen ein „summa cum laude“ vergebende Universität auch Unterstützung zur Implementierung Ihrer Resultate in ihren Ausbildungs- und Forschungsbereich gewähren sollte. | |
| In diesem Sinne bedaure ich, dass der SSO-ZV Ihnen nicht direkt weiterhelfen kann, ich wünsche Ihnen aber auf Ihrem wissenschaftlichen Weg weiterhin alles Gute! > | |
| Freundliche kollegiale Grüsse Christoph Senn | Dr. med. dent. Christoph Senn T 061 381 80 80 Vizepräsident SSO christoph.senn@sso.ch www.sso.ch |

Abbildung XXII: E-Mail Beglückwünschung zu meiner PhD-Arbeit durch die SSO.

Die SSO hat keine Ahnung, was Kieferorthopäden eigentlich machen und möchte sich auch aus der Angelegenheit raushalten. Sie hat, wie ich hier vermute, in Bezug zur Kieferorthopädie bereits vor vielen Jahren kapituliert. *Die SSO nimmt an, dass eine Dissertation mit Summa cum laude auch die Lehrmeinung ändert und geht davon aus, dass ich eine wissenschaftliche Laufbahn habe.* Die SSO weiß offenbar nicht, dass Professoren für Kieferorthopädie prinzipiell nur dann verpflichtet sind, die Lehrmeinung anzupassen, wenn ein Forschungsergebnis auch in einem Journal für Kieferorthopädie veröffentlicht wurde und da meine PhD-Resultate nur in einem Journal für Zahnorthopädie veröffentlicht werden können – welches es ja nicht gibt –, müssen diese Professoren das Resultat nicht weitergeben. Gäbe es einen Lehrstuhl für Zahnorthopädie, dann hätte ich eine wissenschaftliche Laufbahn und Gott ist mein Zeuge, ich würde diesen Lehrstuhl annehmen, denn ich gehöre an eine Universität und nicht in eine Zahnarztpraxis. Ich bin seit vielen Jahren sehr unglücklich und traurig, dass ich in einer Praxis arbeiten muss, weil mein geistiges Potenzial viel weitreichender ist. Wenn die Universität Zürich nicht den Mut für einen neuen Lehrstuhl aufbringt, geht viel Wissen verloren, denn die Danube Privat Universität in Krems ist für einen neuen Lehrstuhl noch zu jung (Gründung 2009).

Warum einen neuen Lehrstuhl anstelle von mehr Geld für Kieferorthopäden?

Am 14. 2. 2022 schrieb mir der Dekan von der medizinischen Fakultät, dass er mir im Auftrag der Präsidentin des Universitätsrates antworten solle (Abb. XXIII).

Zürich, 14. Februar 2022/avu

a

Antrag Forschungsansatz «Kieferorthopädie» vom 03.01.2022

Sehr geehrter Herr Dr. vom Brocke

Haben Sie vielen Dank für Ihre Korrespondenz mit der Präsidentin des Universitätsrates und dem Rektor, die mich gebeten haben, Ihnen zu antworten

Ich habe hierzu mit den Kollegen der Zahnmedizin und insbesondere der Kieferorthopädie Kontakt und mit diesen Ihr Schreiben und den darin zum Ausdruck gekommenen Forschungsansatz diskutiert. Ihr Ansatz erscheint zwar durchaus interessant, bedürfte aber sicherlich noch zusätzlicher Unterstützung und Substantiierung, bevor er beim SNF eingereicht werden könnte.

Wie Sie sicherlich wissen, ist im hochkompetitiven Umfeld der Hochschulmedizin eine starke Spezialisierung erforderlich, da wir die knappen Ressourcen leider nicht auf allen wünschenswerten Gebieten einsetzen können. Im Rahmen dieser erforderlichen Spezialisierungen liegen die von Ihnen bearbeiteten Themen leider nicht in unserem Fokus, so dass wir Ihnen zu unserem Bedauern – zumal uns auch keine adäquaten freien Stellen in Ihrem Fachgebiet zur Verfügung stehen – keine Zusammenarbeit anbieten können.

Ich danke Ihnen nochmals und verbleibe mit den besten Wünschen für Ihre persönliche und fachliche Zukunft.

Freundliche Grüsse

F. Rühli

Prof. Dr. Dr. med. Frank J. Rühli
Dekan

Universität Zürich
Medizinische Fakultät
Dekanat

Universitätsrat

b

Der Universitätsrat ist das oberste Organ der Universität. Er ist für strategische Festlegungen zuständig und übt die unmittelbare Aufsicht über die Universität aus. (Universitätsgesetz § 29)

Silvia Steiner, Präsidentin

«Die Universität Zürich ist ein Leuchtturm in der nationalen und internationalen Hochschullandschaft, auf den unser Kanton stolz sein kann. Als Präsidentin des Universitätsrats und Bildungsdirektorin setze ich mich dafür ein, den Hochschulstandort Zürich weiter zu stärken. Forschung und Wissenschaft bilden die Grundlage für Innovationen. Oder anders gesagt: Gesellschaft und Wirtschaft sind auf die Impulse der Hochschulen angewiesen, um sich weiter zu entwickeln und auf neue Fragen zeitgemässe Antworten zu finden.»

→ Kurzportrait

c

H₂O

Sinngemäß schreibt er, dass die Universität die knappen Ressourcen lieber für hochspezialisierte Spezialisten ausgibt, bei welchen die Chance besteht, dass sie einen Preis gewinnen, als für Praktiker mit einem interessanten Forschungsansatz.

Was die Fragen aufwirft: Welche Preise kann denn ein Kieferorthopäde gewinnen, wenn er nur in Journals publizieren kann, die einen Impact Factor von maximal 3 haben? Hatte er an die Präsidentin keine Briefkopie gesandt, weil ihm bewusst ist, dass die Gesellschaft und Wirtschaft auf Innovationen und nicht auf Preise angewiesen sind und dass die Präsidentin zeitgemässe Antworten erwartet (Abb. XXIII b)?

Die Kieferorthopäden kommen mir vor, wie von Durst getriebene Wüstenwanderer, denen Herr ANGLE 1899 verboten hatte, seinen erfundenen Weg zum Auffinden von Wasser zu verlassen, ohne dass er dafür einen Grund angab (Abb. XXIII c).

Der Dekan hatte zwar nicht mit mir, jedoch mit den Kieferorthopäden Kontakt aufgenommen und bestätigt in seinem Brief, dass diese das Ziel haben, Preise zu gewinnen, aber offenbar nicht Zahnärzte auszubilden, wie dies das Staatsexamen fordert. Warum haben die dann einen Lehrstuhl? Dieser ist wohl defekt. Es benötigt einen neuen Lehrstuhl, damit wir Zahnärzte auch lernen, wie man Zähne verschiebt. Bitte lieber Universitätsrat helfen Sie uns Zahnärzten und Patienten der Schweiz.