

Aus der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde

Tübingen

Abteilung Poliklinik für Kieferorthopädie

Ärztlicher Direktor: Professor Dr. Dr. G. Göz

Konsequenz von Fernröntgenseitenbildern auf die
Therapieentscheidung bei Frühbehandlungen in der
Kieferorthopädie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von

Robert Ritschel
aus
Frankfurt/Oder

2012

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Privatdozentin Dr. M. Berneburg

2. Berichterstatter: Professor Dr. G. Gómez-Román

Meiner Familie gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	7
1.1 Die kieferorthopädische Frühbehandlung	7
1.2 Röntgenkephalometrie	10
1.3 Ionisierende Strahlung	13
1.4 Ziel der Studie	16
2 Material und Methodik	17
2.1 Patientengut	17
2.2 Methodik	19
2.2.1 Aufbau	19
2.2.2 Beispielbogen eines Patienten	20
2.2.3 Fotoanalyse	22
2.2.4 OPT-Befundung	23
2.2.5 Modellanalyse	23
2.2.6 Fernröntgenanalyse	27
2.2.7 Therapieplanungsbogen	33
2.2.8 Statistische Auswertung	34
3 Ergebnisse	35
3.1 Ergebnisse nach Therapieoptionen	38
3.2 Ergebnisse nach Patienten	40
Patient 1	40
Patient 2	42
Patient 3	44
Patient 4	46
Patient 5	49
Patient 6	51
3.3 Ergebnisse nach Gruppen	53
Gruppe A	53
Gruppe B	55
Gruppe C	57

4 Diskussion	59
4.1 Patientengut	59
4.2 Methode	60
4.3 Ergebnisse	62
4.4 Schlussfolgerung	68
5 Zusammenfassung	69
6 Abbildungen und Tabellen	71
7 Literaturverzeichnis	72
8 Anhang	79
9 Danksagung	80
10 Lebenslauf	81

Abkürzungsverzeichnis

EXOK	Extraktion Oberkiefer
EXUK	Extraktion Unterkiefer
Fests.	Festsitzendes Gerät
FRS	Fernröntgenseitenbild
Heraus.	Herausnehmbares Gerät
Kombi.	Kombiniert Festsitzend/Herausnehmbares Gerät
MLV	Mandibuläre Mittenkorrektur
OPT	Orthopantomogramm
Sievert (Sv)	1 Sievert (Sv) = 1.000 Millisievert (mSv) = 1.000.000 Mikrosievert (µSv)
SNOK	Sagittale Nachentwicklung Oberkiefer
SNUK	Sagittale Nachentwicklung Unterkiefer
TNOK	Transversale Nachentwicklung Oberkiefer
TNUK	Transversale Nachentwicklung Unterkiefer
WHOK	Wachstumshemmung Oberkiefer
WHUK	Wachstumshemmung Unterkiefer
X-BISS	Überstellung des Kreuzbisses

1. Einleitung

1.1 Die kieferorthopädische Frühbehandlung

Die kieferorthopädische Prophylaxe und Frühbehandlung hat die Aufgabe, die Entstehung von ausgeprägten Anomalien und ihre Übertragung ins bleibende Gebiss zu erkennen und zu verhindern. Im Milchgebiss sind bei 30 bis 50% der Kleinkinder Dysgnathien zu beobachten [1, 2, 3] wobei nur ein geringer Teil der Anomalien erblich bedingt ist [4, 5, 6]. Nach Dausch-Neumann [7] ist das Ausmaß einer dysgnathen Gebissentwicklung neben dem Habit auch von der Frequenz, Intensität und Dauer der schlechten Gewohnheit, sowie vom Alter und Gebisszustand des Patientens abhängig. Durch orale Dyskinesien, aber auch durch den vorzeitigen Einbruch der Stützzonen durch Karies und Verlust von Milchzähnen wird die Gebissentwicklung unterbrochen und es entstehen Zahnstellungs- und Kieferanomalien. Nach Kahl-Nieke [8] hat die kieferorthopädische Frühbehandlung die Zielsetzung, die skelettale Manifestation ausgeprägter Anomalien die zur Progredienz neigen, eine Hemmung des Wachstums zur Folge haben können oder deren Behandlungserfolg zu einem späteren Zeitpunkt gravierend erschwert bzw. unmöglich erscheint, zu verhindern. Stark vergrößerte sagittale Frontzahnstufen, progene Verzahnungen, manifester Platzmangel im Zahnbogen, frontal offene Bisse und seitliche Kreuzbisse sind frühbehandlungsbedürftig [9]. Das frühzeitige Erkennen der Anomalien und ihrer Ursachen im Milchgebiss und ihre Behandlung mit entsprechenden Apparaturen begünstigt durch das Abstellen von Dyskinesien die Entwicklung einer normalen Okklusion und die physiologische Weiterentwicklung des stomatognathen Systems. Die rechtzeitige Elimination von Habits kann im besten Fall sogar zu einem Selbstaussgleich führen [10].

Für die Wahl des optimalen Zeitpunkts zur Einleitung apparativer kieferorthopädischer Maßnahmen nennt Schopf [11] einige Grundregeln:

- Das Gesichtsschädelwachstum, die mit dem Zahndurchbruch und dem Zahnwechsel einhergehenden Veränderungen sowie die im Kindesalter besonders günstige Gewebereaktion und –umformbereitschaft müssen für die Therapie optimal genutzt werden
- Die Dauer der Behandlung, d.h. die Phase der aktiven Therapie und der anschließend erforderlichen Retention soll so kurz wie möglich gehalten werden
- Die Belastung der Patienten und ihres Umfelds sollte möglichst gering sein

Als weitere wichtige Parameter führt er an:

- das dentale Alter, das heißt die Phasen des Zahnwechsels
- das skelettale Alter
- Art und Ausmaß der Dysgnathie sowie ihre Tendenz zur Verstärkung bzw. Konsolidierung
- die geistige Reife des Patienten
- die Motivation und Mitarbeit des Patienten

Die Behandlungsmaßnahmen im Milchgebiss werden in der Regel nicht vor dem 4. Lebensjahr begonnen, da erst ab diesem Alter eine Diagnostik, insbesondere die Abdrucknahme, ohne bedeutende Schwierigkeiten möglich ist und eine angemessene Kooperationsbereitschaft vonseiten des Kindes gegeben ist. Nach Jacobsen et al. [12] und Weiss und Eiser [13] kann die Motivierbarkeit des Patienten im frühkindlichen Alter nicht hoch genug eingeschätzt werden und sollte nach Möglichkeit für die Behandlung genutzt werden [14].

Jede Behandlungsplanung bei Therapiebeginn im Milchgebiss bedarf als Grundlage eine angemessene Diagnostik, die sich, nach Stellungnahme der DGKFO (Stand 2010) [8], gemeinhin auf die Anamnese, den extra- und intraoralen klinischen Befund, die Konstatierung von Funktionsstörungen wie auch einen Modellbefund begrenzen kann. Die Anfertigung und Auswertung von

Fernröntgenseitenbildern und Orthopantomogrammen gehören in diesem Alter noch nicht zur Standarddiagnostik. Diese können jedoch in Einzelfällen bei komplexer Differentialdiagnostik begründet sein.

Han et al. [15] und Bruks et al. [16] zeigten, dass allein Zahnabformungen und klinische Untersuchungen schon ausreichend adäquate Informationen zur kieferorthopädischen Therapieplanung liefern. Zusätzliche Röntgenaufnahmen würden zwar noch mehr Informationen über die Schwere der Malokklusion zur Verfügung stellen, haben jedoch nur einen minimalen Einfluss auf den Grad der Gewissheit hinsichtlich der kieferorthopädischen Therapieplanung [17, 18, 19, 20]. Stephens et al. [21] zeigten, dass trotz der Basis identischer diagnostischer Unterlagen, verschiedene Behandler zu verschiedenen Therapieplanungen kommen können. Dennoch werden in den meisten kieferorthopädischen Praxen im Rahmen der Frühbehandlungsdiagnostik neben den Zahnabformungen, den extra- und intraoralen Fotografien und den Orthopantomogrammen routinemäßig Fernröntgenseitenbilder zur Therapieplanung bei Frühbehandlungen angefertigt [22-25], obwohl das mit der Strahlenexposition verbundene, insbesondere das krebsfördernde, Gesundheitsrisiko bekannt ist [25-28] und Patienten bzw. deren Erziehungsberechtigte schon länger deswegen Bedenken geäußert haben [29-31].

1.2 Röntgenkephalometrie

Der Begriff Kephalmetrie leitet sich aus dem Griechischen von kephalé = Kopf und metrein = messen ab und bezeichnet die Vermessung von Strukturen des Kopfes.

Heutzutage wird die Kephalmetrie in der Kieferorthopädie standardmäßig per Fernröntgenseitenbildanalyse anhand von Röntgenaufnahmen, der sogenannten Röntgenkephalmetrie, durchgeführt.

Schon seit Jahrhunderten beschäftigen sich die Menschen mit der Beurteilung der Proportionen des Menschen auf der Suche nach Normen und Schönheitsidealen.

Im Hinblick auf die kraniofazialen Verhältnisse und Zusammenhänge stammt die wohl älteste dokumentierte laterale Analyse innerer Strukturen eines in der Sagittalen geschnittenen Schädels von Leonardo Da Vinci. Albrecht Dürers Analyse zur Beurteilung der Gesichtsharmonie übernimmt gewisse Aspekte Da Vincis hinsichtlich der Proportionen [32], jedoch teilte Dürer erstmals das Gesicht in Quadranten ein. Seine Analysemethode wurde später von de Coster [33] und Moorees [34] aufgegriffen und fortgeführt. Die ersten kephalometrischen Untersuchungen in der kieferorthopädischen Praxis wurden noch anhand spezieller und aufwendig abgeformter Gipsmodelle des Gesichts unternommen. Erst mit der Entdeckung der Röntgenstrahlung, Ende des 19. Jahrhunderts, ging aus der rein metrischen Kephalmetrie die Röntgenkephalmetrie hervor.

Wilhelm Conrad Röntgen beschreibt die Anfänge der Radiologie mit der Entdeckung der Röntgenstrahlung im Jahre 1895. Ende des Jahres erfolgte die erste Röntgenaufnahme an der Hand von Bertha Röntgen. Das immense diagnostische Potential der damals noch so genannten X-Strahlen wurde umgehend von der Wissenschaft erkannt und aufgegriffen [35-37]. Die Bildgebung mittels Röntgenstrahlung hat sich über die Jahre hinweg zu einem der substanziellsten diagnostischen Hilfsmittel entwickelt, welches heutzutage nicht mehr wegzudenken ist. Die erste zahnmedizinische Aufnahme, eine Bissflügelaufnahme, fertigte der Zahnarzt Dr. Otto Walkhoff 1896 bei sich selbst

an. Im Jahr 1922 wurden dann die ersten Röntgenaufnahmen zur Vermessung des seitlichen Schädels in der Norma lateralis von Pacini [38] und Carrea [2] zwecks anthropologischer Studien angefertigt. 1931 entwickelten Hofrath [39] in Deutschland und Broadbent [40, 41] in den USA nahezu zeitgleich, aber unabhängig voneinander die Fernröntgenseitenaufnahme unter standardisierten Methoden für die Kieferorthopädie. Mit Hilfe eines speziell entwickelten Stativs, dem sogenannten Kephalostaten, wurde der Kopf reproduzierbar positioniert [42], um eine größtmögliche Aussagekraft der Fernröntgenseitenbilder zu erhalten und damit wachstums und therapeutisch bedingte dentoalveoläre und skelettale Veränderungen festhalten und feststellen zu können [43, 44]. Mit der Einführung der standardisierten Röntgenaufnahmetechnik entwickelte sich im Laufe der Zeit eine Anzahl von ca. 100 kephalometrischen Analysemethoden zahlreicher Autoren, welche insgesamt über 200 Messpunkte beschreiben. Jedoch gleichen sich viele Analysen zum Teil, da nur eine limitierte Anzahl an Punkten, Winkeln und Strecken sinnvoll ist.



Abbildung 1: Darstellung eines Fernröntgenseitenbildes des Kopfes (FRS)

Das FRS-Bild ermöglicht durch eine verzerrungsarme und nahezu isometrische Darstellung die Beziehungen des Gebisses zum Schädel zweidimensional darzustellen und hilft somit zusammen mit weiteren Untersuchungsmethoden, die Diagnose zu stellen [45], den Behandlungsverlauf zu kontrollieren, das Therapieergebnis zu beurteilen und die Dauer der Retentionsphase festzulegen. Nach Rakosi [46] verschafft die Fernröntgenseitenbildanalyse Informationen über:

- Aufbau des Gesichtsschädels
- Beziehungen der Kieferbasen
- Beziehungen der Schneidezahnachsen
- Weichteilmorphologie
- Wachstumstendenz- und -richtung
- Lokalisation der Dysgnathie
- Behandlungsmöglichkeiten und -grenzen

Angaben über die Funktion oder über transversalen Verhältnisse des Gesichtsschädels können jedoch nicht getroffen werden.

1.3 Ionisierende Strahlung

Ionisierende Strahlung ist eine Energieform, die sich als elektromagnetische Welle oder als Teilchenstrom durch Raum und Materie ausbreitet [47]. Von ionisierender Strahlung ist die Rede, wenn die Energie der Strahlung so hoch ist, dass sie bei der Durchdringung von Materie an Molekülen und Atomen Ionisationsvorgänge auslöst [48]. Alle elektromagnetischen Strahlungen, die kürzwelliger als sichtbares Licht sind, haben ionisierende Eigenschaften:

γ -Strahlung, Röntgenstrahlung, UV-Strahlung

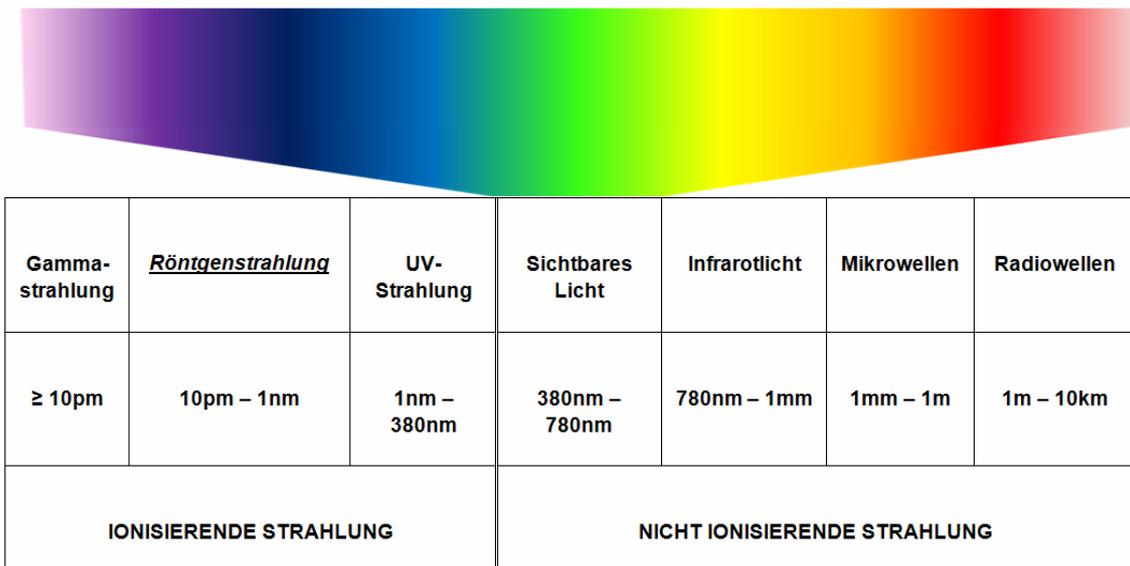


Abbildung 2: Strahlungsspektrum

Als signifikanteste Erscheinung der Wechselwirkung von ionisierender Strahlung mit Gewebe ist die Anregung von Ionisationsvorgängen zu nennen [47, 49]. Die Ionisation führt zum Aufbrechen kovalenter Bindungen im Gewebe unter Hinterlassung hochreaktiver Radikale. Den Hauptanteil der strahlenbiologischen Nebenwirkungen hat die indirekte Strahlung über die Radiolyse des intrazellulären Wassers [50]. Zwar interagieren die hierbei freigesetzten Radikale mit allen zellulären Molekülen, jedoch haben primär die irreversiblen Läsionen der DNA eine Bedeutung zur Beurteilung der strahlenbiologischen Risiken im Rahmen der Röntgendiagnostik.

Das Prinzip der Röntgendiagnostik beruht auf der Anwendung dieser ionisierenden Strahlen, die beim Durchtritt durch Gewebe einen Teil ihrer Energie durch Absorption verlieren. Bei der Untersuchung eines Patienten kann nur die absorbierte Energie der eingesetzten Strahlung biologische Strahlenschäden hervorrufen [51], wobei naturgemäß eine Röntgendiagnostik ohne Absorption von Strahlung nicht möglich ist. Aufgrund der Möglichkeit strahlenbiologischer Schäden unterliegt die Anwendung ionisierender Strahlung umfangreichen gesetzlichen Bestimmungen, durch die vor allem zum Schutze des Patienten eine Verringerung der Strahlenexposition durch Optimierung der Anwendung erfolgen soll. Diese Zielsetzung verfolgt auch die Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle in der Röntgendiagnostik [48, 50, 52]. Röntgenstrahlung darf nach §23 der Röntgenverordnung [52] unmittelbar am Menschen in Ausübung der Heilkunde oder Zahnheilkunde nur angewendet werden, wenn die dafür berechtigte Person die hierfür rechtfertigende Indikation gestellt hat. Die rechtfertigende Indikation erfordert die Feststellung, dass der gesundheitliche Nutzen der Anwendung am Menschen gegenüber dem Strahlenrisiko überwiegt [53, 54]. Die diagnostische Strahlenbelastung sollte auf ein absolutes Minimum limitiert werden [55], wobei besonders die röntgenologische Untersuchung von Kindern und Jugendlichen einer enorm restriktiven Indikationsstellung unterliegen sollte [56] und Röntgenaufnahmen nicht auf Basis einer gewissen Routine angefertigt werden sollten [54].

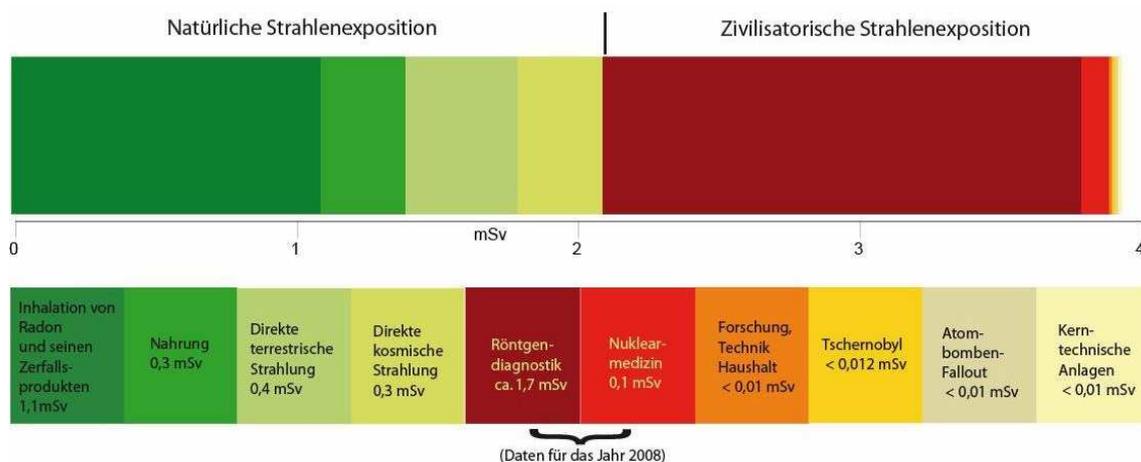


Abbildung 3: Mittlere effektive Jahresdosis durch ionisierende Strahlung im Jahr 2009 (gemittelt über die Bevölkerung) [57]

Auf den Menschen wirkt heutzutage neben der natürlichen Strahlenexposition von 2,1mSv pro Jahr auch eine zivilisatorische Strahlung aus medizinischen und technischen Anwendungen ein [58]. Was die Wichtigkeit des im Gesetz verankerten Strahlenschutzes besonders hervorhebt, ist die Tatsache, dass die Strahlenexposition durch ionisierende Strahlung oder den Einsatz radioaktiver Stoffe in den medizinischen Bereichen, wie der Röntgendiagnostik, der Nuklearmedizin oder der Strahlentherapie [51, 54], nahezu 100% der zivilisatorischen Strahlenexposition in der Bundesrepublik Deutschland pro Jahr ausmachen. Sie ist in den letzten Jahren angestiegen [58]. Die mittlere effektive Dosis der sogenannten zivilisatorischen Strahlenexposition beträgt in Deutschland circa 1,8mSv pro Jahr laut dem Bundesamt für Strahlenschutz, wobei circa 1,7mSv auf die Röntgendiagnostik und 0,1mSv auf die Nuklearmedizin entfallen [58]. Zwar ist die Strahlenexposition der einzelnen zahnmedizinischen Röntgenaufnahmen im Vergleich zu den allgemeinmedizinischen Untersuchungsmethoden geringer, jedoch ist die Anzahl dieser in der Zahnmedizin beträchtlich höher [28]. In Betracht des Anteils jugendlicher Patienten in der kieferorthopädischen Praxis wäre die Reduzierung der Strahlenbelastung von derzeit 0,4 bis 1,0 mSv Hautoberflächendosis und 0,1µSv Gonadendosis pro FRS [50] ein entscheidender Vorteil [29]. Grundsätzlich sind Gewebe umso strahlenempfindlicher, je weniger sie differenziert sind und je häufiger sich die Zellen teilen. Für die Lebenszeitriskien nach den European guidelines on radiation protection in dental radiology [25] ergibt sich damit bei der Belastung mit Röntgenstrahlen für die Altersgruppe der unter 10-Jährigen, das höchste relative Risiko mit einem Faktor von 3,0, welches damit um über 1000% größer ist als das von über 50-Jährigen. Es gibt bereits mehrere Studien, die sich mit der Gewichtung von FRS-Bildern bezogen auf die Therapieplanung beschäftigen, aber es gibt keine Studie, die sich mit solch einem jungen Patienten Klientel befasst.

1.4 Ziel der Studie

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es abzuklären, in wie weit Fernröntgenseitenbilder Einfluss auf die kieferorthopädische Therapieentscheidung bei Frühbehandlungen haben.

2 Material und Methodik

Die Studie wurde von der Ethik-Kommission an der Medizinischen Fakultät der Eberhard-Karls-Universität und am Universitätsklinikum Tübingen am 23. Mai 2011 genehmigt und trägt folgende Projektnummer: 189/2011A.

2.1 Patientengut

Zur Evaluation der Fragestellung wurden die diagnostischen Unterlagen von sechs Patienten (2 weiblich, 4 männlich) der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde der Universitätsklinik Tübingen herangezogen.

Auswahlkriterium der Patienten war die Klassifizierung einer Frühbehandlung durch Einstufung des kieferorthopädischen Behandlungsbedarfs anhand der kieferorthopädischen Indikationsgruppen (KIG) nach Beschluss des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen [56]. Als Ausschlusskriterium galten kraniofaziale Anomalien.

Die Untersuchung und Anfertigung der diagnostischen Unterlagen der Patienten erfolgte vor Beginn der späten Phase des Zahnwechsels. Der jüngste Patient war bei Behandlungsbeginn 5 Jahre und 2 Monate alt, der älteste 8 Jahre und 4 Monate. Das Durchschnittsalter lag bei 7 Jahren und 2 Monaten.

Tabelle 1: Patientübersicht

Patienten	Alter	KIG	Malokklusion	Overjet und Overbite
1. Patient (männlich)	7 Jahre 5 Monate	M4	dentale Klasse III mit skelettaler Klasse III	Overjet -1,0mm Overbite 1,0mm
2. Patient (männlich)	5 Jahre 2 Monate	M4	dentale Klasse III mit skelettaler Klasse III	Overjet -5,0mm Overbite 0,0mm
3. Patient (weiblich)	7 Jahre	P4	dentale Klasse I mit skelettaler Klasse I	Overjet 1,5mm Overbite -1,0mm
4. Patient (männlich)	7 Jahre 10 Monate	D5	dentale Klasse II mit skelettaler Klasse II	Overjet 9,5mm Overbite 4,5mm
5. Patient (männlich)	8 Jahre 4 Monate	D5	dentale Klasse II mit skelettaler Klasse II	Overjet 11,0mm Overbite 4,5mm
6. Patient (weiblich)	7 Jahre 3 Monate	O4	dentale Klasse II mit skelettaler Klasse II	Overjet 9,0mm Overbite -8,5mm

2.2 Methodik

2.2.1 Aufbau

Retrospektiv wurden von diesen sechs Patienten der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde der Universitätsklinik Tübingen Modelle, intra- und extraorale Fotos, sowie die Orthopantomogramme und Fernröntgenseitenbilder herangezogen, ausgewertet, digitalisiert, pseudonymisiert und den an der Studie teilnehmenden Kieferorthopäden als Ausdruck zugeschickt. Die Auswahl der befragten Kieferorthopäden erfolgte per Zufall aus der Liste der Kieferorthopäden auf www.gelbeseiten.de. In Anlehnung an Devereux et al. [59] erfolgte die Einteilung der Kieferorthopäden in drei Gruppen: A, B und C. Weiterführend wurden T1 als erster Zeitpunkt und T2 als zweiter Zeitpunkt definiert, wobei der Abstand zwischen T1 und T2 auf mindestens 6 Wochen festgelegt wurde. Den kieferorthopädischen Behandlern in Gruppe A werden alle Unterlagen außer den FRS, zu T1 und T2 gestellt. Gruppe B hatte zu T1 alle Unterlagen außer den FRS und zu T2 alle Unterlagen sowie auch die FRS mit entsprechender Auswertung zur Verfügung. Der Gruppe C lagen sowohl zu T1 also auch zu T2 alle Unterlagen inklusive den FRS samt Auswertungen vor. Allen Behandlern die der Teilnahme der Studie zugesagt hatten, wurden ihren Gruppen entsprechend die Unterlagen zu T1 zugeschickt. Diejenigen, die den Planungsbogen ausgefüllt zurückschickten, bekamen gemäß ihrer Gruppe den zweiten Datensatz zu T2 zugeschickt.

Es wurden 234 Kieferorthopäden um die Teilnahme an der Studie gebeten. 106 (45%) von ihnen stimmten zu, an der Studie teilzunehmen. Von diesen 106 schickten 82 (77%) den vollständig ausgefüllten Umfragebogen von T1 zurück. Von den 82, welche bei der ersten Umfragerunde erfolgreich partizipierten, sendeten 47 (57%) auch den komplett ausgefüllten Umfragebogen von T2 zurück.

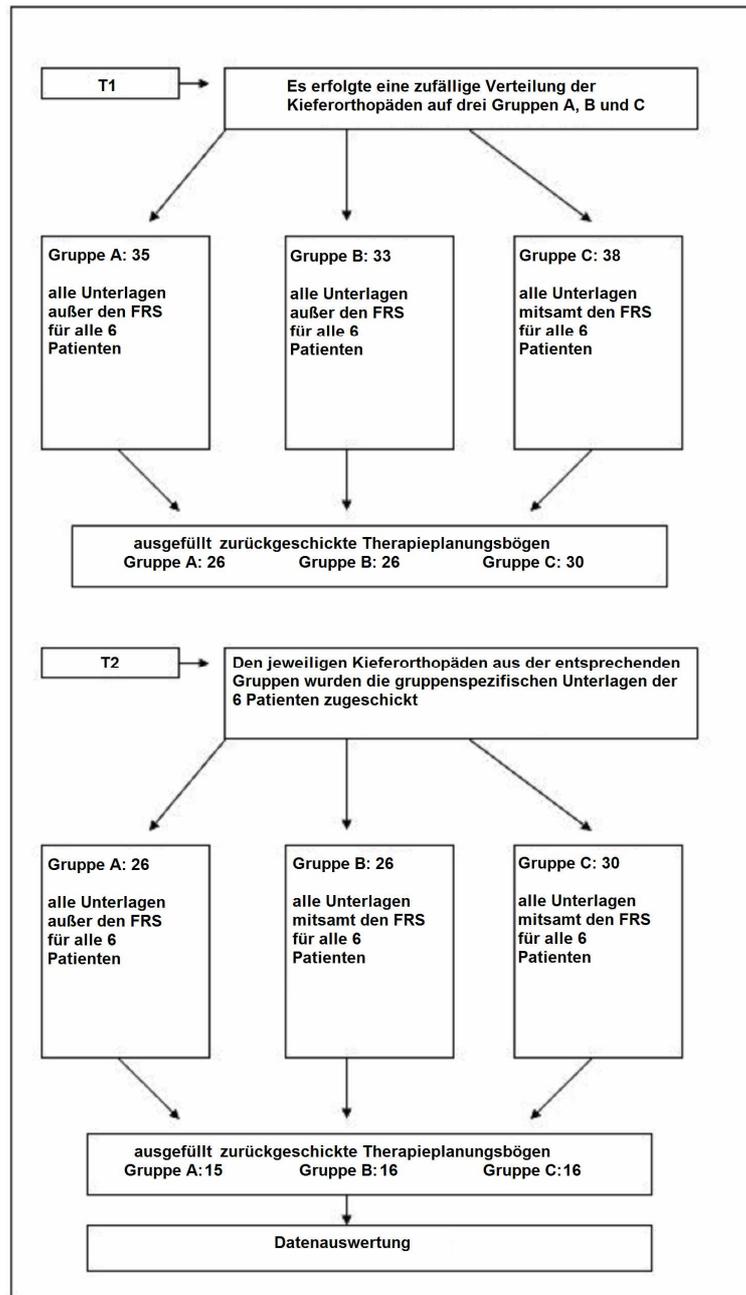


Abbildung 4: Flussdiagramm des Umfrageablaufs

2.2.2 Beispielbogen eines Patienten

Für die Darstellung der Auswertung der diagnostischen Unterlagen der sechs Patienten wurde ein eigener Diagnostikbogen entwickelt und die ermittelten Werte dort eingetragen. Die Diagnosestellung sollte damit erheblich erleichtert werden und wenig Zeit kosten. Als Beispiel ist nachfolgend der Diagnostikbogen von Patient 6 abgebildet.

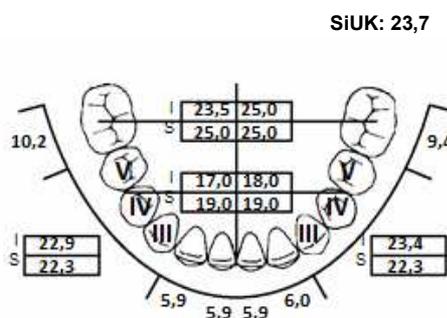
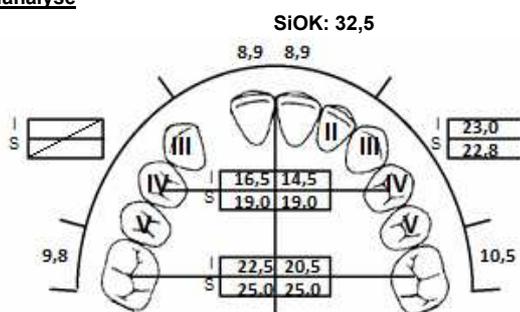
Diagnostik Patient 6 – KIG O4

Alter (bei Diagnostik): 7 Jahre 3 Monate **Geschlecht:** weiblich

- Foto**
 frontal: Gesichtsdrittellung: regelmäßig
 Ober-/ Mittel-/ **Untergesicht:** vergrößert verkleinert
 MLV zur Kiefermitte: OK ___ mm rechts / links UK ___ rechts / links
 Asymmetrien
 lateral: gerade nach vorne schief nach hinten schief
 Mittelwertgesicht Vorgesicht Rückgesicht

- OPT**
 alle bleibenden Zähne nicht sichtbar 18, 28, 38, 48 Nichtanlage:
 angelegt Persistenz:
 enge Keimlage: retiniert u. verlagert
 teilretiniert u. verlagert: Karies: 85 WF: apikale Aufhellung:
 Kiefergelenk: o.B. Befund: apikale Aufhellung:
 Kieferhöhle: o.B. Befund:

Modellanalyse



- OK**
 anterior symmetrisch asymmetrisch Schmal- Breit- Normstand
 posterior symmetrisch asymmetrisch Schmal- Breit- Normstand
 Mesioposition 26 um 2,0mm rechts: ___mm links: ___mm
 Stützzoneineinigung lückige Front Diastema mediale MLV nach re/li um ___ mm
 frontaler Dreh- und Engstand Bukkalstand Palatinalstand
 Rotation: 11 + 21 Kippung Bukkalstand Palatinalstand
 Infra- Supraposition
- UK**
 anterior symmetrisch asymmetrisch Schmal- Breit- Normstand
 posterior symmetrisch asymmetrisch Schmal- Breit- Normstand
 Mesioposition rechts: ___mm links: ___mm
 Stützzoneineinigung frontaler Dreh- und Engstand lückige Front Diastema mediale MLV nach re/li um ___ mm
 Rotation 32 + 42 Kippung 32 + 42 Bukkalstand Lingualstand
 Infra- Supraposition

Okklusion

- Bissstellung: Rechts 6er: 1/4 PB **distal** Links: 6er: 1/2 PB **distal**
 : Iller: 1/4 PB **distal** Iller: 1/2 PB **distal**
 Nach Rekonstruktion (Grünberg, Umdenken nach Schwarz) ergibt sich eine
 Angle Kl. I II III Bei einer Bisslage von 1/4 PB **distal** rechts 1/4 PB **distal** links
 Anomalie des progenen Formenkreises (echte Progenie, Pseudoprogenie, progener Zwangsbiss, Kreuzbiss)
 Overjet: 9,5mm Overbite: -8,5mm Mandi. MLV nach rechts/links um ___ mm

Kreuzbiss bei:

	63 64 65 26
	73 74 75 36

Sonstiges:

85 kariös zerstört

Abbildung 5: Diagnostikbogen für Patient 6

2.2.3 Fotoanalyse

Profilaufnahme:

Es wurden die nach A.M. Schwarz [60] definierten Bezugspunkte herangezogen:

N'	= Weichteilnasion	Tiefste Konkavität zwischen Stirn und Nase
Po	= Hautporion	Oberster Punkt des Eingangs des äußeren Gehörganges
Or	= Orbitale	Tiefster Punkt der (knöchernen) Orbita
Sn'	= Subnasale	Übergang von Oberlippe zum Nasensteg
Pog'	= Weichteilpogonion	Am weitesten vorn liegender Teil des Kinns
PO-OP	= Ohr-Augen-Ebene	Gleicht der Frankfurter Horizontalen
KPF	= Kiefer-Profil-Feld	Liegt zwischen: Orbital-Senkrechte + Nasionsenkrechte

Ausschlaggebend für die Diagnose ist die Lage von Sn' und Pog' im KPF.

Frontalaufnahme:

Die Gesichtsdrittellung und der Symmetrievergleich in der En-face-Aufnahme wurde in Anlehnung an Harzer [61] bestimmt:

Tr'	= Trichion	Stirnhaaransatz
G'	= Glabella	Übergang der Oberlippe zum Nasensteg
N'	= Hautnasion	Tiefste Konkavität zwischen Stirn und Nase
Sn'	= Subnasale	Übergang der Oberlippe zum Nasensteg
Me'	= Weichteilmenton	kaudalster Punkt des Unterkiefers
P	= Pupillen	Reflexpunkte des Blitzlichtes in den Pupillen
MSE	= Median-sagittalebene	Ebene durch Nasion und Subnasale

2.2.4 OPT-Befundung

Ein Orthopantomogramm ist eine Übersichtsaufnahme von frontal in der Zahnmedizin. Sie lässt diagnostische Aussagen über den Ober- und Unterkiefer, sowie benachbarter Strukturen zu. Dargestellt werden die Zähne, die angrenzenden Kieferbereiche, beide Kiefergelenke und die Kieferhöhlen.

2.2.5 Modellanalyse

Die Analyse der zur Verfügung stehenden Gipsmodelle erfolgte in Anlehnung an Nötzel und Schultz [62] mittels Stechzirkel, Lineal und Schmutzplatte. Folgende Parameter wurden dabei gemessen:

Schneidezahnbreiten SIOK= Breitensumme der OK-Inzisivi
SIUK= Breitensumme der UK-Inzisivi
Gemessen wurden die Breiten jedes einzelnen Schneidezahnes an der breitesten Stelle des Zahnes. Dann wurden jeweils die vier Breiten addiert.

Anteriore Zahnbogenbreite Im Oberkiefer wurde die Mitte der zentralen Querfissur der ersten bleibenden Prämolaren oder der ersten Prämolaren mit dem Stechzirkel abgegriffen.
Im Unterkiefer nahm man den Kontaktpunkt zwischen erstem und zweitem Prämolarem (4er und 5er) bzw. den Kontaktpunkt zwischen erstem und zweitem Milchmolaren
(Milch 4er und Milch 5er)

Posteriore Zahnbogenbreite Sie wurde im Oberkiefer an der zentralen Fossa des ersten bleibenden Molaren (6er) gemessen.
Im Unterkiefer wurde der Abstand zwischen den

distobukkale Höckerspitzen der ersten bleibenden Molaren (6er) gemessen.

Platzbilanz der
Stützzone

Berechnung der Sollwerte (nach Moyers):

Sollwerte OK: $SIUK \times 0,56 + 9,8$

Sollwerte UK: $SIUK \times 0,56 + 9,3$

Tatsächliche Größe der Stützzone:

Sie wurde für jeden Quadranten bestimmt und von der distalen Kante des bleibenden 2ers bis zur mesialen Kante des 6ers gemessen.

Die Messung war nicht möglich, sobald die bleibenden 2er oder 6er fehlten.

Mesioposition

Die Erhebung erfolgte mit Schmutzplatte im Ober- und Unterkiefer. Es wurde eine Senkrechte zur Raphemedianebene zum posterioren Gingivalrand des distalsten Molaren gezogen. Diese wurde auf der Gegenseite mit dem korrespondierenden Molaren auf Sagittalabstände verglichen.

Okklusionsanalyse

Sagittale
Okklusions-
abweichungen

Bezugspunkte:

OK:

- mesiobukkale Höckerspitze des 6ers
- Eckzahnspitze (Spitze des Milcheckzahnes)

UK:

- bukkale Querfissur (zwischen mesialem und medialem bukkalem Höcker) des 6ers

- Interdentalraum zwischen 3er und 4er (Milch 3er / Milch 4er)

Deutung der Verhältnisse:

Neutralokklusion: die korrespondierenden Bezugspunkte lagen übereinander

Mesialokklusion; die Bezugspunkte des Unterkiefers lagen mesial von den korrespondierenden des Oberkiefers.

Distalokklusion: die Bezugspunkte des Unterkiefers lagen distal von den korrespondierenden des Oberkiefers.

Transversale
Okklusions-
abweichungen

Kreuzbiss:

Es lag ein Kreuzbiss vor, wenn die bukkalen Höcker (Schneidekanten) des Unterkiefers weiter vestibulär standen, als die bukkalen Höcker (Schneidekanten) des Oberkiefers.

Kopfbiss:

Ein Kopfbiss war gegeben, sowie die Höcker/Kanten direkt übereinander standen.

Scherenbiss/ bukkale Nonokklusion:

Ein Scherenbiss lag vor, wenn der Zahn des Oberkiefers mit seiner gesamten Okklusionsfläche vestibulär von der Okklusionsfläche des Unterkieferzahnes lag.

Vertikale
Okklusions-
abweichung

Infrapostion:

Die Infraposition war gekennzeichnet durch das Nichterreichen der Kauebene eines Zahnes mit seiner Kaufläche.

Supraposition:

Die Supraposition war gekennzeichnet durch das Übertreten der Okklusionsebene eines Zahnes mit seiner Kaufläche.

Mittenabweichung

Die dentale Mittellinienverschiebung wurde im Ober- und Unterkiefer in mm gemessen.

Die mandibuläre Abweichung bezog sich auf eine eventuelle Schwenkung der Mandibula. Die anatomische Verschiebung der Mandibula zum Oberkiefer war ausschlaggebend.

Schneidezahn-
relation:

Die sagittale Stufe (Overjet) beschrieb den sagittalen Abstand der vestibulären Fläche der mittleren Incisivi von Oberkiefer und Unterkiefer. Bei progener Verzahnung lag ein negativer Wert vor.

Der Vertikale Überbiss (Overbite) bezog sich auf den vertikalen Abstand zwischen oberen und unteren Schneidekanten. Bei einem offenem Biss war der Wert negativ.

2.2.6 Fernröntgenanalyse

Die diagnostische Auswertung der FRS-Bilder erfolgte nach dem Einscannen dieser mittels der softwaregestützten Auswertung des Programms „fr-win®“ (Version 07.00, computer konkret AG) der Firma computer-konkret am Computer. Es wurde die entsprechend der Tübinger Auswertung leicht modifizierte Analyseemethode von Rakosi [2] verwendet.

Hierbei wurden nur die Bezugspunkte markiert. Alle Winkel und Strecken wurden vom Computer nach Markierung des letzten Bezugspunktes automatisch ermittelt und die Zahlenwerte in einer Tabelle aufgelistet.

Röntgenkephalometrische Bezugspunkte der FRS-Auswertung:

Skelettale Punkte:

N	= Nasion	Am weitesten anterior gelegener Punkt der Suturafrontonasalis (tiefste Einziehung zwischen Stirn und Nase).
S	= Sella-Punkt	Mittelpunkt der Sellaturcica
Se	= Sellaeingang	Mitte Sellaeingang
Ba	= Basion	Kaudalste Punkt am vorderen Rand des Foramen Magnum in der Medianebene
Cond	= Condylion	Senkrecht zum Ramusmandibulae konstruierter dorsocranialster Punkt des Condylus
Ar	= Articulare	Schnittpunkt der dorsalen Kontur des Collum mandibulae mit der kaudalen Kontur der Schädelbasis
Rt	= posteriorer Tangentenpunkt	Anlagepunkt einer Tangente von Ar an den Hinterrand des Ramusmandibulae

		im Bereich des Kieferwinkels
Ct	=anteriorer Tangentenpunkt	Anlagepunkt einer Tangente von Me an den Hinterrand des Ramusmandibulae im Bereich des Kieferwinkels
Go	= Gonion	Konstruierter Tangentenschnittpunkt der Linien Me-TgA und Ar-TgP
Me	= Menton	Am weitesten kaudal gelegener Punkt der Unterkiefersymphyse
Gn	= Gnathion	Vorderster, unterster Punkt des knöchernen Kinns
Pog	= Pogonion	Ventralster Punkt des knöchernen Kinns
B	= B- Punkt	Tiefster Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processusalveolaris im Unterkiefer
A	= A-Punkt	Tiefster Punkt der Einziehung im Bereich der anterioren Kontur des Processusalveolaris im Oberkiefer
SpA	= Spina nasalis anterior	Punkt an der Spitze der Spina nasalis anterior
SpP	= Spina nasalis posterior	Schnittpunkt der Fossapterygopalatina mit dem knöchernen Gaumen

Dentale Punkte:

Is₁	= Incisionsuperior	Incisale Kante der OK Inzisivi
Ap₁	= Apicalesuperior	Apicale Wurzelspitze der OK Inzisivi
Is₁	= Incision inferior	Inzisale Kante der UK Inzisivi
Ap₁	= Apicalesuperior	Apicale Wurzelspitze der UK Inzisivi
hPOcP	= hinterer Punkt des Occlusal-Planums	Distalster Berührungspunkt der letzten in Okklusion stehenden Molaren

Weichteilpunkte :

N'	= Hautnasion	Tiefste Konkavität zwischen Stirn und Nase und der Mittelpunkt zwischen der rechten und linken Pupille
No'	= Nasenspitze	Ventralster Punkt der Nase
Sn'	= Subnasale	Übergang der Oberlippe zum Nasensteg
Ss'	= Subspinale	Dorsalster Punkt der Oberlippe
Ls'	= Labralesuperius	Ventralster Punkt der Oberlippe
Sto'	= Stomion	Lippenschlußpunkt
Li'	= Labraleinferius	Ventralster Punkt der Unterlippe
Sm'	= Supramentale	Tiefste Einziehung der Kinnfalte
Pog'	= Hautpogonion	Am weitesten ventral liegender Teil des Kinns
Gn'	= Hautgnathion	Am weitesten ventrokaudal liegender Teil des Kinns

Winkel und Strecken der Fernröntgenseitenbildanalyse:

SNA	Der SNA-Winkel beschreibt die anterior-posteriore Lage des A-Punktes im Verhältnis zur Schädelbasis und damit die sagittale Relation der Maxilla zur Schädelbasis
SNB	Der SNB-Winkel beschreibt die anterior-posteriore Lage des B-Punktes im Verhältnis zur Schädelbasis und damit die sagittale Relation der Mandibula zur Schädelbasis
ANB	Der ANB-Winkel gibt die Differenz von SNA zu SNB an und beschreibt damit die sagittale Relation zwischen Maxilla und Mandibula
ANBi	Der individualisierte ANB ist ein individueller Sollwert und aus geometrischen Gründen von SNA und SNMeGo abhängig: $\text{ANBi} = - 35,16 + 0,4 (\text{SNA}) + 0,2 (\text{SNMeGo})$
ANB-Differenz	Die Differenz aus ANB und individualisiertem ANB deutet bei einem positivem Wert auf eine skelettale Klasse II und bei einem negativem Wert auf eine skelettale Klasse III hin
SNPog	Der SNPog gibt Aufschluss über die sagittale Position des Kinns
Wits Strecke	Die Wits Strecke ist definiert durch den sagittalen Abstand der Senkrechten durch den A-Punkt und den B-Punkt auf die Okklusionsebene
NSAr	Der NSAr Winkel gibt Aufschluß über die Lage der Gelenkgrube
SArGo	Der SArGo Winkel gibt einen Hinweis über den Gelenkwinkel
ArGoMe	Der ArGoMe Winkel ist der Kieferwinkel und beschreibt die Relation zwischen Ramus und Corpus mandibulae und damit die Form der Mandibula
NGoAr	Der NGoAr Winkel ist der hintere Abschnitt des Kieferwinkels und gibt in Relation zum NGoMe Winkel Aufschluss über den Wachstumstyp des Unterkiefers

- NGoMe** Der NGoMe Winkel ist der vorderer Abschnitt des Kieferwinkels und gibt in Relation zum NGoAr Winkel Aufschluss über den Wachstumstyp des Unterkiefers
- SN-MeGo** Der SN-MeGo Winkel beschreibt das Maß der Neigung des Unterkiefers in Bezug auf die vordere Schädelbasis
- NS-SpP** Der Inklinationswinkel drückt die Neigung der Maxilla im Verhältnis zur anterioren Schädelbasis aus
- SpP-MeGO** Der Basiswinkel umschreibt den Neigungsgrad der Unterkieferbasis zur Oberkieferbasis
- SpP-OcP** Der SpP-OcP Winkel steht für den Winkel zwischen der Oberkiefergrundebene und der Okklusionsebene
- MeGo-OcP** Der MeGo-OcP Winkel stellt den Winkel zwischen Unterkiefergrundebenen und der Kauebene dar
- NSGn** Die Y-Achse ist der Winkel der die Lage der Mandibula zur (y-Achse) Schädelbasis beschreibt und damit Rückschlüsse auf den Wachstumstypen aufweist
- OK1-SN** Der OK1-SN Winkel gibt die Achsenstellung der oberen Schneidezähne zur Schädelbasis wieder
- UK1-MeGo** Der UK1-MeGo Winkel schildert die Achsenstellung der unteren Schneidezähne zur Mandibula
- Interincisal-winkel** Der Interincisalwinkel ist der Winkel zwischen den Schneidezahnachsen des Ober- und Unterkiefers
- NPog –Ok1** Die NPog –Ok1 beschreibt die senkrechte Strecke von der Schneidekante der Oberkiefer Incisivi zur Linie N Pog
- NPog –Uk1** Die NPog –Ok1 beschreibt die senkrechte Strecke von der Schneidekante der Unterkiefer Incisivi zur Linie N Pog
- Esthetic-Line superior** Die Esthetic-Line superior veranschaulicht den sagittalen Abstand der Oberlippe zur Verbindungslinie von Nasenspitze und Hautpogonion

Esthetic-Line Inferior Die Esthetic-Line superior drückt den sagittalen Abstand der Unterlippe zur Verbindungslinie von Nasenspitze und Hautpogonion aus

Nasiolabialwinkel Der Nasiolabialwinkel gibt das Verhältnis von Oberlippe zur Nase an

Verhältnis Oberlippen-länge zu Unterlippenlänge Subnasale- Stomion : Stomion-Weichteil-Menton

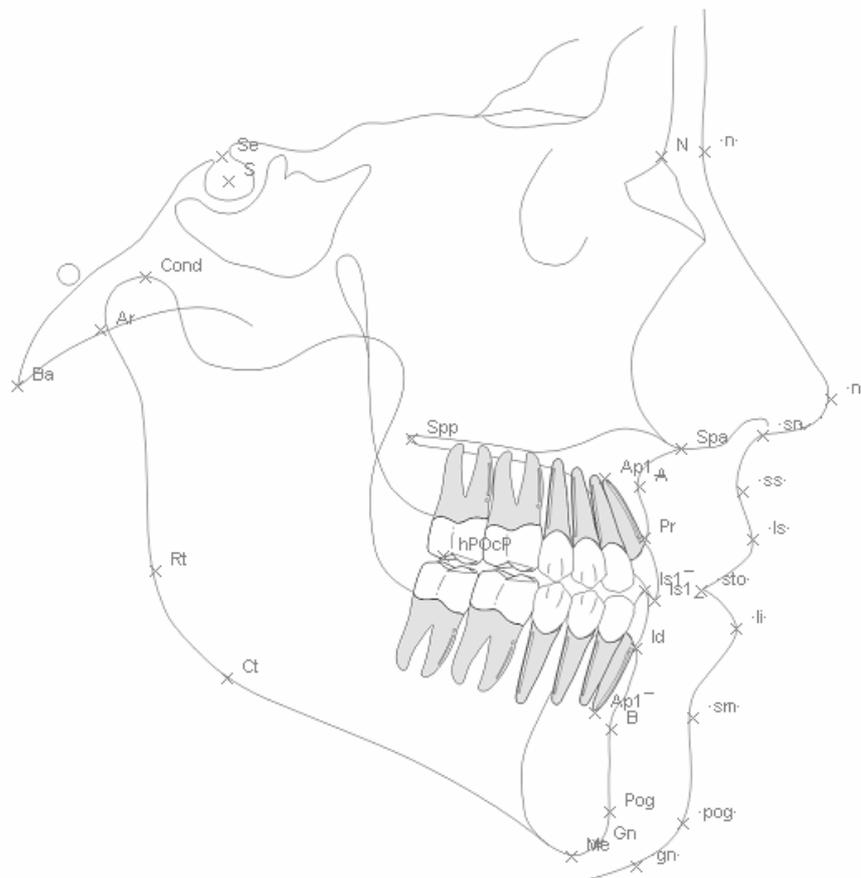


Abbildung 6: FRS mit skelettalen und dentalen Analysepunkten nach der Analyse Tübingen-I

2.2.7 Therapieplanungsbogen

Therapieplanungsbogen

Bitte zutreffendes ankreuzen:

	Sagittale Nachtentwicklung	Transversale Nachtentwicklung	Wachstums- hemmung	Extraktion	Mandibuläre Mittelenkorrektur	Überstellung des Kreuzbisses	Herausnehmbares Gerät	Feststehendes Gerät	Kombiniert Festsitzend/ Heraus- nehmbar	Hätten Sie gerne noch Zusatzinformationen über den Behandlungsplan bereitgestellt bekommen und wenn ja, welche hätten Sie als sinnvoll erachtet?
Patient 1	OK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	UK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Patient 2	OK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	UK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Patient 3	OK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	UK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Patient 4	OK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	UK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Patient 5	OK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	UK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					
Patient 6	OK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
	UK	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>					

Abbildung 7: Therapieplanungsbogen für die Erfassung der Umfragewerte

Zur Erfassung der Therapieplanungen wurde ein spezieller Umfragebogen angelegt. Dieser wurde jedem Teilnehmer der Studie zu beiden Zeitpunkten T1 und T2 mit den Daten der sechs Patienten zugeschickt, entsprechend der jeweiligen Planung ausgefüllt und zur Erfassung und Weiterverarbeitung zurückgeschickt.

2.2.8 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mittels IBM SPSS Statistics 20 (SPSS Inc. an IBM Company, Chicago, IL). An Hand des Chi-Quadrat-Test nach McNemar (für eine Vierfeldertafel) und dem Symmetrietest nach Bowker (für eine Mehrfeldertafel) wurden abhängige Stichproben auf signifikante Unterschiede geprüft. In diesem Fall die Veränderung der Therapieentscheidungen zwischen den beiden Zeitpunkten T1 und T2. Das Signifikanzniveau für den Chi-Quadrat-Test wurde auf 5% festgelegt. Der Kappa-Koeffizient ist hingegen ein Maß für die Übereinstimmung, woraufhin die Therapieplanungen von T1 zu T2 ebenso getestet worden sind.

3 Ergebnisse

Ziel der Studie war es, herauszufinden, in wie weit Fernröntgenseitenbilder Einfluss auf die kieferorthopädische Therapieplanung bei Frühbehandlungen haben. Es wurden 234 Kieferorthopäden um Teilnahme gebeten. Von diesen stimmten 106 (45%) zu an der Umfrage teilzunehmen. 82 (77%) von diesen 106 schickten den vollständig ausgefüllten Fragebogen von T1 zurück. Von den 82 Behandlern, welche bei der ersten Umfragerunde den Planungsbogen vollständig ausgefüllt hatten, sendeten 47 (57%) auch den komplett ausgefüllten Bogen von T2 zurück. 15 der 47 Kieferorthopäden gaben an, wie lange sie schon als Facharzt für Kieferorthopädie tätig seien. Aus dieser niedrigen Quote ließ sich kein aussagekräftiger Zusammenhang zwischen der Therapieentscheidung und der Erfahrung eines Kieferorthopäden artikulieren.

Es wurden die Therapieplanungen aller drei Gruppen A, B und C von beiden Zeitpunkten T1 und T2 ausgewertet, verglichen und auf Abweichungen und Übereinstimmungen untersucht. Hier ist insbesondere die Gruppe B zu beachten, da dieser als einzige zu den zwei Zeiten unterschiedliche Patientendatensätze vorlagen. Zum ersten Zeitpunkt T1 hatten die Behandler der Gruppe B keine Fernröntgenseitenbilder vorliegen, welche sie jedoch zum zweiten Zeitpunkt T2 erhielten. Der Gruppe A lagen zu beiden Zeitpunkten die identischen Patientenunterlagen vor, wobei diese nie ein FRS beinhalteten. Der Gruppe C lagen ebenfalls beide Male die identischen Datensätze vor, jedoch immer mitsamt den entsprechenden FRS und deren Auswertungen.

Bei den Änderungen der Therapieplanung wurden alle Fälle berücksichtigt, bei denen zwischen den zwei Messzeitpunkten T1 und T2 eine Veränderung aufgetreten war und zwar unabhängig davon, in welche Richtung diese erfolgte. Die Ergebnisse zeigten eine signifikante Abweichung ($p = 0,016$) der Therapieentscheidung von T1 zu T2 in der Gruppe C für die Planung der Unterkiefernachentwicklung in der Transversalen des Patienten 4 und ebenso eine signifikante nicht Übereinstimmung ($\kappa = 0,71$) von T1 zu T2 in der Gruppe A bei der Therapieentscheidung für die transversale Nachentwicklung im

Unterkiefer von Patient 4. Ansonsten waren keine weiteren signifikanten Änderungen oder Nichtübereinstimmungen der Therapieplanungen festzustellen.

Die Tabelle 2 und 3 beinhalten die jeweiligen Richtwerte des p-Wertes und des Kappa-Koeffizienten zur Interpretation von Tabelle 4, die einen Gesamtüberblick aller Umfrageergebnisse der Studie gibt. Eine detaillierte Auflistung der p-Werte und der Kappa-Koeffizienten befindet sich im Anhang.

Tabelle 2: Richtwerte zur Interpretation von „p“ [63, 64]

Wert von p	Stärke der Abweichung	Farbecodierung in der Tabelle 4	Bsp. Gruppe A	Bsp. Gruppe B	Bsp. Gruppe C
$p \leq 0,05$	signifikant		A	B	C
$0,05 < p < 1$	nicht signifikant		A	B	C
$p = 1$	keine		A	B	C

Tabelle 3: Richtwerte zur Interpretation von „κ“ [63, 65]

Wert von κ	Stärke der Übereinstimmung	Symbol in der Tabelle 4	Bsp. Gruppe A	Bsp. Gruppe B	Bsp. Gruppe C
$\kappa \leq 0,1$	keine	0	A0	B0	C0
$0,1 < \kappa \leq 0,4$	schwach	L	AL	BL	CL
$0,4 < \kappa \leq 0,6$	deutlich	D	AD	BD	CD
$0,6 < \kappa \leq 0,8$	starke	H	AH	BH	CH
$0,8 < \kappa \leq 1,0$	(fast) vollständig	V	AV	BV	CV

Tabelle 4: Gesamtübersicht der statistischen Auswertung

	Sagittale Nachentwicklung	Transversale Nachentwicklung	Wachstumshemmung	Extraktion	Mandibuläre Mittenkorrektur	Überstellung des Kreuzbisses	Herausnehmbares Gerät	Festsitzendes Gerät	Kombiniert Festsitzend/Herausnehmbar
Patient 1	OK	ABC	ABC AD CH	ABC AV	ABC	ABC	ABC AH BD CV	ABC BV	ABC AH BD CV
	UK	ABC CV	ABC AV BD CD	ABC AH BD CD	ABC	ABC	ABC AH BD CV	ABC BV	ABC AH BD CV
Patient 2	OK	ABC	ABC AV BV	ABC	ABC	ABC	ABC AH BV CH	ABC BV CV	ABC AH BV CH
	UK	ABC CV	ABC	ABC AD BL CH	ABC	ABC	ABC AH BV CH	ABC BV CV	ABC AH BV CH
Patient 3	OK	ABC BV CD	ABC AH BV CL	ABC BV CV	ABC	ABC CV	ABC AH BV	ABC AH	ABC AV BV
	UK	ABC BV CH	ABC AH CV	ABC CV	ABC	ABC CV	ABC AH BV	ABC AH	ABC AV BV
Patient 4	OK	ABC CD	ABC AH BD	ABC AD CV	ABC	ABC	ABC BV CV	ABC	ABC BV CV
	UK	ABC AV	ABC BH CL	ABC	ABC	ABC	ABC BV CV	ABC	ABC BV CV
Patient 5	OK	ABC AH	ABC AV BH CD	ABC AL BH	ABC	ABC	ABC AV BV CL	ABC AV BV CV	ABC AH BH CD
	UK	ABC CH	ABC AD BV CD	ABC	ABC CV	ABC	ABC AV BV CL	ABC AV BV CV	ABC AH BH CD
Patient 6	OK	ABC CV	ABC	ABC AV CV	ABC	ABC	ABC AH BD CL	ABC CV	ABC AV BD CV
	UK	ABC AD BD CH	ABC AL BV CD	ABC CV	ABC	ABC	ABC AH BD CL	ABC CV	ABC AV BD CV

3.1 Ergebnisse nach Therapieoptionen

Die Ergebnisse zeigten für die Therapieplanung der **sagittalen Nachentwicklung** durchweg in allen drei Gruppen keine signifikanten Abweichungen und fast ausnahmslos eine starke bis vollständige Übereinstimmung zwischen beiden Zeitpunkten. Dies traf öfter für den Oberkiefer als für den Unterkiefer zu. Für die Oberkieferbehandlungsplanung des ersten und zweiten Patienten trat von T1 zu T2 gar keine Abweichung und eine komplette Übereinstimmung aller drei Gruppen auf.

Für die Therapieplanung des Oberkiefers von Patient 4, 5 und 6 und die Planung des Unterkiefers von Patient 1, 2 und 5 traf dies auf zwei der drei Gruppen zu und bei der 3. Gruppe lag eine mindestens starke bis fast vollständige Übereinstimmung vor.

Bei den Planungen zur **transversalen Nachentwicklung** ließen sich die einzigen beiden Therapieunterschiede zwischen T1 und T2 der gesamten Studie festmachen, die statistisch signifikant waren. Die Therapieentscheidung der Gruppe C zeigte vom ersten zum zweiten Zeitpunkt eine signifikante Abweichung ($p = 0,016$) für die Planung der Unterkiefernachentwicklung in der Transversalen des Patienten 4. Von den sechzehn Behandlern der Gruppe C entschieden sich hier sieben (43,8%) um. Die Gruppe A plante die Behandlung der transversalen Nachentwicklung im Unterkiefer des vierten Patienten zwischen beiden Zeitpunkten signifikant nicht übereinstimmend ($\kappa = 0,071$). Sieben (46,7%) der fünfzehn Kieferorthopäden der Gruppe A planten zu T2 anders als zu T1. Ansonsten wurden keine signifikanten Änderungen hinsichtlich der Therapieoption festgestellt. Es herrschte mehrheitlich eine komplette bis deutliche Übereinstimmung zwischen beiden Zeitpunkten. Lediglich für die Gruppe C war eine schwächere Übereinstimmung bei der Behandlungsplanung des Oberkiefers von Patient 3 und des Unterkiefers von Patient 4, sowie bei der Gruppe A für die Planung der transversalen Unterkiefernachentwicklung von Patient 6 ersichtlich. Beim Oberkiefer des sechsten Patienten und dem Unterkiefer des zweiten Patienten herrschte

wieder eine gänzliche Übereinstimmung aller drei Gruppen von T1 zu T2 in der Behandlungsplanung.

Für die Therapiemöglichkeiten der **Wachstumshemmung** lag, wie schon für die sagittale Nachentwicklung, eine totale Kongruenz aller drei Gruppen zu beiden Zeitpunkten für den Oberkiefer des ersten und zweiten Patienten vor. Zusätzlich entschied sich kein Behandler der drei Gruppen in Bezug auf die Unterkieferwachstumshemmung des vierten und fünften Patienten um. Für den Ober- und Unterkiefer des dritten Patienten als auch den Unterkiefer des sechsten Patienten existierte Einigkeit hinsichtlich der Planung der Gruppen A und B. Die Gruppe C zeigte für diese eine fast vollständige Übereinstimmung der Planung auf. Bis auf die schwächere Einheitlichkeit der Gruppe A für die Oberkieferwachstumshemmung des fünften Patienten und der Gruppe B für die Unterkieferwachstumshemmung des zweiten Patienten ließ sich eine deutliche bis fast vollständige Übereinstimmung bei den Therapieplanungen dokumentieren.

Hinsichtlich der Therapieoptionen der **Extraktion** zeigte sich eine vollständige Konformität zu beiden Zeitpunkten bei allen drei Gruppen in Bezug auf den Unterkiefer des ersten und den Ober- und Unterkiefer des zweiten Patienten. Im Betreff auf die Extraktionsplanung des Oberkiefers des ersten und des sechsten Patienten zeigten die Gruppen B und C eine jeweils vollkommen übereinstimmende Therapieplanung zu beiden Zeitpunkten. Die Gruppe A wies dabei je eine noch fast vollständige Übereinstimmung ihrer Therapieplanungen auf. Die Extraktionsplanung der Gruppe A und B hinsichtlich des Ober- und Unterkiefers des fünften Patienten kennzeichnete sich durch eine absolute Übereinstimmung dieser zu beiden Zeitpunkten aus. Die Gruppe C wies indessen für beide Kiefer des fünften Patienten eine nur fast vollständig übereinstimmende Therapieplanung auf. Bei allen anderen Extraktionsplanungen dominierte eine fast vollständige Übereinstimmung der Behandlungsplanung zu beiden Zeitpunkten. Lediglich Gruppe B und C führten eine nur starke Übereinstimmung dieser bezüglich der Extraktion im Unterkiefer des sechsten Patienten auf.

Die **mandibuläre Mittenkorrektur** betreffend, belegten alle Behandler aller

Gruppen Einstimmigkeit bezüglich der Planung der Therapie für den gesamten Patientenpool, außer einer nur einmalig auftretenden, jedoch noch fast vollständigen Übereinstimmung der Gruppe C in Bezug auf den fünften Patienten.

Gleiches gilt für die **Überstellung des Kreuzbisses**. Jeder Behandler der drei Gruppen entschied sich zu T1 und T2 zu der gleichen Therapieoption. Alleinig Gruppe C zeigte für den dritten Patienten eine nur fast vollständige Übereinstimmung.

Bei der Therapiewahl der **Behandlungsgeräte** lag eine totale Übereinstimmung zwischen T1 und T2 aller Behandler für die festsitzenden Geräte bei Patient 4 vor. Fortführend dominierte eine fast vollständige bis starke Übereinstimmung der Gerätewahl für alle Patienten.

3.2 Ergebnisse nach Patienten

Patient 1

Tabelle 5: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 1

Anzahl der Kieferorthopäden		Gruppe A (15)	Gruppe B (16)	Gruppe C (16)	Gesamt (47)
Sagittale Nachentwicklung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (2,1%)
Transversale Nachentwicklung	OK	2 (13,3%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	3 (6,4%)
	UK	2 (13,3%)	2 (12,5%)	2 (12,5%)	6 (12,8%)
Wachstumshemmung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	UK	1 (6,7%)	4 (25,0%)	3 (18,8%)	8 (17,0%)
Extraktion	OK	1 (6,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (2,1%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Mandibuläre Mittenkorrektur		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Überstellung des Kreuzbisses		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Herausnehmbares Gerät		2 (13,3%)	4 (25,0%)	1 (6,3%)	7 (14,9%)
Festsitzendes Gerät		0 (0,0%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	1 (2,1%)
Kombiniert festsitzend/ herausnehmbar		2 (13,3%)	3 (18,8%)	1 (6,3%)	6 (12,8%)

Es traten in keiner Gruppe signifikante Änderungen ($p \geq 0,625$) zwischen T1 und T2 hinsichtlich der Therapieplanung von Patient 1 auf. Bei der *sagittalen*

Nachentwicklung plante nur 1 Behandler (6,3%) der Gruppe C den Unterkiefer betreffend eine abweichende Therapie (6,3%) von T1 zu T2. Sonst gab es keine unterschiedlichen Therapieplanungen (0,0%). Es zeigten sich stellenweise kleinere Änderungen (6,3 – 13,3 %) der Therapieplanungen von T1 zu T2 bezüglich der *transversalen Nachentwicklung* des Ober- und Unterkiefers in allen Gruppen. Lediglich die Behandler der Gruppe B planten die transversale Nachentwicklung des Oberkiefers (0,0%) vom ersten zum zweiten Zeitpunkt unverändert. Die Therapieplanung der *Wachstumshemmung* war für den Oberkiefer in allen drei Gruppen vom ersten zum zweiten Zeitpunkt unverändert. Die Planungen für den Unterkiefer variierten in der Gruppe A (6,7%) bei einem Behandler und in der Gruppe B (25%) und Gruppe C (18,8%) planten insgesamt 7 Behandler unterschiedlich. Hinsichtlich der *Extraktionsplanung* herrschte eine vollkommene Übereinstimmung zu beiden Zeitpunkten, außer einer einzigen Abweichung von Gruppe A (6,7%) hinsichtlich des Oberkiefers. Betreffs der *mandibulären Mittenkorrektur* und der *Überstellung des Kreuzbisses* waren keine Änderungen der Therapiewahl von T1 zu T2 aufgetreten. Die Änderungen bei der *Geräteauswahl* waren geringfügig (6,3 – 25,0%) und traten bei den festsitzenden Geräten nur einmal in Gruppe B (6,3%) auf.

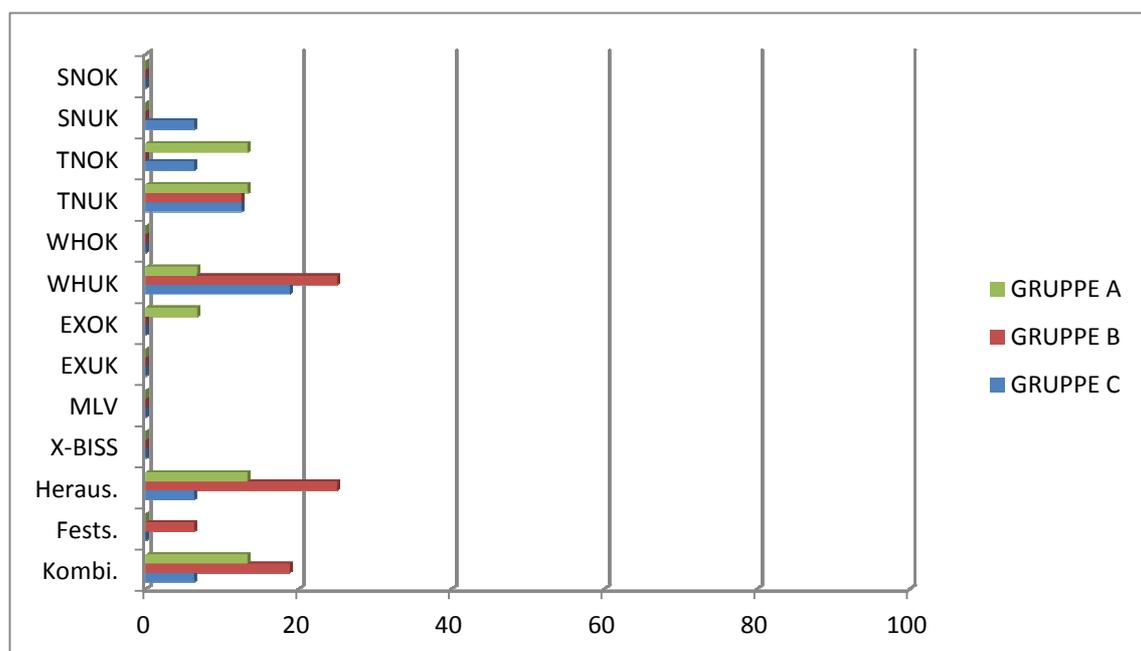


Abbildung 8: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 1 (in %)

Patient 2

Tabelle 6: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 2

Anzahl der Kieferorthopäden		Gruppe A (15)	Gruppe B (16)	Gruppe C (16)	Gesamt (47)
Sagittale Nachentwicklung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (2,1%)
Transversale Nachentwicklung	OK	1 (6,7%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	2 (4,2%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Wachstumshemmung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	UK	2 (13,3%)	4 (25,0%)	2 (12,5%)	8 (17,0%)
Extraktion	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Mandibuläre Mittenkorrektur		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Überstellung des Kreuzbisses		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Herausnehmbares Gerät		2 (13,3%)	1 (6,3%)	2 (12,5%)	5 (10,6%)
Festsitzendes Gerät		0 (0,0%)	2 (12,5%)	1 (6,3%)	3 (6,4%)
Kombiniert festsitzend/ herausnehmbar		2 (13,3%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	4 (8,5%)

Bei der Planung zu Patient 2 traten in keiner Gruppe signifikante Änderungen ($p \geq 0,500$) vom ersten zum zweiten Zeitpunkt auf. Wie bei Patient 1 lag zwischen T1 und T2 hinsichtlich der *sagittalen Nachentwicklung* für den Unterkiefer von Patient 2 nur eine einzige Änderung der Therapieplanung in der Gruppe C (6,7%) vor. Die *transversale Nachentwicklung* zeigte nur in der Gruppe A (6,7%) und B (6,3%) eine einmal auftretende Änderung der Oberkieferplanung auf. Gruppe C änderte ihre Planungen vom ersten zum zweiten Zeitpunkt nicht. Trat bei der Planung der *Oberkieferwachstumshemmung* keine Abweichung (0,0%) zwischen beiden Zeitpunkten bei allen Gruppen auf, so ließ sich für die Unterkieferwachstumshemmung in jeder Gruppe eine leichte (13,3% - 25,0 %) Änderung der Therapieplanung zwischen den beiden Planungszeitpunkten verzeichnen. Im Hinblick auf die Planung der *Extraktion*, der *mandibulären Mittenkorrektur* und der *Überstellung des Kreuzbisses* des zweiten Patienten wurden keine weiteren Abweichungen (0,0%) bezüglich der Therapieplanung

zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten unter allen Behandlern dokumentiert. Die Änderung der *Behandlungsgeräteauswahl* fiel im Allgemeinen schwach aus (6,3% - 13,3%) und trat in der Gruppe A für festsitzende Geräte gar nicht auf.

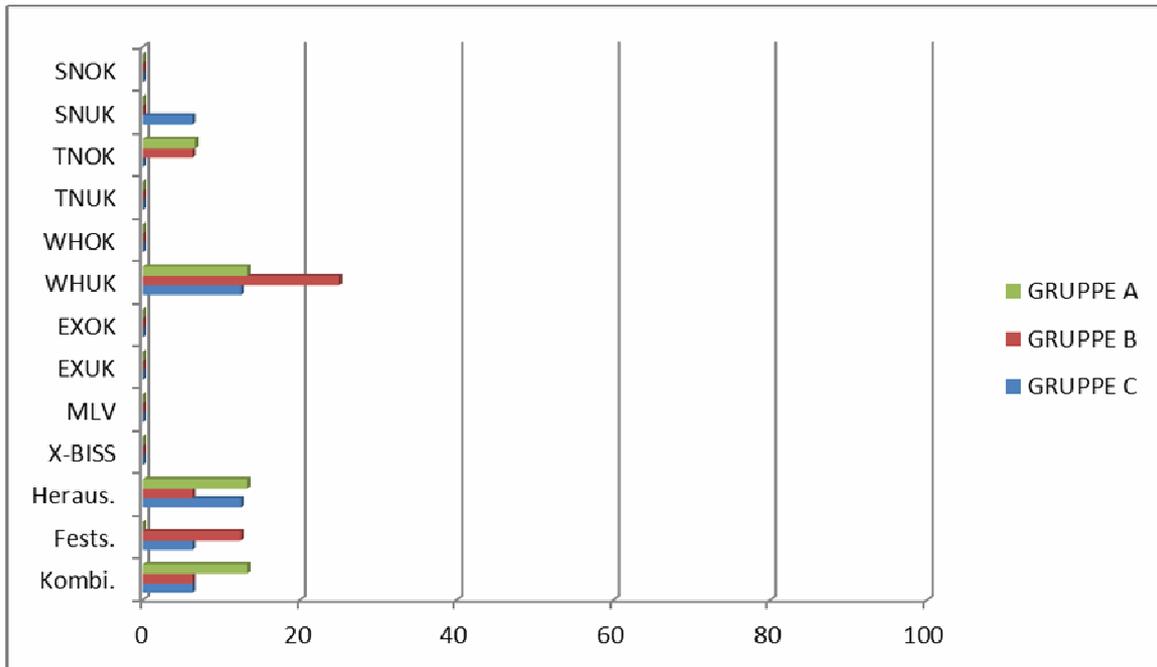


Abbildung 9: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 2 (in %)

Patient 3

Tabelle 7: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 3

Anzahl der Kieferorthopäden		Gruppe A (15)	Gruppe B (16)	Gruppe C (16)	Gesamt (47)
Sagittale Nachentwicklung	OK	0 (0,0%)	1 (6,3%)	4 (25,0%)	5 (10,6%)
	UK	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	2 (4,2%)
Transversale Nachentwicklung	OK	2 (13,3%)	1 (6,3%)	6 (37,5%)	9 (19,1%)
	UK	2 (13,3%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	3 (6,4%)
Wachstumshemmung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (2,1%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	2 (4,2%)
Extraktion	OK	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	2 (4,2%)
	UK	1 (6,7%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	2 (4,2%)
Mandibuläre Mittenkorrektur		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Überstellung des Kreuzbisses		0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (2,1%)
Herausnehmbares Gerät		2 (13,3%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	3 (6,4%)
Festsitzendes Gerät		1 (6,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (2,1%)
Kombiniert festsitzend/ herausnehmbar		1 (6,7%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	2 (4,2%)

Es gab in keiner Gruppe signifikante Änderungen ($p \geq 0,219$) von T1 zu T2 betreffend der Behandlungsplanung von Patient 3. Für die Planung der *sagittalen Nachentwicklung* traten in der Gruppe A (0,0%) keine Änderungen vom ersten zum zweiten Zeitpunkt in beiden Kiefern auf. In der Gruppe B (6,3%) trat je einmal eine Änderung der Ober- und Unterkieferplanung auf und in der Gruppe C änderten 4 Behandler ihre Therapieplanung vom ersten zum zweiten Zeitpunkt im Oberkiefer und einer im Unterkiefer. Hinsichtlich der *transversalen Nachentwicklungsplanung* zeigte die Gruppe C eine deutliche Abweichung für den Oberkiefer (37,5%) und eine einzelne Änderung für den Unterkiefer (6,3%) zwischen beiden Zeitpunkten an. In der Gruppe A (13,3%) veränderten je Kiefer zwei Behandler ihre Therapieplanung von T1 auf T2 und in der Gruppe B wich nur ein Kieferorthopäde mit seiner Behandlungsplanung vom ersten zum zweiten Zeitpunkt ab und dies im Oberkiefer. In Bezug auf die *Wachstumshemmung* ließ sich für die Gruppe A (0,0%) und B (0,0%) keine einzige Veränderung und für die Gruppe C nur eine leichte (6,3% – 12,5 %) *Änderung* der Therapiewahl feststellen. Bei der *Extraktionsplanung* traten in

allen Gruppen stellenweise Änderungen vom ersten zum zweiten Zeitpunkt auf (6,3-6,7%). Hingegen wies die Behandlungsplanung der *mandibulären Mittenkorrektur* keine unterschiedliche Planung zwischen dem ersten und zweiten Zeitpunkt auf. Bei der *Überstellung des Kreuzbisses* wich ein Behandler aus der Gruppe C (6,3%) von seiner ersten Planung ab. Die Wahl der *Behandlungsgeräte* verlief in der Gruppe C ohne Änderungen von T1 zu T2. In den anderen beiden Gruppen A und B traten marginale Veränderungen (6,7 – 13,3%) auf.

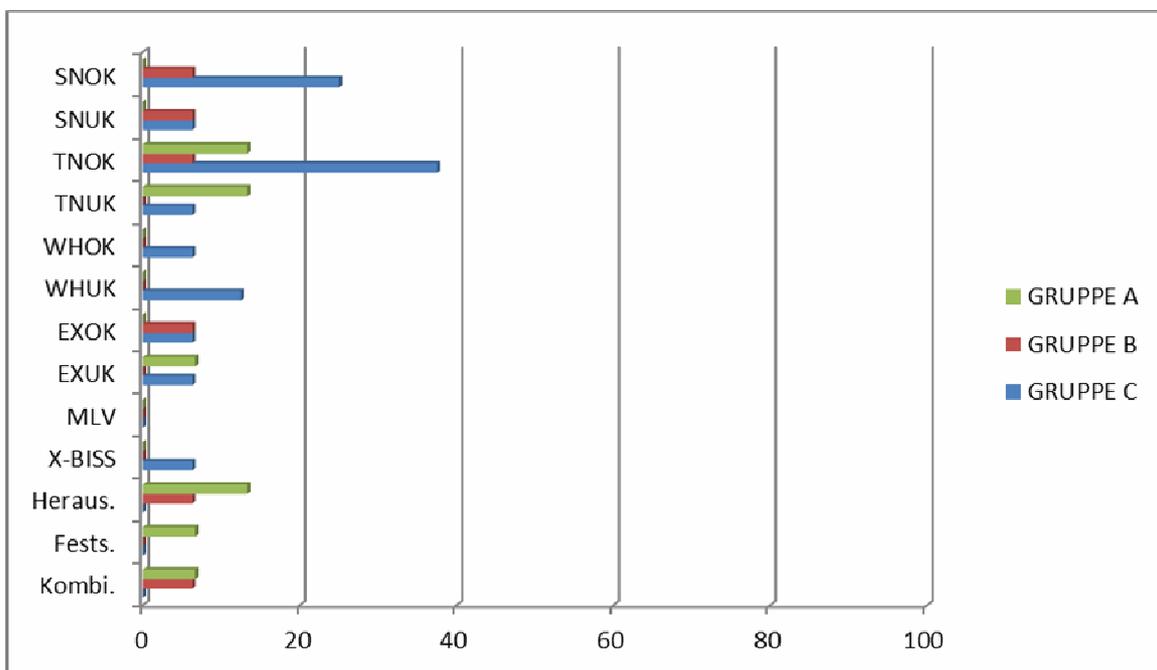


Abbildung 10: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 3 (in %)

Patient 4

Tabelle 8: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 4

Anzahl der Kieferorthopäden		Gruppe A (15)	Gruppe B (16)	Gruppe C (16)	Gesamt (47)
Sagittale Nachentwicklung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	2 (4,2%)
	UK	2 (13,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (4,2%)
Transversale Nachentwicklung	OK	1 (6,7%)	2 (12,5%)	0 (0,0%)	3 (6,4%)
	UK	7 (46,7%)*	3 (18,8%)	7 (43,8%)*	17 (36,2%)
Wachstumshemmung	OK	2 (13,3%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	3 (6,4%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Extraktion	OK	0 (0,0%)	3 (18,8%)	1 (6,3%)	4 (8,5%)
	UK	1 (6,7%)	2 (12,5%)	0 (0,0%)	3 (6,4%)
Mandibuläre Mittenkorrektur		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Überstellung des Kreuzbisses		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Herausnehmbares Gerät		0 (0,0%)	1 (6,3%)	2 (12,5%)	3 (6,4%)
Festsitzendes Gerät		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Kombiniert festsitzend/ herausnehmbar		0 (0,0%)	1 (6,3%)	2 (12,5%)	3 (6,4%)

*statistisch signifikante Ergebnisse

Bei Patient 4 ließen sich die einzigen beiden Therapieplanungen der gesamten Studie festmachen, die statistisch signifikante Unterschiede zwischen beiden Planungszeitpunkten ergaben. Die Therapieentscheidung der Gruppe C wies vom ersten zum zweiten Zeitpunkt eine signifikante Abweichung ($p = 0,016$) für die Planung der Unterkiefernachentwicklung in der Transversalen des Patienten 4 auf. Von den sechzehn Behandlern der Gruppe C entschieden sich hier sieben (43,8%) von T1 zu T2 um. Die Therapieplanung der Gruppe A für die transversale Unterkiefernachentwicklung des Patienten 4 zeigte vom ersten zum zweiten Zeitpunkt eine signifikante Nichtübereinstimmung ($\kappa = 0,071$) auf. Sieben (46,7%) der fünfzehn Behandler der Gruppe A wählten hier zum zweiten Zeitpunkt eine andere Planung als zum ersten. Bei der transversalen Nachentwicklung des Oberkiefers herrschte wiederum eine große Übereinstimmung der Planungen in allen drei Gruppen. So zeigte die Gruppe C (0,0%) gar keine Abweichung, die Gruppe A (6,7%) nur eine Abweichung und die Gruppe B (12,5%) nicht mehr als zwei Abweichungen zwischen T1 und T2 für diesen Therapiepunkt. Ähnlich sah es für die Behandlungsplanung der

sagittalen Nachentwicklung aus. Es zeigten sich nur zwei Änderungen der Planungen in der Gruppe C (13,3%) für die sagittale Nachentwicklung des Oberkiefers und ebenso zwei geänderte Therapieplanungen für die sagittale Nachentwicklung des Unterkiefers in der Gruppe A (12,5%). Alle anderen sagittalen Nachentwicklungsplanungen der drei Gruppen waren von T1 zu T2 unverändert (0,0%). Betreffend der *Wachstumshemmungsplanung* ließen sich nur im Oberkiefer zwei Änderungen in der Gruppe A (13,3%) und eine Änderungen der Gruppe C (6,3%) festmachen. Alle restlichen Planungen für eine Wachstumshemmung stimmten komplett vom ersten zum zweiten Zeitpunkt überein und wurden nicht geändert (0,0%). Die *Extraktionsplanung* im Oberkiefer wurde von den Kieferorthopäden der Gruppe A (0,0%) von T1 zu T2 exakt gleich durchgeführt. Die Behandler der Gruppe B (18,8%) änderten ihre Therapie vereinzelt ab und in der Gruppe C (6,3%) trat nur ein veränderter Plan auf. Die Extraktion im Unterkiefer wurde von T1 zu T2 in der Gruppe A (6,7%) einmal umgeplant und in der Gruppe C (12,5%) von zwei Behandlern geändert. Die Planungen in der Gruppe C (0,0%) waren zu beiden Zeitpunkten gleich. Die Kieferorthopäden aller drei Gruppen A, B und C planten ihre jeweilige Therapie der *mandibulären Mittenkorrektur* (0,0%) und der *Überstellung des Kreuzbisses* (0,0%) zu beiden Zeitpunkten unverändert. Die Wahl der *Behandlungsgeräte* war in der Gruppe B (0,0 – 6,3%) und der Gruppe C (0,0 – 12,5%) durch nur vereinzelte, minimale Abweichungen vom erstem zum zweiten Zeitpunkt geprägt. Hingegen planten alle der Gruppe A (0,0%) mit allen drei Geräteoptionen zum ersten und zum zweiten Zeitpunkt identisch.

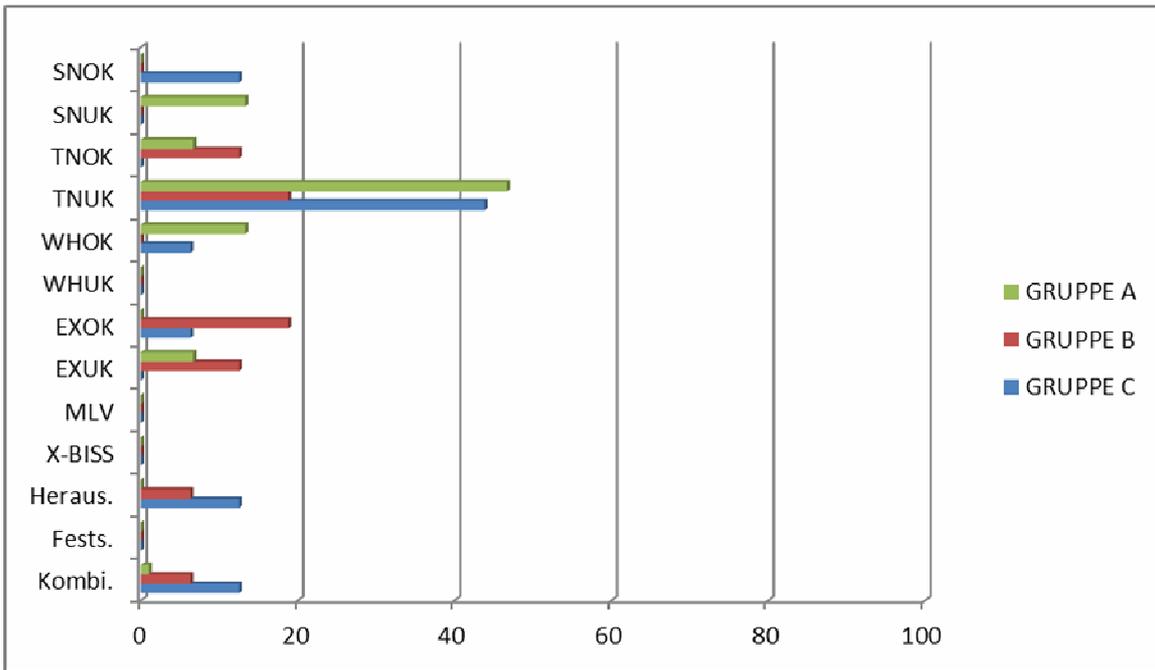


Abbildung 11: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 4 (in %)

Patient 5

Tabelle 9: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 5

Anzahl der Kieferorthopäden		Gruppe A (15)	Gruppe B (16)	Gruppe C (16)	Gesamt (47)
Sagittale Nachentwicklung	OK	1 (6,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (2,1%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	2 (4,2%)
Transversale Nachentwicklung	OK	1 (6,7%)	1 (6,3%)	2 (12,5%)	4 (8,5%)
	UK	3 (20,0%)	1 (6,3%)	3 (18,8%)	7 (14,9%)
Wachstumshemmung	OK	4 (26,7%)	2 (12,5%)	0 (0,0%)	6 (12,8%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (2,1%)
Extraktion	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (2,1%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (2,1%)
Mandibuläre Mittenkorrektur		0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	2 (4,2%)
Überstellung des Kreuzbisses		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Herausnehmbares Gerät		1 (6,7%)	1 (6,3%)	5 (31,3%)	7 (14,9%)
Festsitzendes Gerät		1 (6,7%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	3 (6,4%)
Kombiniert festsitzend/ herausnehmbar		2 (13,3%)	2 (12,5%)	4 (25,0%)	8 (17,0%)

Die Behandlungsplanungen für den 5. Patienten wiesen keine signifikanten Änderungen ($p \geq 0,125$) vom ersten zum zweiten Zeitpunkt in allen drei Gruppen A, B und C auf. Die *sagittale Nachentwicklung* des Oberkiefers wurde in der Gruppe B und der Gruppe C zu beiden Zeitpunkten identisch geplant (0,0%) und zeigte nur in der Gruppe A eine einzige (6,7%) abweichende Planung von T1 zu T2. Im Unterkiefer war die Behandlungsplanung der sagittalen Nachentwicklung in der Gruppe A und der Gruppe B zu T2 jeweils gleichgeblieben (0,0%). Allein zwei Kieferorthopäden der Gruppe C (12,5%) veränderten ihre Planung der sagittalen Nachentwicklung zu T2 hin. Hinsichtlich der *transversalen Nachentwicklung* des Oberkiefers planten in der Gruppe A (6,7%) ein Behandler, in der Gruppe B (6,3%) ebenfalls ein Behandler und in der Gruppe C (12,5%) zwei Behandler zum zweiten Zeitpunkt eine andere Therapie als sie dies zum ersten Zeitpunkt taten. Für die Unterkiefernachentwicklung in der Transversalen planten je drei Behandler der Gruppe A (20,0%) und der Gruppe C (18,8%) und ein Behandler der Gruppe B (6,3%) ihre entsprechende Therapie zu T2 anders als zu T1. In Bezug auf die Therapieplanung der

Oberkieferwachstumshemmung veränderten vier Behandler der Gruppe A (26,7%), zwei Behandler der Gruppe B (12,5%) und kein Behandler der Gruppe C (0,0%) ihre entsprechende Planung beim zweiten Zeitpunkt. Die Wachstumshemmung im Unterkiefer planten die Mitglieder der Gruppe A und der Gruppe B zu beiden Zeitpunkten T1 und T2 identisch. Ein einziger Kieferorthopäde der Gruppe C (6,3%) änderte seine Behandlungsplanung der Unterkieferwachstumshemmung zum zweiten Zeitpunkt hin. Die jeweilige Therapieplanung der *Extraktion* und der *mandibulären Mittenkorrektur* ließ in der Gruppe A (0,0%) und der Gruppe B (0,0%) keine Änderungen zwischen T1 und T2 erkennen. In der Gruppe C (6,3%) hingegen verlief die Therapieplanung vom ersten zum zweiten Zeitpunkt mit je einer Veränderung dieser hinsichtlich der Extraktion im Ober- und im Unterkiefer. Bei der mandibulären Mittenkorrektur planten indes zwei Behandler der Gruppe C (12,5%) vom ersten zum zweiten Zeitpunkt hin um. Die *Überstellung des Kreuzbisses* verzeichnete keine veränderte Planung von T1 zu T2 in allen drei Gruppen(0,0%). Bei der Wahl des *Behandlungsgeräts* zeigten die Gruppe A (6,7% - 13,3%) und die Gruppe B (6,3% - 12,5%) kleine Änderungen zwischen T1 und T2. In der Gruppe C traten bei der Wahl der Behandlungsgeräte (25,0 - 31,3%) deutlichere Veränderungen der Planung zwischen beiden Zeitpunkten auf.

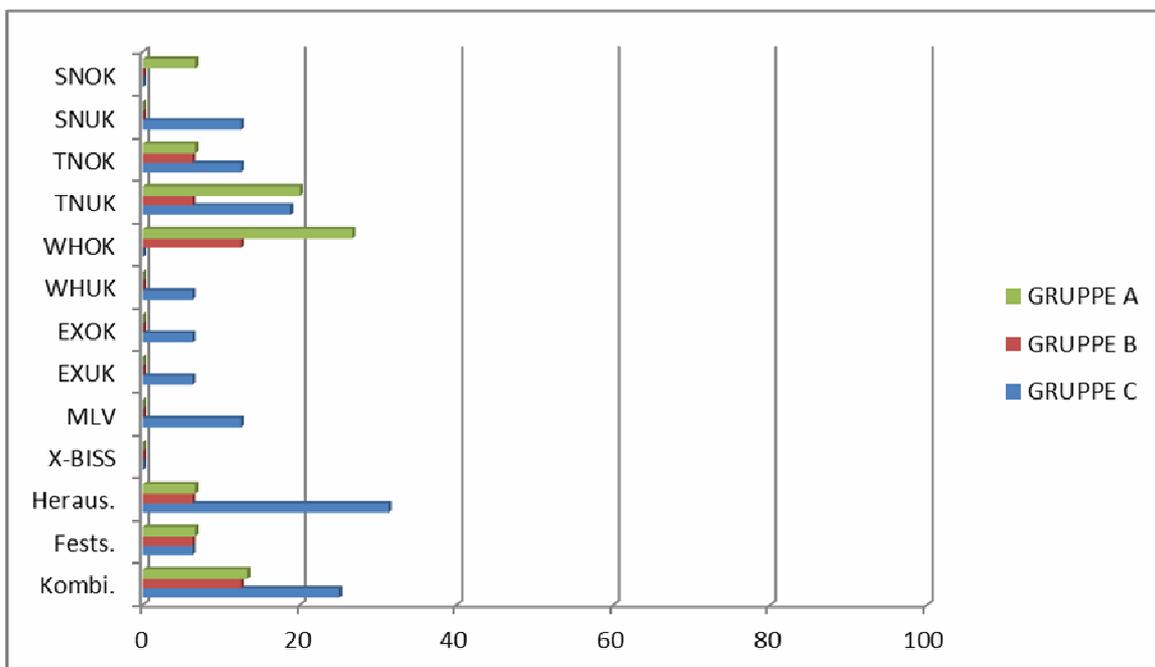


Abbildung 12: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 5 (in %)

Patient 6

Tabelle 10: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 6

Anzahl der Kieferorthopäden		Gruppe A (15)	Gruppe B (16)	Gruppe C (16)	Gesamt (47)
Sagittale Nachentwicklung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (2,1%)
	UK	3 (20,0%)	3 (18,8%)	2 (12,5%)	8 (17,0%)
Transversale Nachentwicklung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	UK	3 (20,0%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	5 (10,6%)
Wachstumshemmung	OK	1 (6,7%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	3 (6,4%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (2,1%)
Extraktion	OK	1 (6,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (2,1%)
	UK	0 (0,0%)	2 (12,5%)	2 (12,5%)	4 (8,5%)
Mandibuläre Mittenkorrektur		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Überstellung des Kreuzbisses		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Herausnehmbares Gerät		1 (6,7%)	4 (25,0%)	3 (18,8%)	8 (17,0%)
Festsitzendes Gerät		0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (2,1%)
Kombiniert festsitzend/ herausnehmbar		1 (6,7%)	4 (25,0%)	1 (6,3%)	6 (12,8%)

Es gab bei Patient 6 keine signifikanten Änderungen ($p \geq 0,250$) der Behandlungsplanungen von T1 zu T2 in allen drei Gruppen. Die sagittale Nachentwicklung des Oberkiefers wurde in der Gruppe A (0,0%) und in der Gruppe B (0,0%) zum zweiten Zeitpunkt hin nicht abweichend vom ersten Zeitpunkt geplant. In der Gruppe C (6,3%) plante ein Behandler die sagittale Oberkiefernachentwicklung von T1 zu T2 unterschiedlich. Die Planung der sagittalen Nachentwicklung des Unterkiefers wies in der Gruppe A (20,0%) drei Abweichungen, in der Gruppe B ebenfalls drei Abweichungen (18,8%) und in der Gruppe C zwei Abweichungen (12,5%) zwischen ersten und zweiten Zeitpunkt der Planung auf. Die Therapie der Oberkiefernachentwicklung in der Transversalen wurde von allen drei Gruppen A, B und C vom ersten zum zweiten Zeitpunkt hin nicht geändert. Die transversale Unterkiefernachentwicklung zeigte in der Gruppe A drei Änderungen und in der Gruppe B und der Gruppe C je eine Änderungen zwischen T1 und T2. Die Gruppe A zeigte hinsichtlich Wachstumshemmung im Oberkiefer eine Änderung (6,7%) und im Unterkiefer keine Änderung (0,0%) der Behandlungsplanung

vom ersten zum zweiten Zeitpunkt auf. In der Gruppe C traten für die Oberkieferwachstumshemmung zwei veränderte Planungen und für die Unterkieferwachstumshemmung eine geänderte Therapieplanung bei T2 auf. Die Gruppe B (0,0%) plante für die Wachstumshemmung des Ober- und Unterkiefers zu beiden Zeitpunkten gleich. In der Gruppe A trat eine einzelne Änderung der Therapieplanungen von T1 zu T2 für die *Extraktion* im Oberkiefer auf. Keine Veränderung der Extraktionsplanung im Oberkiefer wiesen die Gruppen B (0,0%) und C (0,0%) auf. Für die Unterkieferextraktion planten je zwei Behandler der Gruppe B (12,5%) und der Gruppe C (12,5%) und kein Behandler der Gruppe A (0,0%) ihre entsprechende Therapie zu T2 anders als zu T1. Die Behandler aller drei Gruppen A, B und C planten ihre jeweilige Therapie der *mandibulären Mittenkorrektur* (0,0%) und der *Überstellung des Kreuzbisses* (0,0%) zu beiden Zeiten unverändert. Änderungen von T1 zu T2 hinsichtlich der *Geräteauswahl* waren in der Gruppe A (6,7%) und in der Gruppe C geringfügig (6,3 – 18,8%) und traten bei den festsitzenden Geräten keimale in diesen beiden Gruppen auf. In der Gruppe B war die Veränderung von T1 zu T2 für die anderen beiden Geräteoptionen mit je 25% deutlicher.

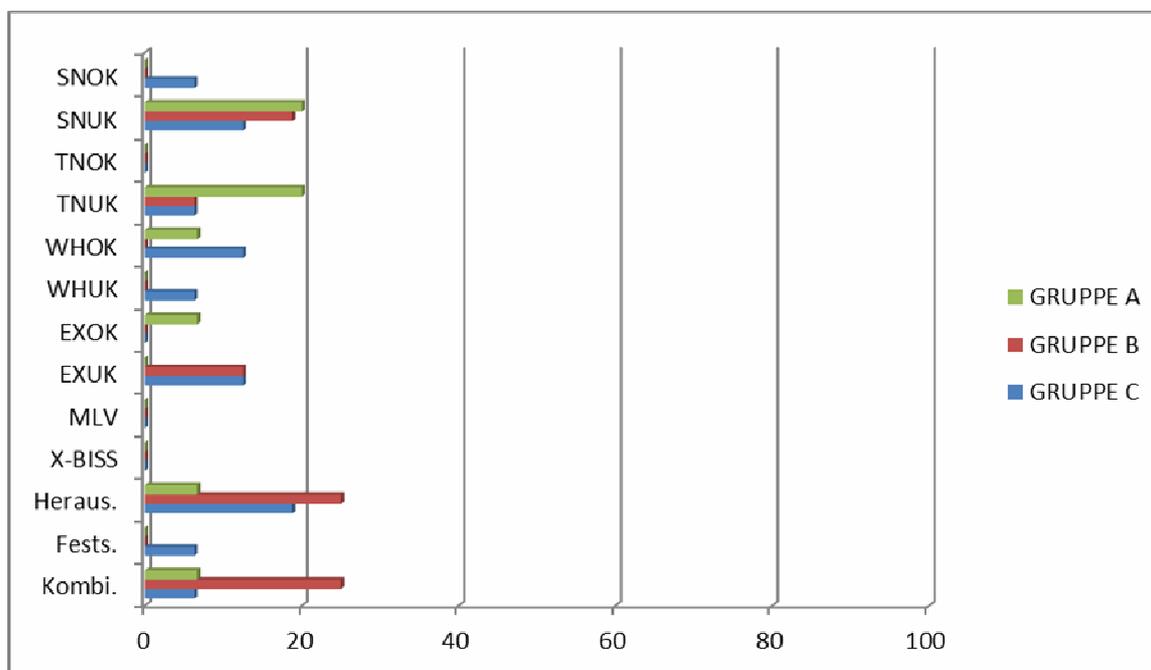


Abbildung 13: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 6 (in %)

3.3 Ergebnisse nach Gruppen

Gruppe A

Tabelle 11: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Gruppe A (15 Kieferorthopäden)

		Patient 1	Patient 2	Patient 3	Patient 4	Patient 5	Patient 6
Sagittale Nachentwicklung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,7%)	0 (0,0%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (13,3%)	0 (0,0%)	3 (20,0%)
Transversale Nachentwicklung	OK	2 (13,3%)	1 (6,7%)	2 (13,3%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	0 (0,0%)
	UK	2 (13,3%)	0 (0,0%)	2 (13,3%)	7 (46,7%)*	3 (20,0%)	3 (20,0%)
Wachstumshemmung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (13,3%)	4 (26,7%)	1 (6,7%)
	UK	1 (6,7%)	2 (13,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Extraktion	OK	1 (6,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,7%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Mandibuläre Mittenkorrektur		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Überstellung des Kreuzbisses		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Herausnehmbares Gerät		2 (13,3%)	2 (13,3%)	2 (13,3%)	0 (0,0%)	1 (6,7%)	1 (6,7%)
Festsitzendes Gerät		0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,7%)	0 (0,0%)	1 (6,7%)	0 (0,0%)
Kombiniert festsitzend/ herausnehmbar		2 (13,3%)	2 (13,3%)	1 (6,7%)	0 (0,0%)	2 (13,3%)	1 (6,7%)

*statistisch signifikante Ergebnisse

In der Gruppe A wiesen alle Ergebnisse keine signifikanten Abweichungen der Planungen von T1 zu T2 ($p \geq 0,250$) für alle sechs Patienten auf. Jedoch trat in der Gruppe A die einzige, signifikante Nichtübereinstimmung ($\kappa = 0,71$) der Therapieplanungen vom ersten zum zweiten Zeitpunkt der gesamten Studie auf. Diese Abweichung zeigte sich bei Patient 4 für die Therapieplanung der transversalen Nachentwicklung im Unterkiefer. 7 von 15 Behandlern änderten ihre Therapieplanung der transversalen Nachentwicklung zum Zeitpunkt T2 gegenüber T1.

Die Planung der *sagittalen Nachentwicklung* blieb für die Patienten 1 – 3 zum zweiten Zeitpunkt hin komplett unverändert. Für die Patienten 4 – 6 traten wenn nur kleinere Änderungen (6,7 – 20,0%) der Therapieentscheidung der sagittalen Nachentwicklung von T1 zu T2 auf. Die Behandlungsplanung der Oberkiefernachentwicklung in der Transversalen zeigte für den Patient 6 keine

Veränderung und für die Patienten 1 – 5 nur eine geringe Veränderung (6,7% - 13,3%) vom ersten zum zweiten Zeitpunkt. Die Therapie der *transversalen Nachentwicklung* im Unterkiefer bei Patient 4 (46,7%) wies zu T2 die einzige, signifikante nicht Übereinstimmung ($\kappa = 0,71$) aller Therapiepläne auf. Für die anderen fünf Patienten traten keine (0,0%) bis überwiegend moderate Änderungen (13,3 – 20,0%) der transversalen Nachentwicklungsplanung von T1 zu T2 auf. Die Oberkieferwachstumshemmung wurde für die Patienten 1- 3 vom ersten zum zweiten Zeitpunkt unverändert geplant. Die Planung von Patient 4 wurde zum zweiten Zeitpunkt hin einige Male geändert (26,7%). Die *Wachstumshemmung* im Unterkiefer wurde nur bei Patient 1 einmal (6,7%) und bei Patient 2 (13,3%) zweimal abweichend zu T1 geplant. Für Patient 3 – 6 (0,0%) änderte sich die Therapieplanung der Unterkieferwachstumshemmung zum zweiten Zeitpunkt nicht. Die jeweilige Therapieplanung der *Extraktion* ließ zu T2 nur vereinzelte Veränderungen (6,7%) erkennen, falls diese überhaupt auftraten (0,0%). Alle Behandler der Gruppe A planten ihre Therapie der *mandibulären Mittenkorrektur* (0,0%) und der *Überstellung des Kreuzbisses* (0,0%) zu beiden Zeitenpunkten gleich. Bei der Auswahl der *Behandlungsgeräte* zeigten sich keine bis geringfügige (0,0 – 13,3%) Änderungen vom ersten zum zweiten Zeitpunkt.

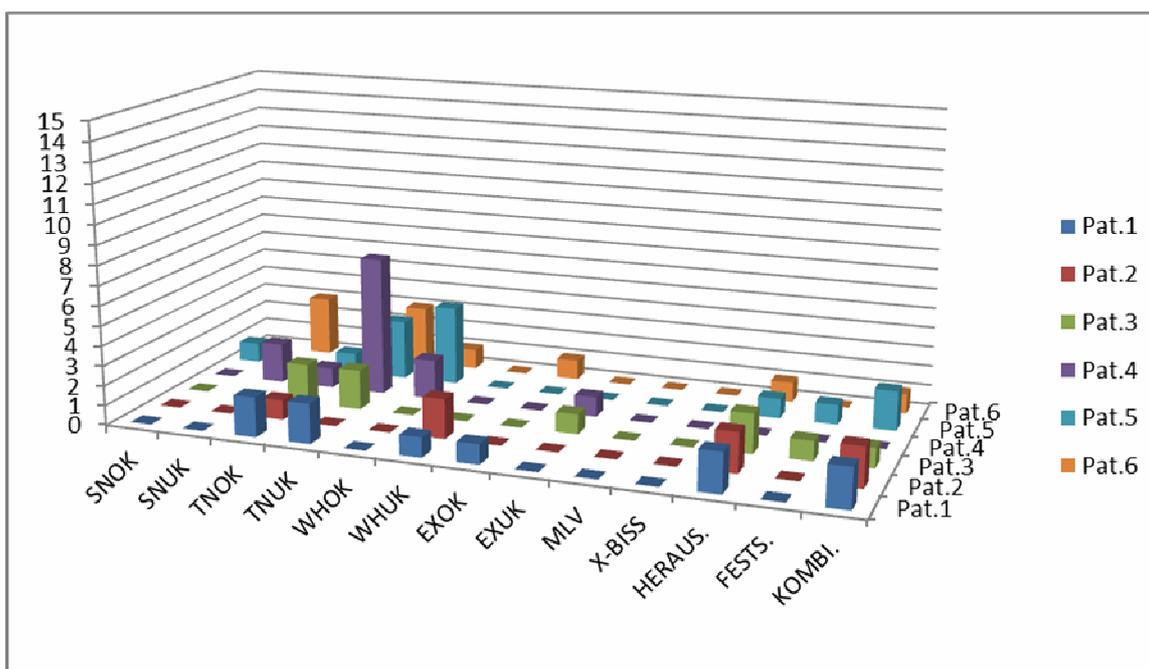


Abbildung 14: Änderung der Therapie in der Gruppe A

Gruppe B

Tabelle 12: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Gruppe B (16 Kieferorthopäden)

		Patient 1	Patient 2	Patient 3	Patient 4	Patient 5	Patient 6
Sagittale Nachentwicklung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (18,8%)
Transversale Nachentwicklung	OK	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	2 (12,5%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)
	UK	2 (12,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	3 (18,8%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)
Wachstumshemmung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	0 (0,0%)
	UK	4 (25,0%)	4 (25,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Extraktion	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	3 (18,8%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)
Mandibuläre Mittlenkorrektur		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Überstellung des Kreuzbisses		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Herausnehmbares Gerät		4 (25,0%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	4 (25,0%)
Festsitzendes Gerät		1 (6,3%)	2 (12,5%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)
Kombiniert festsitzend/ herausnehmbar		3 (18,8%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	2 (12,5%)	4 (25,0%)

In der Gruppe B zeigten alle Werte keine signifikanten Abweichungen der Planungen von T1 zu T2 ($p \geq 0,25$) für alle sechs Patienten und es traten ebenso keine signifikanten Nichtübereinstimmungen ($\kappa \geq 0,429$) der Therapieplanungen vom ersten zum zweiten Zeitpunkt auf.

Die Behandler der Gruppe B planten die Therapie der *sagittalen Nachentwicklung* von Patient 1, 2, 4 und 5 zum ersten wie zum zweiten Zeitpunkt identisch. Lediglich für Patient 3 wurde je Kiefer einmal und für Patient 6 dreimal im Unterkiefer die Nachentwicklung in der Sagittalen zu T2 umgeplant. Die *transversale Nachentwicklungsplanung* verlief in der Gruppe B zwischen beiden Zeitpunkten recht einheitlich (0,0 – 12,5%) und wurde nur für den Unterkiefer von Patient 4 etwas häufiger geändert (18,3%).

Für die Therapieoption *Wachstumshemmung* trat für Patient 1 und 2 viermal (25%) im Unterkiefer und für Patient 5 zweimal (12,5%) im Oberkiefer eine vom ersten Therapiezeitpunkt abweichende Planung auf. Alle anderen Planungen

zeigten von T1 zu T2 keine Änderungen (0,0%). Die Behandlungsplanung der Extraktionstherapie zeigte sich zum zweiten Zeitpunkt unverändert (0,0%) für die Patienten 1, 2 und 5. Die Planungen von Patient 3 und 6 zeigten in nur je einem Kiefer eine kleine Veränderung der Therapieentscheidung. Patient 4 stach mit zwei (12,5%) im Oberkiefer bzw. drei (18,8%) im Unterkiefer veränderten *Extraktionsplanungen* zu T2 marginal hervor. Im Hinblick auf die Planung der *mandibulären Mittenkorrektur* und der *Überstellung des Kreuzbisses* wurden keine weiteren Abweichungen (0,0%) zwischen den beiden Untersuchungszeitpunkten in der gesamten Gruppe B dokumentiert. Bei der Wahl der *Behandlungsgeräte* kam es für fast jedes Gerät und jeden Patienten zu kleinen (6,3 – 25,0%) Veränderungen zum zweiten Therapiezeitpunkt.

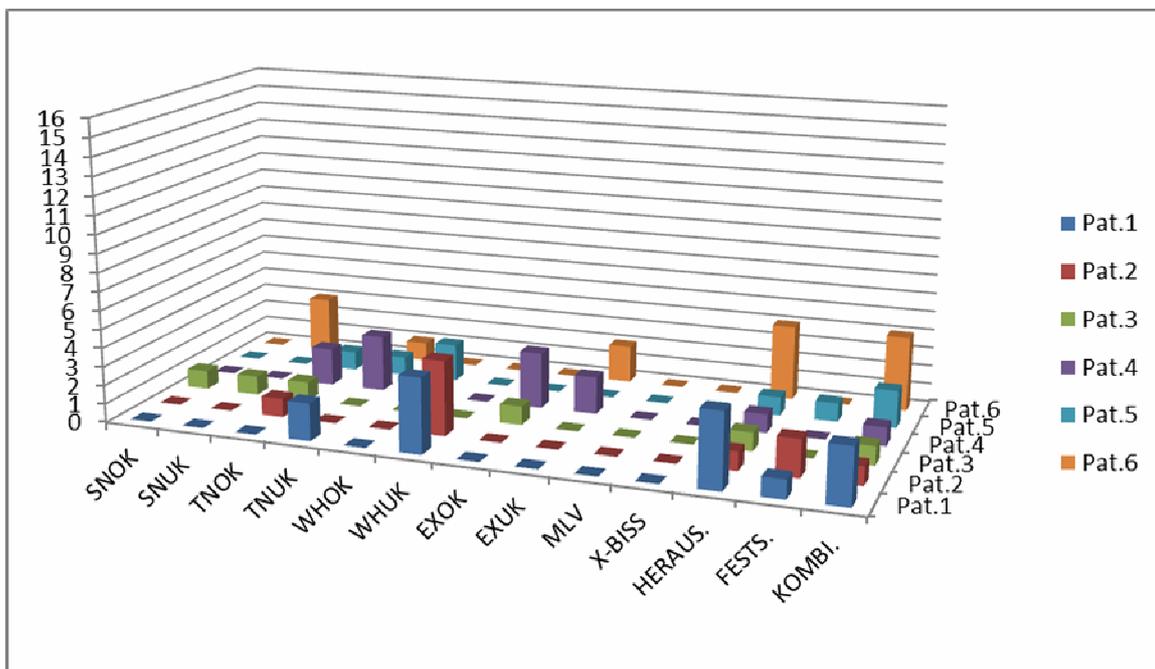


Abbildung 15: Änderung der Therapie in der Gruppe B

Gruppe C

Tabelle 13: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Gruppe C (16 Kieferorthopäden)

		Patient 1	Patient 2	Patient 3	Patient 4	Patient 5	Patient 6
Sagittale Nachentwicklung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	4 (25,0%)	2 (12,5%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)
	UK	1 (6,3%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	2 (12,5%)
Transversale Nachentwicklung	OK	1 (6,3%)	0 (0,0%)	6 (37,5%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	0 (0,0%)
	UK	2 (12,5%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	7 (43,8%)*	3 (18,8%)	1 (6,3%)
Wachstumshemmung	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)
	UK	3 (18,8%)	2 (12,5%)	2 (12,5%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)
Extraktion	OK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)
	UK	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	2 (12,5%)
Mandibuläre Mittlenkorrektur		0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	0 (0,0%)
Überstellung des Kreuzbisses		0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
Herausnehmbares Gerät		1 (6,3%)	2 (12,5%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	5 (31,3%)	3 (18,8%)
Festsitzendes Gerät		0 (0,0%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	1 (6,3%)	1 (6,3%)
Kombiniert festsitzend/ herausnehmbar		1 (6,3%)	1 (6,3%)	0 (0,0%)	2 (12,5%)	4 (25,0%)	1 (6,3%)

*statistisch signifikante Ergebnisse

In der Gruppe C gab es die einzige signifikante Abweichung der Planungen von T1 zu T2 ($p = 0,016$) der gesamten Untersuchung. Diese Abweichung zeigte sich bei Patient 4 für die Therapieplanung der transversalen Unterkiefernachentwicklung. Es änderten 7 von 15 Behandlern ihre Therapieentscheidung der transversalen Nachentwicklung vom ersten Zeitpunkt T1 zum zweiten Zeitpunkt T2. Der Kappa-Koeffizient zeigte keine signifikante Nichtübereinstimmung ($\kappa \geq 0,250$).

Die Therapieplanung der *sagittalen Nachentwicklung* zeigte geringe (0,0 – 12,5%) Änderungen von T1 zu T2 an. Die Änderungen der sagittalen Oberkiefernachentwicklungsplanungen waren bei Patient 4 mit 4 Behandlern (25,0%) die vom Zeitpunkt T1 zum Zeitpunkt T2 abweichend geplant haben am größten. Die Planung der *transversalen Nachentwicklung* verlief von T1 zu T2, bis auf die einzelne signifikante Abweichung bei Patient 4, recht einheitlich (0,0 – 18,8%) für die restlichen Patienten. Allein die transversale

Nachentwicklungsplanung für Patient 3 im Oberkiefer wies eine deutliche Änderung (37,5%) vom ersten zum zweiten Zeitpunkt hin auf, die allerdings nicht signifikant ($p = 0,219$) war. Die Therapie der *Wachstumshemmung* deutete eine nur stellenweise veränderte Planung (6,3 – 12,5%) zum zweiten Zeitpunkt, mit der größten Abweichung für den Unterkiefer von Patient 1 (18,8%), an. Die *Extraktionsplanungen* wurden für Patient 1 und 2 zu T1 und T2 identisch geplant. Die Extraktionsplanungen für die restlichen Patienten wiesen vereinzelte Änderungen (0,0 – 12,5%) vom ersten zum zweiten Zeitpunkt auf. Die Therapieentscheidungen bezüglich der *mandibulären Mittenkorrektur* wies in der Gruppe C ihre einzige Änderung für Patient 5 (12,5%) von T1 zu T2 auf. Nur ein Behandler (6,3%) plante die *Überstellung* des *Kreuzbisses* vom ersten zum zweiten Zeitpunkt anders (siehe Patient 3). Die *Behandlungsgerätewahl* war zu T1 nahezu gleich wie zu T2. Für Patient 5 (31,3%) änderte sich die Wahl der Therapiegeräte mehrmals (6,3 – 31,3%).

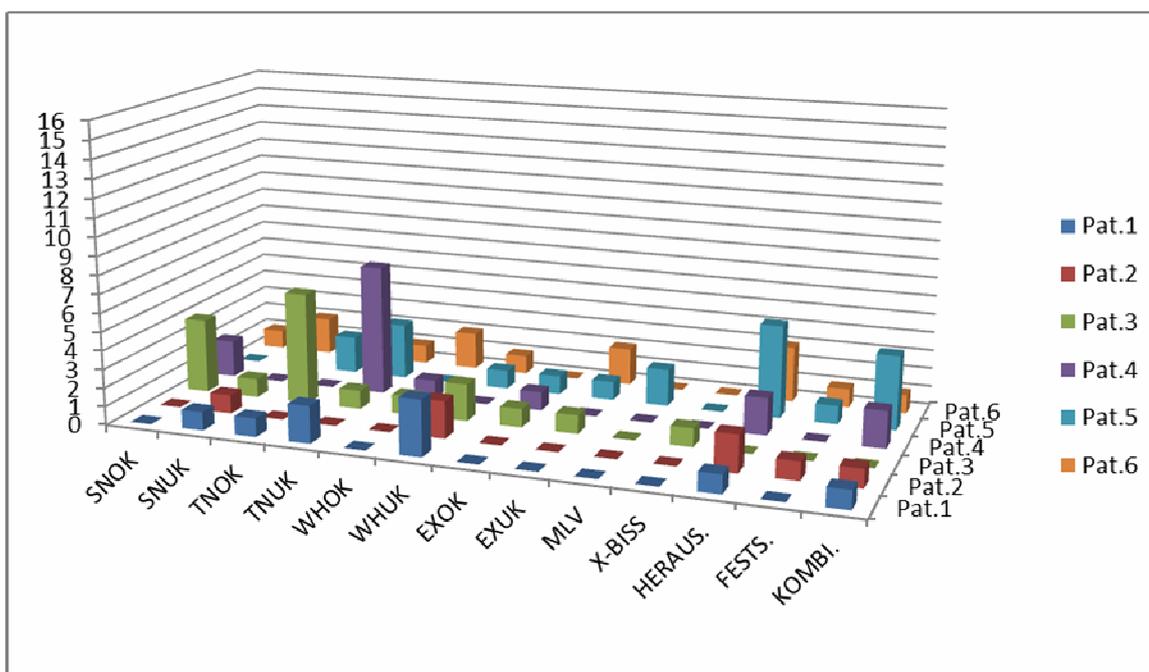


Abbildung 16: Änderung der Therapie in der Gruppe C

4 Diskussion

4.1 Patientengut

Es wurden die diagnostischen Unterlagen von sechs Patienten (2 weiblich, 4 männlich) der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Tübingen ausgewählt. Sechs Patienten waren eine geeignete Anzahl, um eine ausreichend suffiziente Patientenfallzahl zu repräsentieren, bei deren Größe die Menge an diagnostischem Material noch überschaubar war. Es war davon auszugehen, dass bei einer höheren Anzahl als sechs Patientenfälle, deren Bearbeitung durch die Kieferorthopäden so viel Zeit in Anspruch genommen hätte, dass die Teilnahmebereitschaft an der Studie dadurch sehr gering ausgefallen wäre [59]. Die Untersuchung und Anfertigung der diagnostischen Patientendaten geschah vor Beginn der späten Phase des Zahnwechsels, da ausschließlich Frühbehandlungen untersucht wurden. Die Malokklusionen des Patientengutes umfasste zweimal eine dentale Klasse III mit skelettaler Klasse III, einmal eine dentale Klasse I mit skelettaler Klasse I und gleichzeitigem Platzmangel im Kiefer mit einem Platzbedarf von über 4mm, zweimal eine dentale Klasse II mit skelettaler Klasse II und einmal eine dentale Klasse II mit skelettaler Klasse II und einem gleichzeitig frontal offenem Biss und einem unilateralem Kreuzbiss. Diese 6 Fälle repräsentierten die am häufigsten auftretenden Probleme bei frühbehandlungsbedürftigen Patienten [66, 67, 68, 10].

4.2 Methode

Es wurden von sechs Patienten der Poliklinik für Kieferorthopädie des Zentrums für Zahn-, Mund-, und Kieferheilkunde des Universitätsklinikums Tübingen die Modelle, Fotos und Röntgenbilder herangezogen. Alle Patientenunterlagen wurden von einem Behandler erneut ausgewertet. Es wäre nicht durchführbar gewesen, jedem der Kieferorthopäden die sechs Sätze der Studienmodelle zu zwei Zeitpunkten zuzuschicken. Aus diesem Grund wurden die Studienmodelle jeweils von okklusal und in Okklusion stehend von frontal, von links und von rechts abfotografiert. Die gesamten Patientenunterlagen wurden dann digitalisiert, pseudonymisiert und den an der Studie teilnehmenden Kieferorthopäden als Ausdruck zugeschickt. So konnte eine einfache Verteilung der Unterlagen an die hohe Anzahl von Kieferorthopäden erreicht werden.

Den Behandlern wurde nicht mitgeteilt, dass es einen zweiten Teil der Studie mit einer erneuten Therapieplanung des gleichen Patientenguts geben würde.

Damit sollte erreicht werden, dass die Kieferorthopäden sich möglichst nicht die einzelnen Fälle einprägten, sich Notizen dazu machten oder gar die Unterlagen behielten, um sie zum zweiten Zeitpunkt T2 wieder zu gebrauchen. Außerdem wurde angenommen, dass sobald die Behandler von einer zweiten Umfragerunde wussten, würde sich die Rücklaufquote der ersten Runde rapide senken. Die Ergebnisse zeigten eine hohe Rücklaufquote zu beiden Umfragezeitpunkten. Es sendeten 47 (57%) von den 82 Kieferorthopäden, welche schon zum ersten Zeitpunkt T1 erfolgreich teilnahmen, auch den komplett ausgefüllten Fragebogen von T2 zurück.

Der Abstand zwischen T1 und T2 wurde auf mindestens sechs Wochen festgelegt und betrug maximal zehn Wochen. Bei einem Mindestabstand von T1 zu T2 von sechs Wochen kann man von einer Wash-out-Periode ausgehen, bei der sich die Kieferorthopäden am zweiten Therapieplanungszeitpunkt nicht mehr an ihre Therapieentscheidungen vom ersten Zeitpunkt erinnern würden.

Eine randomisierte Verteilung der Kieferorthopäden wurde dadurch erreicht, dass diese chronologisch ihrer Zusage zur Studienteilnahme abwechselnd in die drei Gruppen A, B und C eingeteilt wurden. Somit konnte eine größtmöglich

zufällige und gleichmäßige Verteilung der Kieferorthopäden erreicht werden. Die wahrscheinlich größte Schwäche der Studie war die Tatsache, dass die Kieferorthopäden die Therapieplanung durchführen mussten, ohne die Patienten in vivo untersuchen zu können. Sie sollten die Therapie nur an Hand der gestellten Unterlagen treffen. Dieser Aspekt könnte dazu geführt haben, dass die eine oder andere Therapieplanung vom ersten zum zweiten Zeitpunkt stärker variiert hat, als sie dies tun würde, wenn die Patienten persönlich hätten untersucht werden können. Trotzdem ist es nichts Ungewöhnliches nur mit Hilfe von Patientenunterlagen die Diagnose zu treffen und den Therapieplan zu stellen [69]. Buchanan et al. [70] untersuchten die kieferorthopädische Behandlungsbedürftigkeit einer Gruppe von Patienten. Diese Patientengruppe wurde von mehreren Kieferorthopäden zuerst klinisch untersucht. Danach wurden Studienmodelle und Fotografien von den Patienten angefertigt. Diese wurden dann von anderen Kieferorthopäden ausgewertet und beurteilt. Die kieferorthopädische Behandlungsbedürftigkeit, welche zum einen lediglich durch die klinische Untersuchung und zum anderen nur an Hand der Studienmodelle und der Fotografien getroffen wurde, war übereinstimmend hoch. Für die ästhetische Komponente gab es jedoch eine geringere Übereinstimmung der Ergebnisse.

Ein weiterer Unterschied dieser Studie zur alltäglichen Praxis war der Aspekt, dass den Kieferorthopäden nur die Photographien der Studienmodelle und nicht diese selbst vorlagen, was die Auswertung der Modelle erschwert haben könnte. Nach Mok et al. [71] können zweidimensionale, digitale Fotos alternativ zu Studienmodellen genutzt werden, um eine Malokklusionen und einen kieferorthopädischen Behandlungsbedarf zu beurteilen.

Die Kieferorthopäden konnten die Patienten nicht auf Habits und Dyskinesien untersuchen, sie konnten die Patienten nicht auf Prädispositionen oder Dysgnathien in der Familie befragen und sie hatten nicht die Möglichkeit mit den Patienten und deren Eltern die Therapie zu besprechen.

Da diese und noch weitere Informationen die Kieferorthopäden in eine Richtung geleitet hätten und somit die Therapieentscheidung merklich beeinflusst worden wäre, wurde auf diese Angaben verzichtet. Andererseits könnte das Fehlen

bestimmter Patienteninformationen ebenso die Einheitlichkeit der Therapieplanungen vom ersten zum zweiten Zeitpunkt beeinflusst haben.

4.3 Ergebnisse

In der gesamten Studie traten lediglich zwei signifikante Änderungen der Therapieentscheidungen vom ersten zum zweiten Zeitpunkt der Planung auf. Diese signifikanten Änderungen der Therapieplanung von T1 zu T2 kamen beide für die Therapieplanung von Patient 4 vor. Die Therapieplanungen der anderen 5 Patienten zeigten keine signifikanten Änderungen der Therapieentscheidung zwischen dem ersten und dem zweiten Planungszeitpunkt. Die beiden vom ersten zum zweiten Zeitpunkt statistisch signifikant geänderten Therapieentscheidungen traten einmal in der Gruppe A ($\kappa = 0,071$) und einmal in der Gruppe C ($p = 0,016$) auf. Von den fünfzehn Behandlern der Gruppe A planten sieben Behandler (46,7%) zu T2 eine andere Therapie als zu T1. Sieben (43,8%) der sechzehn Kieferorthopäden der Gruppe C planten ihre Therapie zum Zeitpunkt T2 anders als zum Zeitpunkt T1. Beiden Gruppen lagen zu T1 und zu T2 die jeweils identischen Patientenunterlagen vor, sodass die signifikante Änderung der Therapieentscheidung für Patient 4 nicht auf Grund von zusätzlichen Patientendaten, wie beispielsweise einem Fernröntgenseitenbild, getroffen worden sein kann. Weiterführend fiel auf, dass die zwei signifikanten Änderungen der Therapieentscheidung vom ersten Zeitpunkt T1 zum zweiten Zeitpunkt T2 bei Patient 4 für die Therapieoption der Unterkiefernachentwicklung in der Transversalen auftrat. Nach Rakosi [46] liefert das Fernröntgenseitenbild keine Informationen über die transversalen Verhältnisse, sodass das Vorhandensein oder das Nichtvorhandensein des Fernröntgenseitenbildes in den Patientenunterlagen von Patient 4 keinen Einfluss auf die Kieferorthopäden und deren Planung der transversalen Nachentwicklung im Unterkiefer gehabt haben konnte. Die Gruppen A und C

wiesen für die Therapieplanung der transversalen Unterkieferrnachtenentwicklung für Patient 5 ebenso Änderungen der Planung von T1 zu T2 auf, jedoch traten die beiden signifikant veränderten Therapieentscheidungen von T1 zu T2 nur bei Patient 4 auf, wobei Patient 5 ebenso wie Patient 4 eine dentale Klasse II mit skelettaler Klasse II hatte und der Overjet des Patienten 5 mit 11,0mm gravierender war, als der von Patient 4 mit 9,5mm. So konnte eine allgemeine Unsicherheit der transversalen Unterkieferrnachtenentwicklung bei Patienten mit einer KIG D5 in den Gruppen A und C festgestellt werden, welche aber in keinen Zusammenhang mit einem Fernröntgenseitenbild zu bringen war.

Patient 1 und Patient 2 hatten beide einen KIG von M4, was einen frontalen Kreuzbiss bedeutete. Beide wiesen eine dentale Klasse III mit skelettaler Klasse III auf. Die Therapieplanung von beiden Patienten wies jeweils die größte Änderung von T1 zu T2 für die Unterkieferwachstumshemmung auf, welche jedoch statistisch nicht signifikant war. Bei Patient 1 änderte ein Behandler der Gruppe A (6,7%), 4 Behandler der Gruppe B (25,0%) und 3 Behandler der Gruppe C (18,8%) von T1 zu T2 ihre Therapie der Unterkieferwachstumshemmung. Bei Patient 2 planten je zwei Behandler der Gruppe A (13,3%) und der Gruppe C (12,5%) und 4 Behandler der Gruppe B (25,0%) zu T2 eine andere Therapie für die Unterkieferwachstumshemmung, als sie dies zu T1 taten. Die Therapieoption der Wachstumshemmung bezieht sich auf die Wachstumshemmung des jeweiligen Kiefers in sagittaler Richtung. Die sagittale Ebene wird in einem FRS dargestellt. Da der Gruppe B zu T1 alle Patientenunterlagen außer einem FRS vorlagen und zu T2 dann alle Unterlagen mitsamt einem FRS, könnte man bei allen Patienten die Planänderungen der Gruppe B auf das zusätzliche Vorhandensein des Fernröntgenseitenbildes zu T2 zurückführen. In der Gruppe C änderte für Patient 1 jedoch nur ein Behandler weniger seine Therapie von T1 zu T2 als die Behandler der Gruppe B. Für Patient 2 änderten nur je zwei Behandler der Gruppe A und der Gruppe C ihre Therapieplanung der Unterkieferwachstumshemmung von T1 zu T2 weniger, als dies die Behandler der Gruppe B taten. Wenn die Therapieplanungen der Gruppe A und der Gruppe C, welche zu T1 und T2 die jeweils identischen Patientenunterlagen

erhielten, für alle Patienten vom ersten Zeitpunkt T1 zum zweiten Zeitpunkt T2 einheitlich gewesen wären, könnte man alle Änderungen der Therapieentscheidungen der Gruppe B von T1 zu T2 auf das Fernröntgenseitenbild zurückführen, um welches die Patientenunterlagen der Gruppe B zu T2 erweitert wurden. Da aber die Gruppen A und C fast ebenso häufig Änderungen in ihren Therapieplanungen von T1 zu T2 aufwiesen, ist es nicht einfach den wahren Beitrag eines Fernröntgenseitenbildes zur Erstellung eines Behandlungsplanes zu beurteilen.

Eine nahezu signifikante Therapieänderung ($\kappa = 0,250$) vom ersten zum zweiten Zeitpunkt trat für die Planung der transversalen Oberkiefernachentwicklung bei Patient 3 in der Gruppe C auf. Es änderten 6 Kieferorthopäden der Gruppe C ihre Therapieentscheidung vom ersten zum zweiten Zeitpunkt. Wie bei Patient 4 trat diese hohe Anzahl an Änderungen für die transversale Nachentwicklung auf. Weder wurden die Patientenunterlagen der Gruppe C von T1 zu T2 um das Fernröntgenseitenbild erweitert, noch gibt das FRS Aufschluss über transversale Beziehungen, sodass die Vielzahl an Therapieänderungen der Gruppe C nicht auf Grund des Fernröntgenseitenbildes erfolgt sein konnte. Die sagittale Nachentwicklung des Oberkiefers von Patient 3 zeigte in der Gruppe C vier Änderungen der Planung von T1 zu T2. Das FRS stellt zwar den Schädel in der Sagittalen dar, jedoch stand der Gruppe C nicht erst zu T2 das FRS zur Verfügung, sodass diese Therapieänderung nicht durch das Fernröntgenseitenbild herbeigeführt worden sein konnte. Vergleichender Weise trat in der Gruppe B nur eine Änderung der sagittalen Oberkiefernachentwicklungsplanung auf, obwohl die Patientenunterlagen der Gruppe B zu T2 um das FRS erweitert worden waren.

Patient 5 hatte ebenso eine dentale Klasse II mit skelettaler Klasse II aufzuweisen und einen mit 11,0mm noch größeren Overjet als Patient 4. Ähnlich wie bei den Therapieplanungen für Patient 4, traten bei Patient 5 die häufigsten Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für die transversale Nachentwicklung im Unterkiefer in der Gruppe A und in der Gruppe C auf. Je 3 Kieferorthopäden der Gruppe A (20,0%) und der Gruppe C (18,8%) änderten ihre Therapieentscheidung der transversalen Unterkiefernachentwicklung von

T1 zu T2. Für die Oberkieferwachstumshemmung von Patient 5 änderten 4 Kieferorthopäden der Gruppe A, 2 Kieferorthopäden der Gruppe B und keine Kieferorthopäde der Gruppe C ihre Therapieplanung vom ersten zum zweiten Zeitpunkt. Die Wachstumshemmung bezieht sich auf die sagittale Richtung des Patienten, über welche ein Fernröntgenseitenbild Informationen liefert, jedoch lag der Gruppe A gar kein FRS zu beiden Zeitpunkten vor.

Patient 6 wies einen skelettal offenen Biss auf. Es traten je 3 Änderungen der Therapie in der Gruppe A und in der Gruppe B und 2 Therapieänderungen in der Gruppe C von T1 zu T2 für die sagittale Unterkieferrnachtentwicklung auf. Da in allen drei Gruppen eine fast gleichgroße Änderungsrate der Therapie vorlag, können diese Änderungen nicht auf Grund des Fernröntgenseitenbildes entstanden sein.

In dieser Studie konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Therapieplanungen auf Grund eines Fernröntgenseitenbildes festgestellt werden. So scheint es deutlich zu sein, dass Fernröntgenseitenbilder keine Konsequenz auf die Therapieentscheidung bei Frühbehandlungen in der Kieferorthopädie haben.

Leider ist der Vergleich von verschiedenen Studien die die Einheitlichkeit der Therapieentscheidung untersuchen nicht möglich, da die Gegenüberstellung der Einheitlichkeit der Therapieplanungen immer nur innerhalb einer Studie selbst durchführbar ist [72]. Eine genaue Auswahl der Patientenfälle, welche zum Beispiel auf dem Schweregrad der Malokklusion basiert, könnte Vergleiche von Therapieentscheidungen in einem gewissen Rahmen zulassen [73]. In der vorliegenden Studie fand eine spezifische Patientenauswahl statt, weil bei Patienten die eine kieferorthopädische Frühbehandlung benötigen der Schweregrad der Malokklusion alleine durch die Klassifizierung als eine Frühbehandlung sehr hoch [56] und damit sehr spezifisch ist.

Atchison et al. [17] gaben 39 Kieferorthopäden Unterlagen von sechs Patienten, jedoch ohne ein einziges Röntgenbild beigefügt zu haben und wollten von den Kieferorthopäden zu jedem Patienten eine Diagnose und einen Therapieplan formuliert haben. Die Kieferorthopäden konnten nachträglich noch verschiedene Röntgenbilder anfordern, wenn sie sich ihrer Diagnose oder ihrer Therapie

unsicher waren. 75% der Kieferorthopäden waren sich ihrer Diagnose sicher ohne ein einziges Röntgenbild gesehen zu haben. Die Quote von 69% der Kieferorthopäden, die sich bei ihrer Therapieplanung sicher waren ohne ein entsprechendes Röntgenbild zur Verfügung gehabt zu haben, fiel nur geringfügig niedriger aus. Nachträglich angeforderte Röntgenaufnahmen hatten in 74% der Fälle keinen Einfluss auf die Diagnose oder die Therapieplanung.

Han et al. [15] fanden heraus, dass fünf Kieferorthopäden bei der Therapieplanung von 57 Patienten in über der Hälfte der Fälle (54,9%) schon alleine durch die Beurteilung der Studienmodelle sich Ihrer Therapieentscheidung sicher waren.

Auf Grund der niedrigen Quote der vorliegenden Studie von nur 15 der insgesamt 47 Kieferorthopäden, welche eine Auskunft über den Beginn ihrer Tätigkeit als Facharzt für Kieferorthopädie gaben, ließ sich kein existenzieller Zusammenhang zwischen der Erfahrung eines Kieferorthopäden und seiner Therapieentscheidung herausfinden. Eine höhere Quote als in dieser Studie könnte in einer nachfolgenden Studie aussagekräftige Ergebnisse über den Zusammenhang der Therapieentscheidung von Kieferorthopäden mit mehr und mit weniger Erfahrung möglich machen. Nach Jonas [74], Kuyt et al. [75] und Lau et. al [76] spielt das Maß an Erfahrung jedoch keine Bedeutung für bestimmte Aspekte der kieferorthopädischen Diagnose.

Nijkamp [73] fand heraus, dass das Fernröntgenseitenbild bei der Therapieentscheidung keinen Unterschied machte, egal ob man Facharzt für Kieferorthopädie war oder ob man sich in der Weiterbildung zum Kieferorthopäden befand.

Auch die wohlbedachte Indikationsstellung zur Anfertigung eines Röntgenbildes ist ein wichtiger Bestandteil des Strahlenschutzes. Eine Röntgenuntersuchung in der Kieferorthopädie, wie z.B. das Fernröntgenseitenbild, ist dann kontraindiziert, wenn sie zur Diagnose des Krankheitsbildes nicht beiträgt oder für die entsprechende Therapie ohne Bedeutung ist [77]. Demnach sollten Orthopantomogramme und Fernröntgenseitenbilder nur angefertigt werden, wenn die Informationen der klinischen Untersuchung des Patienten insuffizient sind [56]. Richtlinien für kieferorthopädische Röntgenaufnahmen gestatten

Orthopantomogramme als Hilfsmittel zur Beurteilung des Zustandes der Dentition, Nichtanlagen und retinierter und verlagertes Zähne [53]. Fernröntgenseitenbilder sind nur gerechtfertigt, wenn sie direkt Einfluss auf die kieferorthopädische Behandlungsplanung oder die Behandlung selbst haben.

Darüber hinaus kann das Fernröntgenseitenbild in der Hals-Nasen-Ohren-Kunde zum Screening und Monitoring der Adenoiden eingesetzt werden [78]. Zudem können laterale Röntgenaufnahmen bei der Beurteilung von möglichen Problemen, die das Erreichen einer Idealokklusion nach einer spezifischen kieferorthopädischen Behandlung erschweren, nützlich sein oder sie können Informationen zur Beurteilung der Lage von retinierten, atypischen und verlagerten Zähnen liefern [20] oder sie können die Bestimmung des optimalen Behandlungszeitpunktes in der dentofazialen Orthopädie an Hand der Sichtbarkeit der Hals-Wirbel-Reifung unterstützen [79]. Eine limitierte Serie von Fernröntgenseitenbildern könnte in der Beurteilung von Wachstumstendenzen oder beim Monitoring des Behandlungsverlaufs helfen [53].

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Fernröntgenseitenbilder als ein standardmäßig angewendetes diagnostisches Hilfsmittel zur Planung einer kieferorthopädischen Therapie nicht indiziert sind. Ungeachtet der Reduktion von Röntgenstrahlung in den letzten Dekaden birgt die Exposition von ionisierender Strahlung Gefahren und biologische Risiken [80]. Doll et al. [81] beschreiben eine Kephalometrietechnik, die auf der Distanzmessung emittierter Schallsignale basiert. Sie berichten dabei, es sei absehbar, dass weitere Entwicklungen auf diesem Gebiet allmählich die bisherige Verwendung von Röntgenfilmen ersetzen werden [82, 83].

Individuelle Auswahlkriterien für Fernröntgenseitenbilder sollten ermittelt werden, um unergiebigere Röntgenbilder zu vermeiden [16, 17]. Die Entwicklung von Auswahlkriterien bleibt auf Grund der Heterogenität der kieferorthopädischen Praxis schwierig [84]. Kieferorthopäden neigen dazu, verschiedene Kriterien in Bezug auf die Planung der Behandlung anzuwenden [85]. In Fällen mit schwach ausgeprägten Malokklusionen, was auf Frühbehandlungsfälle nicht zu trifft, werden Therapieentscheidungen weniger einfach und allgemein getroffen [86].

Nach Vig und Dryland Vig [87] basieren die Entscheidungen einer Therapieplanung vollkommen auf den Präferenzen des Behandlers, die wiederum im Studium und in der Weiterbildung geprägt werden und auf den kumulativen, subjektiven, klinischen Eindrücken beruhen. Diese Entscheidungsmuster bei der Therapieplanung könnten vielleicht nie durch zusätzliche Röntgenbilder beeinflusst werden. In diesem Sinne kann man Fernröntgenseitenbilder bei Frühbehandlungen als redundant ansehen und sie sollten nicht auf Basis einer gewissen Routine angefertigt werden [54].

4.4 Schlussfolgerung

Aus der durchgeführten Studie lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

- Signifikante Unterschiede bei der Planung einer Frühbehandlung zwischen beiden Zeitpunkten fielen nur bei transversalen Therapieoptionen auf, nicht bei den sagittalen.
- Fernröntgenseitenbilder machen nur Aussagen über sagittale Probleme. Sie haben keine signifikante Konsequenz auf die Therapieentscheidung von Frühbehandlungen in der Kieferorthopädie.

5 Zusammenfassung

Um die Konsequenz von Fernröntgenseitenbildern auf die Therapieentscheidung bei Frühbehandlungen in der Kieferorthopädie zu untersuchen, wurden die Modelle, Fotos und Röntgenbilder von sechs Patienten der Poliklinik für Kieferorthopädie des ZZMK der Universitätsklinik Tübingen herangezogen. Auswahlkriterium der Patienten war die Klassifizierung einer Frühbehandlung durch Einstufung des kieferorthopädischen Behandlungsbedarfs anhand der kieferorthopädischen Indikationsgruppen (KIG). Als Ausschlusskriterium galten kraniofaziale Anomalien. Die Untersuchung und Anfertigung der diagnostischen Unterlagen der Patienten erfolgte vor Beginn der späten Phase des Zahnwechsels. Der jüngste Patient war bei Behandlungsbeginn 5 Jahre und 2 Monate alt, der älteste 8 Jahre und 4 Monate. Das Durchschnittsalter lag bei 7 Jahren und 2 Monaten.

Insgesamt nahmen 47 von 234 befragten Kieferorthopäden an beiden Umfragerunden teil. Sie sollten eine Therapieplanung für die sechs Patienten zu zwei Zeitpunkten T1 und T2 durchführen. Diese 47 Kieferorthopäden wurden auf drei Gruppen: A,B und C verteilt. Um den Einfluss von Fernröntgenseitenbildern auf die Therapieentscheidung der Kieferorthopäden zu untersuchen, unterschieden sich die Gruppen dadurch, dass zu T1 und zu T2 nicht jeder Gruppe die Fernröntgenseitenbilder zusätzlich zu den anderen Diagnostikunterlagen vorlagen. Die Therapiebögen wurden bezüglich Änderungen und Übereinstimmungen der Therapieplanung vom ersten zum zweiten Zeitpunkt analysiert. Die Auswertung zeigte nur zwei signifikante Änderungen der Therapieplanungen von T1 zu T2. Diese beiden Änderungen traten bei transversalen Therapieoptionen auf. Ein Fernröntgenseitenbild liefert keine Informationen über transversale Verhältnisse, weil diese im Fernröntgenseitenbild nicht zu beurteilen sind. Daher konnte bei beiden signifikanten Therapieänderungen das Fernröntgenseitenbild nicht der ausschlaggebende Faktor für diese signifikanten Änderungen gewesen sein. Alle weiteren Ergebnisse zeigten keine signifikanten Änderungen der Therapieplanung von T1 zu T2.

Folglich haben Fernröntgenseitenbilder keine Konsequenz auf die Therapieentscheidung von Frühbehandlungen in der Kieferorthopädie und sollten nicht routinemäßig bei solch einem jungen Patientenklintel angefertigt werden.

6 Abbildungen und Tabellen

Abbildungen:

Abbildung 1: Darstellung eines Ferrnröntgenseitenbildes des Kopfes (FRS)	11
Abbildung 2: Strahlungsspektrum.....	13
Abbildung 3: Mittlere effektive Jahresdosis durch ionisierende Strahlung im Jahr 2009 (gemittelt über die Bevölkerung) [57].....	14
Abbildung 4: Flussdiagramm des Umfrageablaufs	20
Abbildung 5: Diagnostikbogen für Patient 6	21
Abbildung 6: FRS mit skelettalen und dentalen Analysepunkten nach der Analyse Tübingen-I	32
Abbildung 7: Therapieplanungsbogen für die Erfassung der Umfragewerte	33
Abbildung 9: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 2 (in %)	43
Abbildung 10: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 3 (in %)	45
Abbildung 17: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 4 (in %).....	48
Abbildung 12: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 5 (in %)	49
Abbildung 13: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 6 (in %)	52
Abbildung 14: Änderung der Therapie in der Gruppe A.....	54
Abbildung 15: Änderung der Therapie in der Gruppe B	56
Abbildung 16: Änderung der Therapie in der Gruppe C	58

Tabellen:

Tabelle 1: Patientübersicht	18
Tabelle 2: Richtwerte zur Interpretation von „p“ [63, 64]	36
Tabelle 3: Richtwerte zur Interpretation von „k“ [63, 65]	36
Tabelle 4: Gesamtübersicht der statistischen Auswertung.....	37
Tabelle 5: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 1	40
Tabelle 6: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 2	42
Tabelle 7: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 3	44
Tabelle 8: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 4	46
Tabelle 9: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 5	49
Tabelle 10: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Patient 6	51
Tabelle 11: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Gruppe A (15 Kieferorthopäden).....	53
Tabelle 12: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Gruppe B (16 Kieferorthopäden).....	55
Tabelle 13: Änderungen der Therapie von T1 zu T2 für Gruppe C (16 Kieferorthopäden).....	57
Tabelle 14: p-Werte und Kappa-Koeffizienten nach Therapieoption.....	79
Tabelle 15: p-Werte und Kappa-Koeffizienten nach Patienten	79
Tabelle 16: p-Werte und Kappa-Koeffizienten nach Gruppen.....	79

7 Literaturverzeichnis

1. Bishara, S.E., Justus, R., and Graber, T. M., *Proceedings of the workshop; Discussions on early treatment*. Am J Orthod Dentofac Orthop, 1998. **113**: p. 5-6.
2. Rakosi, T., *Atlas und Anleitung zur praktischen Fernröntgenanalyse*. Vol. 2. Auflage. 1988, München/Wien: Hanser.
3. Taatz, H., *Kieferorthopädische Prophylaxe und Frühbehandlung* 1976, München - Wien: Hanser.
4. Litton, S.F., et al., *A genetic study of Class 3 malocclusion*. Am J Orthod, 1970. **58**(6): p. 565-77.
5. Nakasima, A., et al., *Hereditary factors in the craniofacial morphology of Angle's Class II and Class III malocclusions*. Am J Orthod, 1982. **82**(2): p. 150-6.
6. Stiles, K.A., Luke, J. E. , *The inheritance of malocclusions due to mandibular prognathism*. J. Hered., 1953. **44**: p. 241-245.
7. Dausch-Neumann, D., *[Functional apparatus for the treatment of malocclusion in small children]*. Fortschr Kieferorthop, 1983. **44**(3): p. 184-91.
8. Kahl-Nieke, B., *Optimaler Zeitpunkt für die Durchführung kieferorthopädischer Maßnahmen (unter besonderer Berücksichtigung der kieferorthopädischen Frühbehandlung)*. Stellungnahme der DGKFO, 2010.
9. Hensel, E., *[The development of dysgnathia from the primary dentition to the mixed dentition]*. Fortschr Kieferorthop, 1991. **52**(6): p. 353-8.
10. Steegmayer, G. and G. Komposch, *[Early orthodontic treatment of the deciduous dentition. The therapeutic potentials and indications]*. Fortschr Kieferorthop, 1993. **54**(4): p. 172-8.
11. Schopf, P., *Curriculum Kieferorthopädie Band I + II* 2000, Berlin: Quintessenz Verlag GmbH.
12. Jacobson, A., *Psychology and early orthodontic treatment*. Am J Orthod, 1979. **76**(5): p. 511-29.

13. Weiss, J. and H.M. Eiser, *Psychological timing of orthodontic treatment*. Am J Orthod, 1977. **72**(2): p. 198-204.
14. Wilhelm-Nold, I. and H. Droschl, [*The early treatment of progenia in the deciduous dentition compared to treatment in the mixed dentition*]. Fortschr Kieferorthop, 1990. **51**(3): p. 165-79.
15. Han, U.K., et al., *Consistency of orthodontic treatment decisions relative to diagnostic records*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1991. **100**(3): p. 212-9.
16. Bruks, A., et al., *Radiographic examinations as an aid to orthodontic diagnosis and treatment planning*. Swed Dent J, 1999. **23**(2-3): p. 77-85.
17. Atchison, K.A., L.S. Luke, and S.C. White, *Contribution of pretreatment radiographs to orthodontists' decision making*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1991. **71**(2): p. 238-45.
18. Atchison, K.A., L.S. Luke, and S.C. White, *An algorithm for ordering pretreatment orthodontic radiographs*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1992. **102**(1): p. 29-44.
19. Hintze, H., A. Wenzel, and S. Williams, *Diagnostic value of clinical examination for the identification of children in need of orthodontic treatment compared with clinical examination and screening pantomography*. Eur J Orthod, 1990. **12**(4): p. 385-8.
20. Pae, E.K., et al., *Role of lateral cephalograms in assessing severity and difficulty of orthodontic cases*. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2001. **120**(3): p. 254-62.
21. Stephens, C.D., et al., *Consultant opinion on orthodontic treatment plans used by dental practitioners: a pilot study*. J Dent, 1993. **21**(6): p. 355-9.
22. Korbmacher, H., B. Kahl-Nieke, and S. Schnabel, *Early orthodontic treatment of Class-III malocclusion in Germany*. J Orofac Orthop, 2000. **61**(3): p. 168-74.
23. Graber, T., Vanarsdall, R., *Orthodontics: current principles and techniques* 2000, St. Louis: Mosby Inc.
24. Proffit, W., Fields, H., *Contemporary orthodontics* 2000, St. Louis: 3. Aufl. Mosby, Inc.

25. Espelid, I., I. Mejare, and K. Weerheijm, *EAPD guidelines for use of radiographs in children*. Eur J Paediatr Dent, 2003. **4**(1): p. 40-8.
26. Wall, B., Kendall, G., Edwards, A., Bouffler, S., Muirhead, C., Meara, J., *What are the risks from medical x-rays and other low dose radiation?* Br J Radiol, 2006. **29**: p. 285-94.
27. White, S.C., *1992 assessment of radiation risk from dental radiography*. Dentomaxillofac Radiol, 1992. **21**(3): p. 118-26.
28. Horner, K., *Review article: radiation protection in dental radiology*. Br J Radiol, 1994. **67**(803): p. 1041-9.
29. Prawat, J.S., et al., *A comparison between radiographic and sonically produced cephalometric values*. Angle Orthod, 1995. **65**(4): p. 271-6.
30. Jones, G.A., *Considerations for the apprehensive X-ray patient*. Gen Dent, 1987. **35**(2): p. 102-3.
31. Hart, G.T. and G.A. Jones, *Radiation concerns of dental students, faculty and patients*. J Tenn Dent Assoc, 1988. **68**(2): p. 39-41.
32. Edler, R.J., *Background considerations to facial aesthetics*. J Orthod, 2001. **28**(2): p. 159-68.
33. De Coster, L., *The network of orthodontic diagnosis*. Angle Orthod, 1939. **9**: p. 3-10.
34. Moorees, C.F.A., Lebrecht, L., *The mesh diagram and cephalometrics*. Angle Orthod, 1962. **32**: p. 221-224.
35. Lutze, K., *Die Entdeckung der X-Strahlen*. Zahnärztl. Mitt., 2007. **12**: p. 96-100.
36. Franklin, J.B., *Certain factors of aberration to be considered in clinical roentgenographic cephalometry*. Am J Orthod, 1952. **38**(5): p. 351-368.
37. Spitzer, W., Rücker, M., *Zahnärztliche Röntgenologie*. In: *Zahn-Mund-Kieferheilkunde, Lehrbuch zur Aus- und Weiterbildung, Band I: Allgemeine Chirurgie*, Schwenzler, N., Ehrenfeld, M. (Hrsg), 2000, Thieme: Stuttgart.
38. Brodie, A.G., *Cephalometric roentgenology; history, technics and uses*. J Oral Surg (Chic), 1949. **7**(3): p. 185-98.
39. Hofrath, H., *Die Bedeutung der Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für*

- die Diagnostik der Kieferanomalien*. Fortschr. Kieferorthop., 1931. **1**(2): p. 232-258.
40. Broadbent, B., Holly, Sr., Broadbent, B., Holly, Jr, Golden, William, H., *Bolton standards of dentofacial developmental growth*, 1975, The C. V. Mosby Company: St.Louis.
 41. Broadbent, B.H., *A new X-ray technique and its application to orthodontia*. Angle Orthod, 1931. **1**(2): p. 45-66.
 42. Baumrind, S. and R.C. Frantz, *The reliability of head film measurements. 2. Conventional angular and linear measures*. Am J Orthod, 1971. **60**(5): p. 505-17.
 43. Steiner, C., *Cephalometrics for you and for me*. Am J Orthod, 1953. **39**(10): p. 729-755.
 44. Steiner, C., *Cephalometrics in clinical practice*. Angle Orthod, 1959. **29**(1): p. 8-29.
 45. Schulze, C., *Lehrbuch der Kieferorthopädie Band 3*1982, Berlin: Quintessenz.
 46. Rakosi, T., Jonas, I. Kieferorthopädie/Diagnostik. , *In: Rateischak, K. H. (Hg.) Farbatlanten der Zahnmedizin. Bd. 8. , 1989*, Thieme: Stuttgart-New York.
 47. Schröder, U.G., *Physik für Mediziner : 10 Tabellen*1993, Stuttgart: Enke.
 48. Rahn, R., *Zahnärztliche Radiologie: eine Einführung für Studenten*1989, München-Wien: Hanser.
 49. Kauffmann, G., Sauer,R., Weber, W., *Radiologie: Bildgebende Verfahren, Strahlentherapie, Nuklearmedizin und Strahlenschutz*2011: Urban & Fischer Verlag/Elsevier GmbH; Auflage: 4.
 50. Pasler, F.A., *Zahnärztliche Radiologie*1981, Stuttgart-New York: Thieme.
 51. Harten, H.-U., *Physik für Mediziner: Eine Einführung*. Vol. 6. Auflage. 1993, Berlin-Heidelberg: Springer.
 52. Zerlett, G., *Röntgenverordnung, 2.A. Kohlhammer Textausgabe: W.* Kohlhammer Verlag, 2006.
 53. Isaacson, K.G., Thom, A., *Guidelines of the use of radiographs in clinical orthodontics*. British Orthodontic Society, London, 2001.

54. Benz, C., Sonnabend, Eberhard, Wilhelm, Maximilian, *Röntgentechnik und -verordnung* 2006: Elsevier, Urban&Fischer Verlag.
55. Tanner, R., Wall, B., Shrimpton, P., Hart, D., Bungay, D., *Frequency of medical and dental x-ray examinations in the UK 1997-98.*, in *Report by the National Radiology Protection Board NRPB R-320 Chilton: National Radiology Protection Board*2001.
56. *Richtlinien des Bundesausschusses der Zahnärzte und Krankenkassen für eine ausreichende, zweckmäßige und wirtschaftliche vertragszahnärztliche Versorgung (Behandlungsrichtlinien)*, 17. Juni 2006. p. 4466 3-14.
57. Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), B.f.U., Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Deutscher Bundestag, *Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2009 : Unterrichtung durch die Bundesregierung / Ionisierende Strahlung*, in *urn:nbn:de:0221-201103305424*, 16-Mär-2011.
58. Bundesministerium für Umwelt, N.u.R., *Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung, Jahresbericht 2009*, 2009, *urn:nbn:de:0221-201103025410*.
59. Devereux, L., et al., *How important are lateral cephalometric radiographs in orthodontic treatment planning?* *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2011. **139**(2): p. e175-81.
60. Kahl-Nieke, B., *Einführung in die Kieferorthopädie: Diagnostik, Behandlungsplanung, Therapie*. Vol. 3. 2009, Deutscher Ärzteverlag.
61. Harzer, W., *Lehrbuch der Kieferorthopädie*.1999, München; Wien: Hanser.
62. Nötzel, F., Schultz, C., *Leitfaden der kieferorthopädischen Diagnostik: Analysen und Tabellen für die Praxis*. Vol. 2. 2008, Deutscher Ärzteverlag.
63. Bortz, J., *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. 2010, Berlin Heidelberg: 7. Auflage Springer.
64. Hartung J, E., Bärbel, Klösener, Karl-Heinz, *Statistik*. 2005 Oldenbourg Wissenschaftsverlag 14. Auflage.

65. Sachs, L.J.H., *Angewandte Statistik: Methodensammlung mit R*. Vol. 13. Auflage. 2009, Berlin Heidelberg: Springer.
66. Grabowski, R., et al., [*Relationship between occlusal findings and orofacial myofunctional status in primary and mixed dentition. Part I: Prevalence of malocclusions*]. *J Orofac Orthop*, 2007. **68**(1): p. 26-37.
67. Schroder, U. and I. Schroder, *Early treatment of unilateral posterior crossbite in children with bilaterally contracted maxillae*. *Eur J Orthod*, 1984. **6**(1): p. 65-9.
68. Stahl, F. and R. Grabowski, *Orthodontic findings in the deciduous and early mixed dentition--inferences for a preventive strategy*. *J Orofac Orthop*, 2003. **64**(6): p. 401-16.
69. Brown, W.A., et al., *Treatment planning from study models: an examiner variability study*. *Angle Orthod*, 1977. **47**(2): p. 118-22.
70. Buchanan, I.B., A. Downing, and D.R. Stirrups, *A comparison of the Index of Orthodontic Treatment Need applied clinically and to diagnostic records*. *Br J Orthod*, 1994. **21**(2): p. 185-8.
71. Mok, C.W., et al., *Digital images as an alternative to orthodontic casts in assessing malocclusion and orthodontic treatment need*. *Acta Odontol Scand*, 2007. **65**(6): p. 362-8.
72. Wenzel, A., P.N. Anthonisen, and M.B. Juul, *Reproducibility in the assessment of caries lesion behaviour: a comparison between conventional film and subtraction radiography*. *Caries Res*, 2000. **34**(3): p. 214-8.
73. Nijkamp, P.G., et al., *The influence of cephalometrics on orthodontic treatment planning*. *Eur J Orthod*, 2008. **30**(6): p. 630-5.
74. Jonas, I., [*The influence of training on the accuracy of roentgenographic cephalometric tracings (author's transl)*]. *Radiologe*, 1976. **16**(10): p. 427-31.
75. Kuyl, M.H., R.M. Verbeeck, and L.R. Dermaut, *The integumental profile: a reflection of the underlying skeletal configuration?* *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1994. **106**(6): p. 597-604.
76. Lau, P.Y., M.S. Cooke, and U. Hagg, *Effect of training and experience on*

- cephalometric measurement errors on surgical patients. Int J Adult Orthodon Orthognath Surg, 1997. 12(3): p. 204-13.*
77. *Indication and frequency of X-rays in connection with orthodontic treatment. Statement by the Deutsche Gesellschaft fur Kieferorthopadie. J Orofac Orthop, 1997. 58(5): p. 286-7.*
78. Major, M.P., C. Flores-Mir, and P.W. Major, *Assessment of lateral cephalometric diagnosis of adenoid hypertrophy and posterior upper airway obstruction: a systematic review. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2006. 130(6): p. 700-8.*
79. Baccetti T, F.L., McNamara JA Jr., *The Cervical Vertebral Maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. Semin Orthod, 2005. 11: p. 119-129.*
80. Farman, A.G., *ALARA still applies. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2005. 100(4): p. 395-7.*
81. Doll, G.M., et al., *Reliability and validity of the Digigraph 100 in orthodontic diagnosis. J Orofac Orthop, 2001. 62(2): p. 116-32.*
82. Macri, V. and A. Wenzel, *Reliability of landmark recording on film and digital lateral cephalograms. Eur J Orthod, 1993. 15(2): p. 137-48.*
83. Ruppenthal, T., et al., *[Comparative study of the accuracy of localizing cephalometric reference points in using digital and conventional imaging technique]. Fortschr Kieferorthop, 1991. 52(5): p. 289-96.*
84. Weintraub, J.A., et al., *The prevalence of orthodontic extractions. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1989. 96(6): p. 462-6.*
85. Ribarevski, R., et al., *Consistency of orthodontic extraction decisions. Eur J Orthod, 1996. 18(1): p. 77-80.*
86. Lee, R., T. MacFarlane, and K. O'Brien, *Consistency of orthodontic treatment planning decisions. Clin Orthod Res, 1999. 2(2): p. 79-84.*
87. Vig, P.S. and K.D. Vig, *Decision analysis to optimize the outcomes for Class II Division 1 orthodontic treatment. Semin Orthod, 1995. 1(3): p. 139-48.*

8 Anhang

In den Tabellen 14 -16 sind die p-Werte und Kappa-Koeffizienten detailliert nach Therapieoption, Patienten und Gruppen dargestellt.

Tabelle 14: p-Werte und Kappa-Koeffizienten nach Therapieoption

	p-Wert			Kappa-Koeffizient		
	A	B	C	A	B	C
SNOK	1,000	1,000	0,625- 1,000	0,634 -1,000	0,846 -1,000	0,429 -1,000
SNUK	1,000	0,250 -1,000	1,000	0,595 -1,000	0,600 -1,000	0,636 -1,000
TNOK	0,500 -1,000	0,500 -1,000	0,219 -1,000	0,583 -0,737	0,448 -1,000	0,250 -0,765
TNUK	0,250 -1,000	0,250 -1,000	0,016 -1,000*	0,071 -0,737*	0,590 -1,000	0,263 -0,862
WHOK	0,625 -1,000	0,500 -1,000	1,000	0,189 -1,000	0,673 -1,000	0,875 -1,000
WHUM	0,500 -1,000	0,625 -1,000	0,500 -1,000	0,444 -0,762	0,429	0,538 -0,673
EXOK	1,000	1,000	1,000	1,000	0,871 -1,000	0,636 -1,000
EXUK	1,000	0,500 -1,000	0,500 -1,000	0,857 -1,000	0,600 -1,000	0,754 -0,862
MLV	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,667
X-BISS	i	i	i	i	i	i
Heraus.	0,500 -1,000	0,625 -1,000	0,375 -1,000	0,700 -1,000	0,467 -0,875	0,294 -1,000
Fests.	1,000	k	k	0,634	k	k
Kombi.	0,500 -1,000	0,500 -1,000	0,125 -1,000	0,700 -1,000	0,500 -0,861	0,500 -1,000

*statistisch signifikante Ergebnisse

i – identische, unveränderte Therapieentscheidung aller Behandler von T1 zu T2 bei allen 6 Patienten
→ keine Berechnung eines Wertes möglich

k – konstante, unveränderte Therapieentscheidung je Behandler von T1 zu T2 pro Patient
→ keine Berechnung eines Wertes möglich

Tabelle 15: p-Werte und Kappa-Koeffizienten nach Patienten

	p-Wert			Kappa-Koeffizient		
	A	B	C	A	B	C
Patient 1	1,000	0,625 -1,000	1,000	0,583 -0,762	0,429 -1,000	0,538 -0,875
Patient 2	0,500	1,000	0,500 -1,000	0,444 -0,737	0,846 -1,000	0,673 -0,871
Patient 3	0,500 -1,000	1,000	0,219 -1,000	0,727 -1,000	0,846 -1,000	0,250 -1,000
Patient 4	1,000	0,250 -1,000	0,016 -1,000*	0,071 -1,000*	0,448 -1,000	0,263 -1,000
Patient 5	0,250 -1,000	0,500 -1,000	0,125 -1,000	0,189 -0,865	0,673 -1,000	0,333 -1,000
Patient 6	1,000	0,250 -1,000	1,000	0,286 -1,000	0,500 -1,000	0,294 -1,000

*statistisch signifikante Ergebnisse

Tabelle 16: p-Werte und Kappa-Koeffizienten nach Gruppen

	p-Wert			Kappa-Koeffizient		
	A	B	C	A	B	C
	0,250 -1,000	0,250 -1,000	0,016 -1,000*	0,071 -1,000*	0,429 -1,000	0,250 -1,000

*statistisch signifikante Ergebnisse

9 Danksagung

An dieser Stelle möchte ich Frau OÄ PD Dr. Mirjam Berneburg für die Überlassung des Themas, die hervorragende und kontinuierliche Betreuung, ihre Geduld und die Abfassung des ersten Gutachtens danken.

Bei Prof. Dr. G. Gómez-Román bedanke ich mich für das zweite Gutachten.

Ich danke den Patienten für die Teilnahme an dieser Studie und ihrer Einwilligung zur Bereitstellung der Unterlagen.

Weiter danke ich den Kieferorthopäden, die an dieser Studie teilgenommen haben für ihren großzügigen Zeit- und Arbeitsaufwand.

Nicht zuletzt danke ich für die Unterstützung der statistischen Auswertung Frau Dipl.-Math. U. Schulz.

Mein persönlicher Dank gilt meiner Familie, die mir stets helfend zur Seite stand.

10 Lebenslauf

Robert Ritschel

geboren am 29. Mai 1986
in Frankfurt/ Oder

Eltern:

Dr. Ina Ritschel, Kieferorthopädin

Ulf Ritschel, Dipl.-Ingenieur

Gymnasium am Ostring in Bochum

Abitur

Juni 2005

Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Aufnahme des Studiums der Zahnmedizin

Oktober 2005

Naturwissenschaftliche Prüfung

28.09.2006

Zahnärztliche Vorprüfung

31.03.2008

Zahnärztliche Prüfung

05.11.2010

Approbation als Zahnarzt

24.11.2010

Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde des Universitäts- Klinikums Tübingen/ Abteilung Kieferorthopädie

Assistenzarzt

seit Januar 2011